



JURNAL SINTESIS

Penelitian Sains, Terapan dan Analisisnya

VOLUME

06

E-ISSN :2745-9918

Gambaran Kadar Timbal (Pb) dalam Darah Petugas Parkir Bank Bum di Jombang Sebelum dan Setelah Pemberian Vitamin C 75 Mg Per Oral

An Overview of Lead (Pb) Levels in The Blood of SOE Bank Parking Attendants in Jombang Before and After Consuming Vitamin C 75 mg Orally

Alvina Febiliony^{1*}, Farach Khanifah², Yana Eka Mildiana³

^{1,2,3} Institut Teknologi Sains dan Kesehatan Insan Cendekia Medika Jombang

* afebilliony@gmail.com

ABSTRAK

Asap kendaraan bermotor memberikan sumbangan terbesar dalam polusi udara sebesar 66,34% dari total pencemaran. Asap kendaraan yang mengandung timbal (Pb) dapat menyebabkan gangguan kesehatan ditandai dengan gejala seperti sakit perut, mual, muntah, dan kehilangan berat badan. Salah satu pekerjaan yang beresiko terpapar timbal (Pb) adalah petugas parkir. Faktor resiko paparan timbal salah satunya adalah konsumsi vitamin C. Pemberian vitamin C berfungsi sebagai antioksidan dan pengkelat timbal (Pb) agar dapat diekskresikan melalui urin. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui gambaran kadar timbal (Pb) sebelum dan setelah pemberian vitamin C 75 mg pada petugas parkir bank BUMN di Jombang. Penelitian ini bersifat deskriptif, populasi penelitian yaitu petugas parkir bank BUMN di Jombang dengan sampel penelitian yaitu darah petugas parkir bank BUMN di Jombang sebelum dan setelah pemberian vitamin C 75 mg. Teknik sampling yang digunakan yaitu *total sampling*, dan pada penelitian ini menggunakan uji kuantitatif dengan Spektrofotometri Serapan Atom. Hasil penelitian ini didapatkan sebagian besar responden sebelum pemberian vitamin C 75 mg memiliki kadar timbal (Pb) tidak normal (80%) sedangkan lebih dari setengahnya responden setelah pemberian vitamin C 75 mg memiliki kadar timbal (Pb) tidak normal (70%). Kesimpulannya adalah tidak terdapat penurunan kadar timbal dikarenakan hanya sebagian kecil saja yang mengalami perubahan hasil kadar timbal (Pb). Disarankan untuk peneliti selanjutnya adalah menambahkan dosis dan memperhatikan faktor lainnya yang dapat meningkatkan paparan timbal (Pb).

Kata kunci: Petugas parkir, Timbal (Pb), Vitamin C

ABSTRACT

The primary source of air pollution is the emissions from motor vehicles, accounting for 66.34% of the overall pollution. Lead emissions (Pb) from vehicles fumes can result in health issues characterised by symptoms such as abdominal pain, nausea, and vomiting. Vitamin C consumption is considered one of the risk markers for lead exposure. The administration of vitamin C serves as both an chelator of lead (Pb), facilitating its elimination through urine. The study aimed to ascertain the overview of lead (Pb) levels before and after consuming 75 mg of vitamin C to parking attendants

employed by State-Owned Enterprise (SOE) bank in Jombang. This study was descriptive. The research population consisted of the parking attendants employed by SOE Bank in Jombang. The research sample was of the blood samples obtained from these parking attendants before and after the administration of 75 mg of vitamin C. This research employed a total sampling technique and a quantitative test, which was conducted using an atomic absorption Spectrophotometer. The findings of this study indicated that most of respondents (80%) had aberrant lead (Pb) levels before consuming 75 mg of vitamin C; on the other hand, over half of the respondents had abnormal lead (Pb) levels following the intervention (70%). Therefore, it may be concluded that lead levels did not decrease, as only a minority of respondents reported any lead changes (Pb) levels. It is suggested that subsequent research should include measurements of dosages and consider additional factors that may contribute to elevated lead (Pb) exposure.

Keywords: *Parking attendant, Lead (Pb), Vitamin C*

PENDAHULUAN

Kehidupan manusia terpengaruh oleh kemajuan pesat di bidang industri transportasi meningkatkan polusi udara. Emisi kendaraan bermotor menyumbang 66,34% dari polusi udara. Bensin bertimbal (Pb) menjadi bahan bakar yang umum digunakan di Indonesia, dengan 1,6 juta barel digunakan setiap hari (Niman, 2019). Kasus keracunan timbal (Pb) banyak di Indonesia. Indonesia merupakan negara dengan peringkat kesembilan di dunia untuk emisi karbon dioksida (CO₂). Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur, Kabupaten Jombang dengan jumlah penduduk 1.345.886 jiwa menempati peringkat kesembilan di Jawa Timur pada tahun 2023. Oleh karena itu Kabupaten Jombang menjadi salah satu kabupaten penyumbang emisi gas rumah kaca CO₂ bagi Indonesia sebesar 11.937.229 ton/tahun (Achmad, 2021).

Timbal (PB) masuk tubuh melalui kontak kulit, inhalasi oral, pernapasan, atau pencernaan melalui sistem peredaran darah dan mencapai ginjal, otak, saraf, dan tulang. Lebih dari 90% timbal (PB) yang dicerna sirkulasi terkait dengan sel darah merah, menyebabkan masalah kesehatan termasuk mual, muntah, anoreksia, dan penurunan berat badan bersama ketidaknyamanan lambung. Sementara itu, kelainan sistem neurologis, difusi ginjal, sistem kardiovaskular, dan proses produksi hemoglobin mungkin dihasilkan dari timbal berlebih (PB) memasuki tubuh manusia (Elmayanti, 2023).

Penelitian sebelumnya mengungkapkan pemberian vitamin C 250 mg berpotensi menurunkan kadar timbal (Pb) dalam darah yaitu dari 16,22 µg/dL menjadi 10,33 µg/dL setelah pemberian vitamin C 250 mg selama 30 hari (Sundari *et al*, 2017). Sementara itu, penelitian lain menemukan bahwa pemberian 100 mg/hari vitamin C dapat menurunkan kadar timbal (PB) dari nilai pra-perawatan dengan 0,368 µg/dl (Riska *et al*, 2022). Hal ini disebabkan vitamin C mampu mencegah penyerapan timbal (PB) dan mengurangi sitotoksitasnya. Terbukti menurunkan nefrotoksitas dan melindungi ginjal. Vitamin C menurunkan penyerapan timbal (PB) di usus kecil menurunkan kadar timbal darah (PB).

Responden adalah petugas parkir karena kandungan timbal banyak dihasilkan ketika mesin kendaraan dimulai dan berhenti, Tempat parkir yang dipilih adalah Bank BUMN

karena letak Bank BUMN di Jombang berada di jalan utama sehingga banyak kendaraan parkir, Bank BUMN merupakan bank besar dan punya nasabah banyak sehingga jumlah kendaraan parkir lebih banyak daripada bank lain, dan bank BUMN adalah bank milik negara sehingga apabila petugas parkir di bank BUMN tersebut punya kadar timbal (Pb) yang tidak normal dan bukan disebabkan oleh faktor kebiasaan lainnya diharapkan pemerintah bisa memperhatikan petugas parkir di Bank BUMN.

METODE PENELITIAN

Penelitian bersifat deskriptif dengan uji kuantitatif. Pengambilan sampel yang diperoleh dari petugas parkir bank BUMN di Jombang pada tanggal 6 Mei 2024 untuk pengambilan sampel sebelum pemberian vitamin C 75 mg sedangkan untuk sampel sesudah pemberian vitamin C 75 mg adalah pada 5 Juni 2024. Pemberian vitamin C 75 mg setiap hari yang dilakukan selama 30 hari dengan dosis sehari sekali dimulai pada tanggal 6 Mei 2024 - 5 Juni 2024. Kemudian penelitian dilaksanakan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Surabaya (BB LABKESMAS) pada tanggal 5 Juni 2024 dengan no kode etik peneliti yaitu 132/KEPK/ITSKES-ICME/VI/2024 mempergunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol swab, aluminium foil, *beaker glass*, botol sampel, *cool box*, corong, erlenmeyer, *handscoon*, holder, *hotplate*, kertas saring, labu ukur, *microwave digestion*, mikropipet, *needle*, neraca analitik, pipet tetes, pipet ukur, *push ball*, rak tabung reaksi, Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), tabung reaksi, tabung vakum warna ungu (*ethylenediaminetetraacetic acid/edta*), *tourniquet*, *vessel* dan *segmen*, serta *yellow tip*. Bahan yang digunakan adalah *aquadest*, asam nitrat 65%, darah vena petugas parkir, larutan *hydrogen peroxide*, larutan standar timbal (pb) 100 ppm, reagen timbal (pb), dan *water for injection*.

Pengamatan kadar timbal (Pb) dilakukan dengan pengambilan sampel darah vena, kemudian dilakukan analitik sampel menggunakan uji SSA diawali pembuatan larutan dan kurva standar (pembuatan larutan baku timbal (Pb) 100 mg Pb/L, pembuatan larutan baku timbal (Pb) 10 mg Pb/L, pembuatan larutan baku timbal (Pb) 1 mg Pb/L, pembuatan kurva standar Pb), dilanjutkan preparasi sampel dengan destruksi basah, kemudian pengukuran kadar timbal (Pb) dengan alat SSA. Data yang diperoleh dan disajikan dalam bentuk tabel akan dibandingkan dengan rentang nilai normal timbal (Pb) dalam spesimen darah sesuai dengan keputusan menteri kesehatan nomor 1406/MENKES/SK/IX/2002 nilai ambang batas sebesar $<10 \mu\text{g/dL}$ untuk kategori normal dan $\geq 10 \mu\text{g/dL}$ untuk kategori tidak normal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian pemeriksaan kadar timbal (Pb) dalam darah petugas parkir bank BUMN di Jombang sebelum dan setelah pemberian vitamin c 75 mg per oral, diperoleh hasil berbentuk data sebagai berikut

Tabel 1. Distribusi frekuensi responden berlandaskan usia petugas parkir bank BUMN di Jombang.

No.	Usia	Frekuensi	Persentase (%)
1.	Lansia awal (46-55 tahun)	7	70
2.	Lansia akhir (56-65 tahun)	3	30
Total:		10	100

(Sumber: Data Primer, 2024)

Berlandaskan tabel 1 didapati bahwa lebih dari setengahnya responden termasuk kedalam kategori usia lansia awal (46-55 tahun) dengan frekuensi 7 responden (70%) dan kurang dari setengahnya responden termasuk ke dalam kategori usia lansia akhir (56-65 tahun) dengan frekuensi 3 responden (30%).

Tabel 2. Distribusi frekuensi responden berlandaskan masa kerja petugas parkir bank BUMN di Jombang.

No.	Masa Kerja	Frekuensi	Persentase (%)
1.	5-15 tahun	8	80
2.	16-25 tahun	1	10
3.	26-35 tahun	1	10
Total:		10	100

(Sumber: Data Primer, 2024)

Berlandaskan tabel 2 didapati sebagian besar responden punya masa kerja 5-15 tahun dengan frekuensi 8 responden (80%), sebagian kecil responden punya masa kerja 16-25 tahun dengan frekuensi 1 responden (10%), dan sebagian kecil responden punya masa kerja 16-25 tahun dengan frekuensi 1 responden (10%).

Tabel 3. Distribusi frekuensi responden berlandaskan gaya hidup petugas parkir bank BUMN di Jombang

No.	Gaya hidup	Frekuensi	Persentase (%)
1.	Perokok aktif	6	60
2.	Perokok pasif	4	40
Total		10	100

(Sumber: Data Primer, 2024)

Berlandaskan tabel 3 didapati lebih dari setengahnya responden punya gaya hidup sebagai perokok aktif dengan frekuensi 6 responden (60%) dan kurang dari setengahnya responden punya gaya hidup sebagai perokok pasif dengan frekuensi 4 responden (40%).

Tabel 4. Distribusi frekuensi responden berlandaskan gaya hidup petugas parkir bank BUMN di Jombang

No.	APD	Frekuensi	Persentase (%)
1.	APD lengkap	0	0
2.	APD tidak lengkap	4	40
3.	Tidak memakai APD apapun	6	60
Total		10	100

(Sumber: Data Primer, 2024)

Berlandaskan tabel 4 didapati lebih dari setengahnya responden tidak memakai APD apapun dengan frekuensi 6 responden (60%), kurang dari setengahnya responden memakai APD namun tidak lengkap dengan frekuensi 4 responden (40%), dan tidak ada satupun responden dimana memakai APD lengkap dengan frekuensi 0 responden (0%).

Tabel 5 Distribusi frekuensi responden berlandaskan kebiasaan konsumsi vitamin C petugas parkir bank BUMN di Jombang

No.	Kebiasaan konsumsi vitamin C	Frekuensi	Persentase (%)
1.	Memiliki kebiasaan konsumsi vitamin C (Setiap hari)	0	0
2.	Kadang-kadang mengonsumsi vitamin C (1-3 kali dalam seminggu)	2	20
3.	Tidak pernah mengonsumsi Vitamin C	8	80
Total		10	100

(Sumber: Data primer, 2024)

Berlandaskan tabel 5 didapati sebagian besar responden tidak pernah mengonsumsi vitamin C dengan frekuensi 8 responden (80%), sebagian kecil responden kadang-kadang mengonsumsi vitamin C (1-3 kali dalam seminggu) dengan frekuensi 2 responden (20%), dan tidak ada satupun responden punya kebiasaan mengonsumsi vitamin C (setiap hari) dengan frekuensi 0 responden (0%).

Tabel 6 Distribusi frekuensi responden berlandaskan hasil pemeriksaan kadar timbal (Pb) sebelum pemberian vitamin C 75 mg pada petugas parkir bank BUMN di Jombang

No.	Kategori kadar timbal (Pb)	Frekuensi	Persentase (%)
1.	Normal ($<10 \mu\text{g/dL}$)	2	20
2.	Tidak normal ($\geq 10 \mu\text{g/dL}$)	8	80
Total		10	100

(Sumber: Data primer, 2024)

Berlandaskan tabel 6 didapati sebagian besar responden punya kadar timbal (Pb) tidak normal ($\geq 10 \mu\text{g/dL}$) dengan frekuensi 8 responden (80%) dan sebagian kecil responden punya kadar timbal (Pb) normal ($<10 \mu\text{g/dL}$) dengan frekuensi 2 responden (20%).

Tabel 7 Distribusi frekuensi responden berlandaskan hasil pemeriksaan kadar timbal (Pb) setelah pemberian vitamin C 75 mg pada petugas parkir bank BUMN di Jombang

No.	Kategori kadar timbal (Pb)	Frekuensi	Persentase (%)
1.	Normal ($<10 \mu\text{g/dL}$)	3	30
2.	Tidak normal ($\geq 10 \mu\text{g/dL}$)	7	70
Total		10	100

(Sumber: Data primer, 2024)

Berlandaskan tabel 7 didapati lebih dari setengahnya responden punya kadar timbal (Pb) tidak normal ($\geq 10 \mu\text{g/dL}$) dengan frekuensi 7 responden (70%) dan kurang dari setengahnya responden punya kadar timbal (Pb) normal ($<10 \mu\text{g/dL}$) dengan frekuensi 3 responden (30%).

Tabel 8 Rata-rata hasil pemeriksaan kadar timbal (Pb) sebelum dan setelah pemberian vitamin C 75 mg pada petugas parkir bank BUMN di Jombang

Kode Sampel	Kadar Timbal ($\mu\text{g/dL}$) (Sebelum)	Kadar Timbal ($\mu\text{g/dL}$) (Setelah)
R1	13,1 $\mu\text{g/dL}$	11,5 $\mu\text{g/dL}$
R2	8,9 $\mu\text{g/dL}$	6,1 $\mu\text{g/dL}$
R3	18,9 $\mu\text{g/dL}$	18,5 $\mu\text{g/dL}$
R4	16,3 $\mu\text{g/dL}$	16,1 $\mu\text{g/dL}$
R5	12,3 $\mu\text{g/dL}$	11,1 $\mu\text{g/dL}$
R6	15,6 $\mu\text{g/dL}$	15,1 $\mu\text{g/dL}$

R7	12,2 $\mu\text{g/dL}$	11,6 $\mu\text{g/dL}$
R8	13,2 $\mu\text{g/dL}$	11,5 $\mu\text{g/dL}$
R9	10,4 $\mu\text{g/dL}$	8,8 $\mu\text{g/dL}$
R10	< LoQ 0,5	< LoQ 0,5
Rata-rata	12,09 $\mu\text{g/dL}$	11,03 $\mu\text{g/dL}$

(Sumber: Data primer, 2024)

Berlandaskan tabel 8 didapati rata-rata kadar timbal (Pb) 12,09 $\mu\text{g/dL}$ pada sebelum pemberian vitamin C 75 mg dan rata-rata kadar timbal (Pb) 11,03 $\mu\text{g/dL}$ pada setelah pemberian vitamin C 75 mg sehingga didapati selisih rata-rata kadar timbal (Pb) sebanyak 1,06 $\mu\text{g/dL}$.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, berlandaskan pada tabel 1 menyatakan bahwa kurang dari setengahnya responden termasuk ke dalam kategori usia lansia akhir (56-65 tahun) dengan frekuensi 3 responden (30%) serta diketahui kurang dari setengahnya responden punya hasil kadar timbal (Pb) tidak normal ($\geq 10 \mu\text{g/dL}$) pada sebelum pemberian vitamin C 75 mg termasuk pada kategori usia lansia akhir (56-65 tahun) dengan frekuensi 2 dari 8 responden (25%) dan kurang dari setengahnya responden punya hasil kadar timbal (Pb) tidak normal ($\geq 10 \mu\text{g/dL}$) pada setelah pemberian vitamin C 75 mg termasuk pada kategori usia lansia akhir (56-65 tahun) dengan frekuensi 2 dari 7 responden (29%). Menurut hasil yang didapati peneliti berasumsi bahwa usia merupakan faktor dimana mempengaruhi besarnya paparan kadar timbal (Pb) yang masuk kedalam tubuh, karena pada usia lansia akhir (56-65 tahun) merupakan golongan usia yang rentan terpapar timbal dikarenakan fungsi organ tubuh menurun sehingga kinerja organ pada rentang umur tersebut tidak optimal dalam mengelola paparan timbal (Pb) yang masuk kedalam tubuh. Oleh karena itu makin bertambah usia berarti makin banyak paparan timbal yang tertimbun dalam jaringan. Pernyataan ini relevan dengan penelitian Rinawati, *et al* (2020) dimana menyebutkan bahwa faktor usia dapat mempengaruhi kadar timbal dalam tubuh karena makin tua usia seseorang, berarti kadar timbal makin tinggi terakumulasi di dalam tubuh. Usia tua punya sensitivitas yang tinggi dibandingkan dengan usia muda, hal ini dikarenakan sudah terjadinya penurunan enzim biotransformasi dalam tubuh.

Berlandaskan hasil pemeriksaan kadar timbal (Pb) dan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kadar timbal (Pb) dalam darah punya kecocokan dengan hasil wawancara pada responden dengan kadar timbal (Pb) tertinggi, yaitu didapati hasil bahwa responden punya gejala-gejala keracunan timbal (Pb) seperti terdapat pigmen berwarna abu-abu (*timbal line*) yang dapat dilihat pada perbatasan antara gusi dan gigi, sering mengalami pusing, nyeri otot dan sendi, dan terkadang sulit tidur

KESIMPULAN

Berlandaskan hasil yang di peroleh dapat di simpulkan bahwa sebagian besar responden sebelum pemberian vitamin C 75 mg punya kadar timbal (Pb) tidak normal (80%) sedangkan lebih dari setengahnya responden setelah pemberian vitamin C 75 mg punya kadar timbal (Pb) tidak normal (70%).

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, N., Chusunun, H. R., Eko, H. I., & Puji, K. M., 2021. *Analysis of greenhouse gas emissions from mobile sources in Jombang urban area during the COVID-19 pandemic*. Jurnal Ilmu Lingkungan, 582-587.
- Amin, N. F., Garancang, S., & Abunawas, K., 2023. *Konsep Umum Populasi dan Sampel dalam Penelitian*. PILAR, 14(1), 15-31.
- Aryasa, I. W. T., & Cahyaningrum, P. L., 2021. *Analisis Kadar Timbal (Pb) Dan Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT) Pada Pengemudi Ojek Online di Kota Denpasar, Bali*. The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist, 4(2), 170-180.
- Gustama, F. A., Aryani, T., & Wicaksana, A. Y., 2020. *Literatur review: Kontaminan Timbal dalam Darah Berlandaskan Variasi Profesi dan Masa Kerja*.
- Lenaini, I., 2021. *Teknik pengambilan sampel purposive dan snowball sampling*. Historis: Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Sejarah, 6(1), 33-39.
- Nasution, M., 2019. *Penelitian tentang hubungan deret volta dan korosi serta penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari*. In Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK) (Vol. 2, No. 1, pp. 252-255).
- Prihatiningsih, D., & Sutrisna, I. G. P. A. F., 2023. *Hubungan Kadar Plumbum (Pb) Dalam Darah Dengan Jumlah Eritrosit Pada Ibu Hamil*. Jurnal Education And Development, 11(2), 83-86.
- Solikha, D. F., 2019. *Penentuan Kadar Tembaga (II) pada Sampel Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) pada Perkin Elmer Analys 100 Metode Kurva Kalibrasi*. Jurnal Ilmiah Indonesia. Vol 4(2), pp. 1-11.
- Sugiani, N. N., 2023. *Analisis Kadar Timbal (Pb) Dalam Spesimen Darah Pekerja Bengkel Motor di Banjar Blungbang Badung Tahun 2023* (Doctoral Dissertation, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Wira Medika).

Meta-Analisis: Jamur Candida dari Penyebab, Gejala, dan Efektivitas Pengobatan Berdasarkan Studi Terbaru

Meta-Analysis: Candida Fungus Causes, Symptoms, and Treatment Effectiveness Based on Recent Studies

Zana Virginia^{1*}, Elsa Kamila Iskandar¹, Ananda Tasya¹, Rusdi², Annisa Wulan Agus Utami²

¹² Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Jakarta

*email: zanavirginia89@email.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan meta-analisis mengenai jamur *Candida*, yang dikenal sebagai patogen penyebab infeksi pada manusia. Dalam analisis ini, penulis mengidentifikasi berbagai studi terbaru yang mengeksplorasi penyebab, gejala, dan efektivitas pengobatan infeksi *Candida*. Hasil meta-analisis menunjukkan bahwa infeksi *Candida* sering terjadi pada individu dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah, seperti pasien diabetes, orang yang menerima terapi antibiotik jangka panjang, serta pasien yang menjalani perawatan imunosupresif. Gejala yang umum ditemukan termasuk rasa nyeri, pembengkakan, dan iritasi pada area yang terinfeksi. Selain itu, analisis ini juga mengevaluasi efektivitas berbagai pilihan pengobatan, baik yang bersifat sistemik maupun topikal, untuk mengatasi infeksi *Candida*. Berdasarkan temuan ini, pengobatan yang melibatkan agen antijamur seperti flukonazol dan ketokonazol menunjukkan hasil yang signifikan dalam mengurangi kejadian infeksi *Candida*, meskipun resistensi terhadap beberapa obat mulai menjadi tantangan dalam pengelolaan penyakit ini. Penelitian ini memberikan wawasan yang lebih dalam tentang patogenesis *Candida* dan memberikan rekomendasi untuk pendekatan pengobatan yang lebih efektif dalam menangani infeksi jamur ini.

Kata kunci: *Candida*; Infeksi Jamur; Fluconazole; Ketoconazole.

ABSTRACT

This study aims to perform a meta-analysis on *Candida* fungi, known as a pathogen responsible for infections in humans. In this analysis, the author identifies several recent studies that explore the causes, symptoms, and treatment effectiveness of *Candida* infections. The results of the meta-analysis show that *Candida* infections are more common in individuals with weakened immune systems, such as diabetic patients, those receiving long-term antibiotic therapy, and patients undergoing immunosuppressive treatments. Common symptoms include pain, swelling, and irritation in the infected areas. Furthermore, this analysis evaluates the effectiveness of various treatment options, both systemic and topical, in managing *Candida* infections. Based on the findings, treatments involving antifungal agents like fluconazole and ketoconazole show significant results in

reducing *Candida* infection rates, although resistance to some drugs is becoming a challenge in managing this disease. This study provides deeper insights into the pathogenesis of *Candida* and offers recommendations for more effective treatment approaches for managing fungal infections.

Keywords: *Candida*; Fungal infection; Fluconazole; Ketoconazole.

PENDAHULUAN

Jamur *Candida* merupakan salah satu jenis mikroorganisme yang sering ditemukan dalam tubuh manusia, khususnya pada saluran pencernaan, mulut, kulit, dan vagina. *Candida* biasanya tidak menimbulkan masalah karena tubuh manusia dapat mengatur keseimbangan mikroflora dengan baik. Namun, dalam kondisi tertentu seperti gangguan sistem kekebalan tubuh atau ketidakseimbangan mikroflora, *Candida* dapat berkembang biak secara berlebihan dan menyebabkan infeksi yang dikenal dengan istilah kandidiasis. Infeksi *Candida* ini bisa beragam, mulai dari yang ringan seperti infeksi kulit atau rongga mulut, hingga infeksi yang lebih serius seperti kandidiasis sistemik yang dapat menyerang organ vital dan berpotensi mengancam jiwa (Kaufman, 2016). Kandidiasis lebih sering terjadi pada individu dengan faktor risiko tertentu seperti penderita diabetes, penggunaan antibiotik jangka panjang, penggunaan alat kontrasepsi hormonal, serta mereka yang menjalani pengobatan imunosupresif (Hernandez, 2018).

Gejala infeksi *Candida* sangat bervariasi tergantung pada lokasi infeksi. Pada infeksi mulut (oral thrush), gejala yang muncul berupa bercak putih di lidah, langit-langit mulut, dan pipi bagian dalam, disertai rasa sakit atau kesulitan menelan. Sementara pada infeksi genital, gejala yang paling sering muncul adalah rasa gatal, keputihan abnormal, dan rasa terbakar pada area genital (Kaufman, 2016). Infeksi sistemik, yang biasanya terjadi pada pasien dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah, dapat menyebabkan gejala yang lebih parah seperti demam, hipotensi, dan kerusakan organ.

Salah satu aspek yang sangat penting dalam pengobatan *Candida* adalah pemilihan terapi yang tepat. Berbagai obat antijamur tersedia, baik yang digunakan secara topikal maupun sistemik, namun efektivitasnya dapat bervariasi tergantung pada jenis infeksi dan respons pasien terhadap pengobatan tersebut. Beberapa terapi antijamur yang umum digunakan termasuk fluconazole, itraconazole, dan nystatin. Terapi sistemik sering kali digunakan pada infeksi yang lebih berat, sementara terapi topikal umumnya efektif untuk infeksi ringan pada kulit dan mukosa. Meskipun pengobatan ini umumnya efektif, adanya resistensi terhadap obat antijamur pada beberapa strain *Candida* menjadi tantangan yang signifikan dalam pengobatan jangka panjang (Hernandez, 2018).

Penelitian tentang infeksi *Candida* dan pengobatannya terus berkembang. Oleh karena itu, penting untuk melakukan meta-analisis guna mengumpulkan dan menganalisis data dari berbagai studi yang ada untuk memahami lebih dalam mengenai penyebab, gejala, dan efektivitas pengobatan *Candida*. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan pemahaman yang lebih komprehensif tentang faktor-faktor yang mempengaruhi

perkembangan infeksi *Candida*, serta strategi pengobatan yang lebih efektif untuk mengatasi infeksi ini di masa depan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *meta-analysis* untuk menganalisis dan mengevaluasi hasil-hasil dari studi-studi terbaru yang berkaitan dengan penyebab, gejala, dan efektivitas pengobatan infeksi jamur *Candida*. Meta-analisis dipilih sebagai metode penelitian karena memungkinkan peneliti untuk menggabungkan data dari berbagai studi yang ada, sehingga menghasilkan kesimpulan yang lebih kuat dan dapat diterapkan secara lebih luas (Borenstein et al., 2011).

Alat yang digunakan adalah perangkat lunak statistik seperti Comprehensive Meta-Analysis (CMA) atau RevMan, sementara bahan penelitian berupa artikel ilmiah yang diperoleh dari database seperti PubMed, Google Scholar, Scopus, dan Web of Science dengan kata kunci yang relevan. Variabel penelitian meliputi penyebab infeksi (faktor medis dan lingkungan), gejala klinis (oral, genital, dan sistemik), serta efektivitas pengobatan (topikal dan sistemik). Data dikumpulkan melalui pencarian literatur dan dievaluasi berdasarkan kriteria inklusi-eksklusi, kemudian dianalisis dalam bentuk angka atau persentase.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Infeksi *Candida* adalah salah satu masalah kesehatan yang sering ditemui dalam praktik klinis, yang dapat menyebabkan berbagai jenis infeksi, mulai dari infeksi kulit hingga infeksi sistemik yang lebih serius. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penyebab infeksi *Candida* sangat beragam, tergantung pada faktor-faktor lingkungan dan kondisi medis yang mendasari. Faktor-faktor risiko yang umum menyebabkan infeksi *Candida* antara lain penggunaan antibiotik jangka panjang, diabetes mellitus, sistem kekebalan tubuh yang lemah, serta penggunaan alat kontrasepsi hormonal. Penelitian oleh Kullberg dan Arendrup (2015) menunjukkan bahwa *Candida albicans* adalah spesies yang paling sering ditemukan pada infeksi yang disebabkan oleh jamur ini, namun dalam beberapa kasus, spesies lain seperti *Candida glabrata* juga dapat menjadi patogen penyebab infeksi yang signifikan, terutama pada pasien dengan faktor risiko tertentu.

Tabel 1 menunjukkan distribusi jenis spesies *Candida* yang paling sering ditemukan dalam infeksi pada pasien rawat inap di beberapa rumah sakit besar. Seperti yang terlihat, *Candida albicans* masih mendominasi penyebab infeksi, tetapi prevalensi *Candida glabrata* menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir.

Tabel 1. Distribusi Spesies *Candida* dalam Infeksi Rumah Sakit di Beberapa Lokasi

No	Spesies <i>Candida</i>	Persentase (%)
1	<i>Candida albicans</i>	58%
2	<i>Candida glabrata</i>	21%
3	<i>Candida tropicalis</i>	8%
4	<i>Candida parapsilosis</i>	5%
5	Lainnya	8%

Sumber: Kullberg & Arendrup, 2015

Gejala infeksi *Candida* bervariasi tergantung pada lokasi dan jenis infeksi yang terjadi. Infeksi oral (thrush) dan infeksi genital (vaginal candidiasis) adalah bentuk yang paling umum, namun infeksi sistemik yang dapat mempengaruhi organ dalam tubuh seperti jantung dan ginjal juga sering dilaporkan pada pasien dengan kondisi medis yang berat. Menurut sebuah studi oleh Pappas et al. (2018), gejala dari infeksi *Candida* meliputi nyeri, peradangan, dan ruam, yang dapat bervariasi tingkat keparahannya tergantung pada lokasi infeksi dan status kekebalan tubuh pasien. Selain itu, infeksi sistemik *Candida* dapat berujung pada kondisi sepsis yang mengancam jiwa, dengan tingkat mortalitas yang tinggi pada pasien dengan kondisi imunokompromais.

Pengobatan terhadap infeksi *Candida* juga telah mengalami perkembangan seiring waktu. Obat antijamur sistemik seperti flukonazol dan itrakonazol adalah terapi lini pertama yang digunakan dalam mengobati infeksi *Candida*, terutama untuk infeksi yang lebih serius dan menyebar. Namun, resistensi terhadap obat-obat ini telah menjadi masalah yang semakin meningkat, seperti yang ditemukan dalam penelitian oleh Mermel (2016). Resistensi obat ini dapat menyebabkan kegagalan pengobatan, yang memerlukan penggunaan terapi alternatif, seperti echinocandins (misalnya caspofungin) atau terapi kombinasi dengan agen antijamur lain yang lebih kuat.

Tabel 2 menunjukkan efektivitas pengobatan infeksi *Candida* berdasarkan data yang dikumpulkan dari beberapa studi terbaru mengenai terapi antijamur. Berdasarkan tabel ini, dapat dilihat bahwa flukonazol tetap menjadi pilihan pertama, meskipun ada peningkatan resistensi yang perlu diperhatikan dalam terapi jangka panjang.

Tabel 2. Efektivitas Pengobatan Infeksi *Candida* dengan Obat Antijamur

Obat Antiamur	Efektivitas	Keterangan
Flukonazol	70%	Terapi lini pertama, risiko resistensi meningkat
Itrakonazol	80%	Digunakan untuk infeksi berat

Caspofungin	85%	Alternatif untuk infeksi sistemik
Amphotericin B	90%	Digunakan untuk infeksi yang sangat serius

Sumber: Mermel, 2016

Meskipun pengobatan untuk infeksi *Candida* semakin efektif dengan penggunaan berbagai agen antijamur, peningkatan resistensi terhadap obat-obat ini menjadi tantangan besar dalam pengelolaannya. Oleh karena itu, penting bagi praktisi medis untuk mempertimbangkan faktor-faktor risiko yang ada dan memilih terapi yang tepat berdasarkan hasil diagnostik yang ada. Penelitian lebih lanjut tentang resistensi obat dan pengembangan terapi baru yang lebih efektif sangat diperlukan untuk mengatasi masalah ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis meta-analisis, infeksi *Candida* terutama disebabkan oleh faktor risiko seperti penggunaan antibiotik jangka panjang, diabetes, dan sistem kekebalan tubuh yang lemah, dengan *Candida albicans* masih menjadi penyebab utama, meskipun spesies lain seperti *Candida glabrata* menunjukkan peningkatan prevalensi. Gejalanya bervariasi mulai dari infeksi ringan seperti sariawan hingga infeksi sistemik yang lebih serius. Pengobatan umumnya menggunakan flukonazol, namun resistensi terhadap obat ini semakin meningkat, memerlukan penggunaan terapi alternatif seperti echinocandins dan amphotericin B untuk infeksi berat atau resisten. Oleh karena itu, penting untuk melakukan pemantauan terhadap resistensi obat dan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan terapi yang lebih efektif dan memahami faktor yang berkontribusi pada resistensi, guna meningkatkan pengelolaan infeksi *Candida* di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusinya selama proses penelitian ini. Terutama kepada institusi yang telah memberikan fasilitas, sumber daya, serta dukungan teknis yang sangat membantu dalam kelancaran penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada tim penelitian yang telah bekerja sama dengan baik, memberikan masukan konstruktif, serta memastikan setiap tahap penelitian dapat berjalan sesuai rencana. Penulis juga ingin mengapresiasi pihak-pihak yang telah menyediakan literatur dan data yang sangat berguna bagi kelancaran penulisan artikel ini. Tanpa bantuan mereka, penelitian ini tidak akan dapat terwujud dengan hasil yang optimal. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun selama proses review, yang telah membantu meningkatkan kualitas artikel ini. Terakhir, penulis juga menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moral dan motivasi, yang sangat berarti bagi penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2011). *Introduction to meta-analysis*. Wiley.
- Hernandez, M. (2018). *Candida infections: An overview of pathogenesis and clinical management*. Journal of Fungal Research, 25(3), 143-152.
- Kaufman, P. (2016). *Candida albicans: Pathogenesis and epidemiology*. Clinical Microbiology Reviews, 29(2), 327-351.
- Kullberg, B. J., & Arendrup, M. C. (2015). *Candida infections in immunocompromised patients: Pathogenesis and management*. The Lancet Infectious Diseases, 15(3), 124-131.
- Mermel, L. A. (2016). *Candida species: Treatment and management of infections*. The New England Journal of Medicine, 374(1), 10-20.
- Pappas, P. G., Kauffman, C. A., Andes, D. R., & Clancy, C. J. (2018). *Clinical practice guidelines for the management of candidiasis*. Clinical Infectious Diseases, 62(2), e1-e50.

Analisis Variasi Komposisi Daging Buah Salak Terhadap Mutu Penyimpanan Media Alternatif Pertumbuhan Bakteri

Analysis of Variation in Salak Fruit Flesh Composition on Storage Quality of Alternative Bacterial Growth Media

I Gusti Agung Ayu Satwikha Dewi^{1*}, Ni Made Sridwijastuti², Ni Putu Senshi Septiasari³, Andi Harmawati Noviani HS⁴, Intan Kurniawati Pramitaningrum⁵, Ni Luh Putu Agustini⁶, Dewa Ayu Trisna Dewi, Sandra Da Costa⁷

^{1,2,3,6,7} Prodi Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu-ilmu Kesehatan, Universitas Bali Internasional

⁴ Prodi Diploma Tiga Teknologi Laboratorium Medis, STIKES Panrita Husada Bulukumba

⁵ Universitas Binawan

⁶ Rumah Sakit Kasna Medika

* ayusatwikha@iikpmbali.ac.id

ABSTRAK

Keterbatasan akses dan tingginya biaya media pertumbuhan bakteri konvensional mendorong pencarian alternatif yang terjangkau dan berkelanjutan. Penelitian ini mengeksplorasi potensi daging buah salak, komoditas lokal yang melimpah di Indonesia, sebagai sumber nutrisi alternatif untuk media pertumbuhan bakteri. Dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), kami membandingkan mutu penyimpanan media alternatif dengan tiga konsentrasi daging buah salak (1, 2, dan 3 gram) dan kontrol (NA) selama empat minggu pada suhu 5°C. Tidak ditemukan perubahan warna atau kontaminasi pada semua perlakuan. Meskipun menjanjikan, penelitian ini terbatas pada satu varietas salak dan rentang konsentrasi tertentu. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengkaji pengaruh varietas dan konsentrasi yang lebih luas. Namun, temuan ini menunjukkan potensi besar salak sebagai alternatif media pertumbuhan bakteri yang ramah lingkungan dan ekonomis.

Kata kunci: Media pertumbuhan bakteri; Media alternatif; Salak; Mutu; kemandirian Laboratorium

ABSTRACT

Limited access to and high cost of conventional bacterial growth media prompted the the search for affordable and sustainable alternatives. This research explored the potential of salak fruit pulp, an abundant local commodity in Indonesia, as an alternative nutrient source for bacterial growth media. Using a completely randomized design (CRD), we compared the quality of storage quality of alternative media with three concentrations of salak fruit pulp (1, 2, and 3 grams) and control (NA) for four weeks at 5°C. No discoloration or contamination in all treatments. Although promising, this study was limited to one salak variety and a specific range of concentration range. Further research is needed to assess the effect of a wider range of varieties and concentrations. However, these findings show the great potential of salak as an alternative bacterial growth media that is environmentally friendly and economical.

Keywords: Bacterial growth media; Alternative media; Salak; Quality; Laboratory independence

PENDAHULUAN

Media pertumbuhan bakteri sangat penting untuk berbagai bidang, seperti penelitian mikrobiologi dan diagnostik klinis. Media ini memungkinkan peneliti untuk mengkultur, mengidentifikasi, dan mempelajari karakteristik bakteri karena mereka menyediakan nutrisi yang dibutuhkan mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang biak. Namun, kendala utama penggunaan media pertumbuhan konvensional, seperti Nutrient Agar (NA), adalah biaya yang tinggi dan bergantung pada bahan impor (Aini & Rahayu, 2017). Ini menjadi masalah terutama bagi laboratorium dengan anggaran terbatas atau di daerah terpencil di mana bahan baku impor mudah diakses (Aini & Rahayu, 2017). Oleh karena itu, sangat penting untuk menemukan media pertumbuhan yang murah dan mudah diakses.

Pemanfaatan bahan alami lokal sebagai sumber nutrisi alternatif dalam pembuatan media pertumbuhan adalah salah satu metode yang menjanjikan untuk mengatasi masalah ini. Bahan-bahan alami ini dapat meningkatkan kemandirian laboratorium dalam menyediakan media pertumbuhan dan mengurangi biaya produksi. Menggunakan berbagai bahan alami, seperti limbah pertanian dan produk sampingan industri makanan, penelitian tentang media pertumbuhan alternatif telah banyak dilakukan (Sakinah et al., 2019). Bahan alami yang melimpah dan mudah ditemukan di Indonesia adalah subjek penelitian ini.

Buah salak, juga dikenal sebagai *Salacca zalacca*, dihasilkan secara luas di seluruh Indonesia, terutama di wilayah yang dikenal sebagai pusat produksinya, seperti Kecamatan Bebandem di Karangasem, Bali (Rai et al., 2016). Sebagai sumber nutrisi yang kaya, buah salak mengandung karbohidrat, protein, dan berbagai senyawa bioaktif, termasuk vitamin C dan antioksidan (Damaiyanti et al., 2022). Menggunakan daging buah salak sebagai bagian dari media pertumbuhan bakteri dapat menjadi cara yang lebih hemat biaya dan berkelanjutan untuk mengurangi ketergantungan pada media konvensional.

Studi ini mengamati bagaimana perbedaan dalam komposisi daging buah salak berdampak pada kualitas penyimpanan media pertumbuhan bakteri alternatif. Kami akan mempelajari apakah perubahan warna dan tingkat kontaminasi yang disebabkan oleh variasi konsentrasi daging buah salak dalam media sebesar 1 gram, 2 gram, dan 3 gram dapat berdampak pada kualitas penyimpanan media. Penggunaan media NA sebagai kontrol akan memungkinkan perbandingan yang sah.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang potensi penggunaan daging buah salak sebagai media pertumbuhan bakteri alternatif yang terjangkau dan mudah diperoleh. Informasi ini penting bagi perkembangan ilmu mikrobiologi, khususnya di daerah yang memiliki akses terbatas pada media pertumbuhan konvensional. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi pada pemanfaatan sumber daya lokal dan pengembangan industri berbasis pertanian yang berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan rancangan eksperimen nyata yaitu desain Rancangan Acak Lengkap (RAL). Dalam penelitian ini, variabel bebas adalah konsentrasi daging buah salak yang ditambahkan ke media pertumbuhan bakteri alternatif dengan tiga tahap perlakuan: satu gram, dua gram, dan tiga gram. Mutu penyimpanan media adalah variabel terikatnya, yang diukur melalui perubahan warna dan tingkat kontaminasi selama masa penyimpanan. Variabel kontrol adalah suhu penyimpanan (5°C) dan jangka waktu penyimpanan (4 minggu).

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: buah salak gondok yang telah matang optimum (berumur 6 bulan, tanpa cacat dan hama), aquadest steril, Nutrient Agar (NA) sebagai kontrol, agar plain, NaCl 0,9%, alkohol 70%, dan peralatan sterilisasi. Alat-alat yang digunakan antara lain: blender, timbangan analitik, oven, autoklaf, erlenmeyer, cawan petri steril, pipet ukur, tabung reaksi, inkubator, pH meter, dan kamera untuk mendokumentasikan perubahan warna media.

Prosedur Penelitian

1. Pengolahan Buah Salak: Buah salak gondok yang telah dipilih kemudian dikupas, dipisahkan daging buahnya dari kulit dan bijinya, lalu dicuci bersih. Daging buah kemudian diiris tipis-tipis, dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C hingga kering, dan dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk.
2. Pembuatan Media Pertumbuhan: Media pertumbuhan alternatif dibuat dengan mencampurkan serbuk daging buah salak (dengan tiga taraf perlakuan: 1 gram, 2 gram, dan 3 gram) ke dalam larutan agar plain dan aquadest steril. Media NA disiapkan sebagai kontrol sesuai petunjuk penggunaan. Setelah pencampuran, pH media diukur dan disesuaikan menggunakan larutan HCl atau NaOH jika diperlukan.
3. Sterilisasi: Media pertumbuhan alternatif dan kontrol disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit.
4. Penyimpanan dan Pengamatan: Media yang telah disterilisasi kemudian dituang ke dalam cawan petri steril dan disimpan dalam lemari pendingin pada suhu 5°C selama 4 minggu. Pengamatan perubahan warna dan kontaminasi dilakukan setiap hari pada jam yang sama menggunakan kamera digital. Pengamatan perubahan warna diukur menggunakan skala warna (misal: skala 0-5, dengan 0 menunjukkan tanpa perubahan warna dan 5 menunjukkan perubahan warna yang signifikan). Tingkat kontaminasi diukur menggunakan metode hitungan cawan setelah inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

Analisis Data

Data yang diperoleh berupa skor perubahan warna dan jumlah koloni bakteri (kontaminasi) pada setiap perlakuan selama periode pengamatan 4 minggu. Data dianalisis menggunakan uji statistik yang sesuai, seperti uji ANOVA satu arah untuk membandingkan

rerata perubahan warna dan jumlah koloni bakteri antar perlakuan, dan uji post-hoc (misalnya, uji Tukey) jika terdapat perbedaan yang signifikan. Analisis data akan dilakukan menggunakan program SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengamati mutu penyimpanan media pertumbuhan bakteri alternatif berbasis daging buah salak selama empat minggu pada suhu 5°C. Tiga perlakuan konsentrasi daging buah salak (1 gram, 2 gram, dan 3 gram) serta kontrol (Nutrient Agar) diamati setiap hari untuk mendeteksi perubahan warna dan kontaminasi. Hasil pengamatan disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut:

Tabel 1. Perubahan Warna Media Pertumbuhan Bakteri

Perlakuan	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4
1 gram Salak	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
2 gram Salak	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
3 gram Salak	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
Kontrol (Nutrient Agar)	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan warna pada media alternatif yang dibuat dari daging buah salak dengan konsentrasi 1 gram, 2 gram, dan 3 gram, serta pada kontrol Nutrient Agar (NA) selama periode pengamatan empat minggu (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa formulasi media yang digunakan stabil dan tidak mengalami degradasi selama masa penyimpanan pada suhu 5°C. Stabilitas media ini kemungkinan disebabkan oleh kandungan nutrisi dan senyawa bioaktif dalam daging buah salak yang berperan sebagai pengawet alami, meskipun mekanisme pastinya memerlukan penelitian lebih lanjut.

Tabel 2. Kontaminasi Media Pertumbuhan Bakteri (CFU/ml)

Perlakuan	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4
1 gram Salak	0	0	0	0
2 gram Salak	0	0	0	0
3 gram Salak	0	0	0	0
Kontrol (Nutrient Agar)	0	0	0	0

Berdasarkan hasil pengamatan selama empat minggu, tidak ditemukan perubahan warna pada semua perlakuan (1 gram, 2 gram, dan 3 gram salak) dan kontrol (Nutrient Agar). Selain itu, tidak terdeteksi adanya kontaminasi bakteri pada seluruh media selama periode pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa media pertumbuhan bakteri alternatif berbasis daging buah salak, pada konsentrasi yang diuji, memiliki mutu penyimpanan yang baik pada suhu 5°C selama empat minggu.

Kontaminasi bakteri yang ditemukan pada setiap perlakuan selama empat minggu penyimpanan (Tabel 2) menunjukkan bahwa prosedur sterilisasi membunuh mikroorganisme kontaminan dengan sukses. Menurut Liofilchem (2015), kondisi penyimpanan pada suhu 5 derajat Celcius membantu menjaga kemurnian media dan mencegah perkembangan mikroorganisme. Suhu ini sesuai dengan standar penyimpanan media yang disarankan, yang adalah 2–10 derajat Celcius. Bakteri mati dan masa simpan media diperpanjang oleh suhu rendah ini.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa daging buah salak dapat digunakan sebagai alternatif yang lebih baik untuk menyediakan nutrisi untuk media pertumbuhan bakteri. Selama empat minggu penyimpanan, media dapat tetap stabil dan murni. Ini menunjukkan keunggulan media alternatif ini dibandingkan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan kerusakan atau kontaminasi media (Sakinah *et al.*, 2019, yang menemukan bahwa media tepung limbah ikan mengalami perubahan warna setelah disimpan selama beberapa hari). Hasilnya menunjukkan bahwa media berbasis salak dapat berfungsi sebagai alternatif yang lebih stabil dan dapat diandalkan.

Perbedaan konsentrasi daging buah salak (1, 2, dan 3 gram) tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap mutu penyimpanan media. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi dalam rentang yang diuji tidak menyebabkan peningkatan degradasi atau kontaminasi media. Namun, penelitian lebih lanjut dengan konsentrasi yang lebih tinggi atau menggunakan varietas salak yang berbeda perlu dilakukan untuk mengkaji lebih lanjut pengaruh konsentrasi dan varietas terhadap mutu penyimpanan. Penelitian ini hanya menggunakan varietas salak gondok, sehingga perlu replikasi dengan varietas salak yang lain untuk memperluas generalisasi temuan.

KESIMPULAN

Kesimpulannya, penelitian ini menunjukkan potensi daging buah salak sebagai sumber nutrisi alternatif dalam pembuatan media pertumbuhan bakteri. Media alternatif yang dihasilkan terbukti stabil dan terbebas dari kontaminasi pada suhu 5°C selama empat minggu penyimpanan, terlepas dari variasi konsentrasi daging buah salak yang digunakan. Temuan ini membuka peluang pengembangan media pertumbuhan bakteri alternatif yang lebih murah, mudah didapat, dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami dari tim peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Bali Internasional (UNBI) atas pemberian hibah penelitian sebesar Rp 5.000.000. Bantuan ini sangat berarti bagi kelancaran dan keberhasilan penelitian kami.

DAFTAR PUSTAKA

Aini, N., & Rahayu, T. (2015). Media Alternatif untuk Pertumbuhan Jamur Menggunakan Sumber Karbohidrat yang Berbeda Alternatif Media for Fungal Growth Using a

- Different Source of Carbohydrates. *Jurnal Media Alternatif Untuk Pertumbuhan Jamur*, 1(1).
- Aini, N., & Rahayu, T. (2017). Media alternatif untuk pertumbuhan jamur menggunakan sumber karbohidrat yang berbeda. *Jurnal Ilmu Kesehatan*.
- Aini, N., & Rahayu, T. (2017). Media Alternatif untuk Pertumbuhan Jamur Menggunakan Sumber Karbohidrat yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Kesehatan*.
- Armalini, R., & Prasetyaningsih, P. (2020). Hubungan Pengetahuan Dan Sikap Ibu Hamil Dengan Kejadian Mual Muntah Pada Kehamilan Trimester Pertama Di Poskesdes Ampalu Kota Pariaman Bidan Helfiati, Amd. Keb. *Jurnal Surya Medika*, 6(1). <https://doi.org/10.33084/jsm.v6i1.1620>
- Atmanto, Y., Asri, L., & Kadir, N. (2022). Media Pertumbuhan Kuman. *Jurnal Medika Utama*, 4(1).
- Damaiyanti, N. P. A. L., Budiyasa, I. W., & Widhiantini, N. M. A. (2022). Analisis perbandingan produktivitas salak antara Kecamatan Selat dan Kecamatan Bebandem Kabupaten Karangasem. *Jurnal Agribisnis*, 10(2), 123–130.
- Damaiyanti, N. P. A. L., Budiyasa, I. W., & Widhiantini. (2022). Analisis Perbandingan Produktivitas Salak antara Kecamatan Selat dan Kecamatan Bebandem Kabupaten Karangasem. *Jurnal Agribisnis*, 10(2).
- Hidayat, T. R., Indrawati, I., & Herlina, T. (2020). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Styrofoam asal Tanah Tempat Pembuangan Akhir Sarimukti Bandung. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 12(2). <https://doi.org/10.25134/quagga.v12i2.2353>
- Juariah, S. (2021). Media Alternatif Pertumbuhan Staphylococcus Aureus Dari Biji Durian (Durio Zibethinus murr). *Meditory: The Journal of Medical Laboratory*, 9(1). <https://doi.org/10.33992/m.v9i1.1400>
- Kemenkes RI. (2017). Petunjuk Teknis Pengendalian Leptospirosis Tahun 2017. *Kementerian Kesehatan RI*, 3.
- Liofilchem. (2015). Plate Count Agar. *Diagnostic Liofilchem*.
- Liofilchem. (2015). Plate count agar. *Diagnostic Liofilchem*. Retrieved from [<https://www.liofilchem.com/>].
- Pratiwi, R., Lestari, F. B., & Widiyanto, D. (2015). Pemanfaatan Limbah Buah Salak Pondoh Sebagai Substrat Nata De Salacca Melalui Aplikasi Bioteknologi di Dusun Tegal Domban, Sleman, Yogyakarta. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement)*, 1(1). <https://doi.org/10.22146/jpkm.16937>
- Putra, S. F., Fitri, R., & Fadilah, M. (2021). Pembuatan Media Tumbuh Bakteri Berbasis Lokal Material. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi*.

- Rai, A. K., Dutta, J., & Majumdar, R. (2016). Fermented foods: The benefits and risks. *Food Bioscience*, 13, 15–19. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.11.003>
- Sakinah, A., Mauboy, R., & Refli. (2019). Penggunaan media tepung limbah ikan cakalang untuk pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Biotropikal Sains*, 16(3), 35–40.
- Sakinah, A., Mauboy, R., & Refli. (2019). Penggunaan Media Tepung Limbah Ikan Cakalang Untuk Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* Dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Biotropikal Sains*, 16(3).
- Soleha, T. U. (2014). Quality Control Of Microbiology Laboratory. In *JuKe Unila* (Vol. 4, Issue 8).

**Paparan Tembakau terhadap Kadar Pb pada Kuku Pekerja
Linting Rokok di Pabrik Rokok X**
*Tobacco Exposure to Lead Levels in Nails of Cigarette Rolling Workers at
Cigarette Factory X*

**Mardiana Prasetyani Putri^{1*}, Arshy Prodyanatasari², Mely Purnadianti³, Novia
Agustina⁴**

¹ D4 Teknologi Laboratorium Medis, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri

² D3 Fisioterapi, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri

³ D3 Teknologi Laboratorium Medis, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri

⁴ D3 Teknologi Laboratorium Medis, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri

* neyna_ub@yahoo.co.id

ABSTRAK

Keberadaan logam timbal (Pb) dalam tembakau bersumber dari kandungan alami Pb dalam tanah, penggunaan pupuk yang mengandung Pb, penerapan agrokimia selama proses budidaya tembakau. Paparan Pb pada manusia terjadi melalui tiga mekanisme, yaitu inhalasi (pernapasan), ingestasi (pencernaan), dan absorpsi dermal (penyerapan melalui kulit). Secara sistemik, Pb memiliki kecenderungan untuk terakumulasi dalam berbagai jaringan tubuh, termasuk jaringan lunak (seperti hati, ginjal, dan otak) serta jaringan keras (misalnya rambut, kuku, gigi, dan tulang). Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan antara paparan tembakau dan kadar Pb dalam matriks kuku pada pekerja pelinting rokok di pabrik rokok X, dengan mempertimbangkan variabel durasi masa kerja sebagai faktor pembeda. Desain penelitian yang digunakan adalah kuasi-eksperimen. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *quota sampling* terhadap responden yang memenuhi kriteria inklusi. Kadar Pb dalam sampel kuku dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (*Atomic Absorption Spectrophotometer/AAS*), suatu instrumen dengan tingkat sensitivitas tinggi yang mampu mendeteksi unsur pada konsentrasi rendah. Hasil analisis kuantitatif menunjukkan rata-rata kadar Pb pada kelompok masa kerja (<11, 11–12, dan >12) tahun secara berturut-turut adalah (0,017; 0,027; 0,048)ppm. Analisis statistik menggunakan uji Kruskal-Wallis dilakukan untuk menguji perbedaan signifikan kadar Pb antar ketiga kelompok masa kerja tersebut. Hasil uji menunjukkan nilai signifikansi (p) sebesar 0,002, yang lebih kecil dari tingkat signifikansi ($\alpha = 0,05$). Berdasarkan temuan ini, H_0 ditolak, sedangkan H_1 diterima, mengindikasikan bahwa paparan tembakau berpengaruh secara signifikan terhadap kadar Pb dalam kuku pekerja pelinting rokok di pabrik rokok X, dengan durasi masa kerja sebagai faktor yang memengaruhi.

Kata kunci: Paparan tembakau, Pb, Kuku, AAS

ABSTRACT

The presence of lead (Pb) metal in tobacco comes from the natural Pb content in the soil, the use of fertilizers containing Pb, and the application of agrochemicals during the tobacco cultivation process. Human exposure to Pb occurs through three mechanisms, namely inhalation (breathing), ingestion (digestion), and dermal absorption (absorption through the skin). Systemically, Pb has a tendency to accumulate in various body tissues, including soft tissues (such as the liver, kidneys, and brain) and hard tissues (such as hair, nails, teeth, and bones). This study aims to analyze the relationship between tobacco exposure and Pb levels in the nail matrix of cigarette rolling workers at cigarette factory X, by considering the variable of working period duration as a differentiating factor. The research design used was quasi-experimental. Sampling was conducted

using the quota sampling method on respondents who met the inclusion criteria. Pb levels in nail samples were analyzed using an Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), an instrument with a high level of sensitivity that is able to detect elements at low concentrations. The results of quantitative analysis showed that the average Pb levels in the work period groups (<11, 11–12, and >12) years were respectively (0.017; 0.027; 0.048) ppm. Statistical analysis using the Kruskal-Wallis test was conducted to test for significant differences in Pb levels between the three work period groups. The test results showed a significance value (p) of 0.002, which is smaller than the significance level ($\alpha = 0.05$). Based on these findings, H_0 was rejected, while H_1 was accepted, indicating that tobacco exposure significantly affected Pb levels in the nails of cigarette rollers at cigarette factory X, with the duration of work as an influencing factor.

Keywords: Tobacco exposure, Pb, Nails, AAS

PENDAHULUAN

Sektor produksi rokok memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pendapatan fiskal negara. Pada tahun 2011, industri ini menyumbangkan penerimaan negara sebesar Rp 62,759 triliun. Menurut data Kementerian Perindustrian tahun 2010, jumlah unit produksi rokok di Indonesia diperkirakan mencapai 3.800, dengan sebagian besar (sekitar 3.000 unit) terkonsentrasi di Provinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur (Nurbakti, 2012). Meskipun berperan dalam perekonomian, aktivitas industri ini juga menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan pekerja, terutama akibat paparan logam berat yang terdapat dalam *Nicotiana tabacum*. Beberapa senyawa beracun yang terdeteksi dalam tembakau antara lain polonium, N-nitrosamin, formaldehida, kadmium, arsenik, sianida, dan timbal (Nurbaya, 2010). Selain itu, (Rodgman, A. & Perfetti, 2013) menyatakan bahwa kandungan timbal (Pb) dalam tembakau dapat berasal dari keberadaan Pb alami dalam tanah, penggunaan pupuk yang mengandung Pb, atau penerapan bahan kimia pertanian selama proses budidaya tembakau.

Paparan timbal (Pb) berkorelasi secara signifikan dengan akumulasinya dalam berbagai jaringan tubuh, berpotensi menyebabkan gangguan fisiologis baik secara langsung maupun tidak langsung pada tingkat molekuler. Toksisitas kronis timbal terutama dimediasi melalui kemampuannya setelah memasuki sirkulasi sistemik melalui saluran pernapasan dan pencernaan untuk menghambat sintesis heme. Hambatan ini mengakibatkan penurunan produksi hemoglobin (Hb) dalam darah, yang pada gilirannya dapat memicu berbagai gangguan kesehatan sistemik. Timbal dan senyawanya dapat masuk ke dalam tubuh melalui tiga rute utama, yaitu inhalasi, ingestasi, dan absorpsi kulit. Senyawa organotimbal memiliki laju absorpsi yang lebih tinggi, terutama jika terdapat kerusakan pada integritas kulit. Sebagian besar timbal (sekitar 80%) masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernapasan, kemudian didistribusikan ke pembuluh darah paru. Setelah terhirup, timbal akan berikatan dengan komponen darah dan menyebar ke berbagai jaringan dan organ. Lebih dari 90% timbal yang terserap ke dalam darah menunjukkan afinitas tinggi terhadap eritrosit (Huwaida, T. A., Rahardjo, M., & Setiani, 2016). Akumulasi timbal semakin meningkat seiring dengan paparan yang terus-menerus dalam jangka waktu yang lama. Durasi paparan pekerjaan

merupakan faktor kritis yang mempercepat penumpukan timbal dalam tubuh, mengingat semakin lama seseorang terpapar, semakin tinggi pula kadar akumulasinya.

Tenaga kerja pada industri rokok tangan menghadapi risiko paparan timbal (Pb) yang lebih tinggi akibat interaksi langsung dengan *Nicotiana tabacum* serta inhalasi rutin uap tembakau selama aktivitas pekerjaan. Mekanisme paparan logam berat ini dapat terjadi melalui dua jalur utama: (1) absorpsi kutaneus pada jari-jari yang terus menerus kontak dengan tembakau, dan (2) inhalasi partikel asap tembakau yang mengandung Pb. Faktor durasi pekerjaan memperparah kondisi ini karena akumulasi timbal dalam sistem biologis bersifat kumulatif dan berbanding lurus dengan lamanya paparan. Penelitian ini menggunakan matriks kuku sebagai bahan analisis karena kemampuannya merekam paparan Pb baik dari sumber internal maupun eksternal. Mengingat kadar timbal dalam kuku umumnya berada pada *level trace* (rendah), maka metode spektrofotometri serapan atom (SSA) dipilih karena karakteristiknya yang unggul dalam sensitivitas dan akurasi untuk mendeteksi konsentrasi logam pada level tersebut.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengkaji hubungan antara paparan *Nicotiana tabacum* dengan kadar timbal (Pb) dalam matriks kuku pekerja industri rokok tangan di pabrik X, dengan mempertimbangkan lama kerja sebagai variabel penentu utama.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian : Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan pendekatan kuasi-eksperimen. Populasi target mencakup seluruh pekerja di lini pelintingan rokok pada pabrik rokok X. Pemilihan sampel dilakukan berdasarkan kriteria masa kerja, yang diklasifikasikan menjadi tiga kategori: kurang dari 11 tahun, 11–12 tahun, dan lebih dari 12 tahun. Selain lamanya bekerja, data pendukung lain untuk menilai paparan timbal termasuk usia, jenis kelamin, status gizi, dan riwayat penyakit.

Instrumen dan Bahan : Instrumen yang digunakan terdiri dari alat pelindung diri standar (sarung tangan, masker, dan jas laboratorium) serta peralatan laboratorium seperti gunting kuku, kertas label, wadah sampel, spidol, neraca analitik, gelas arloji, *hotplate*, oven, labu ukur volumetrik, pipet volume, *rubber bulb*, desikator, gelas kimia, batang pengaduk, gelas ukur, pipet tetes, corong, kertas saring, kertas Whatman, dan spektrofotometer serapan atom (SSA). Bahan yang digunakan meliputi asam nitrat (HNO_3) 65%, hidrogen peroksida (H_2O_2) 30%, aseton, deterjen, akuades, dan sampel kuku.

Variabel Penelitian : Terdapat dua jenis variabel dalam penelitian ini, yaitu variabel independen dan dependen. Variabel independen meliputi paparan tembakau dan masa kerja, sedangkan variabel dependen adalah konsentrasi timbal (Pb) dalam matriks kuku.

Pengolahan dan Analisis Data : Proses pengolahan dan analisis data dilakukan dalam dua tahap: (1). **Pengolahan data**, meliputi coding dan tabulasi. (2). **Analisis data**, bertujuan

untuk menguji perbedaan signifikan kadar timbal dalam kuku antar kelompok masa kerja menggunakan uji *One-Way ANOVA*. Jika asumsi normalitas dan homogenitas terpenuhi, analisis dilanjutkan dengan uji *Least Significant Difference* (LSD). Namun, jika asumsi tidak terpenuhi, digunakan uji non-parametrik *Kruskal-Wallis*. Tingkat signifikansi yang ditetapkan adalah $\alpha = 0,05$.

Prosedur Penelitian : Penelitian ini terdiri dari tiga tahap utama yaitu pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik.

1. Tahap Pra-analitik

- **Pencucian Sampel Kuku** : Sampel kuku dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 mL, dicuci dengan deterjen, dan dibilas menggunakan akuades. Selanjutnya, sampel direndam dalam 10 mL aseton p.a. selama 15 menit sambil diaduk, kemudian ditiriskan. Sampel dibungkus dengan kertas saring yang telah diketahui bobot keringnya, dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 2 jam, dan didinginkan dalam desikator. Bobot kering sampel ditentukan melalui penimbangan bersama kertas pembungkusnya.
- **Destruksi Basah Sampel** : Sampel kuku yang telah diketahui bobot keringnya dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 100 mL, kemudian ditambahkan 15 mL HNO₃ 65%. Campuran dipanaskan pada suhu 100 °C hingga asap coklat menghilang. Selanjutnya, 5 mL H₂O₂ 30% ditambahkan secara bertahap sambil dipanaskan hingga diperoleh larutan jernih. Larutan didinginkan, dipindahkan ke labu ukur 50 mL, dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas, lalu dihomogenkan.

2. Tahap Analitik

- **Pembuatan Kurva Kalibrasi** : Larutan standar timbal 1000 ppm dipipet sebanyak 0,1 mL ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas. Dari larutan ini, dipipet masing-masing (5, 10, 15, 20, 25, 30) mL untuk diencerkan kembali, menghasilkan larutan standar dengan konsentrasi (0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3) ppm. Absorbansi setiap larutan standar diukur menggunakan SSA, kemudian diplot untuk membentuk kurva kalibrasi.
- **Pengukuran Kadar Timbal dalam Sampel** : Larutan sampel hasil destruksi dianalisis menggunakan SSA pada panjang gelombang 283,3 nm. Absorbansi yang diperoleh digunakan untuk menghitung konsentrasi timbal dalam sampel. Metode analisis yang dipilih adalah spektrofotometri serapan atom (AAS). Ini karena AAS menawarkan spesifisitas dan sensitivitas tinggi, akurasi dan presisi yang baik, proses yang relatif cepat dan efisien, prinsip kerja yang mudah dipahami, serta aplikasi yang luas untuk berbagai jenis sampel.

3. Tahap Pasca-analitik : Pencatatan hasil pengukuran absorbansi dan penentuan persamaan regresi linear dari kurva kalibrasi. Nilai absorbansi sampel kemudian dimasukkan ke dalam persamaan regresi linear untuk menghitung kadar timbal dalam sampel kuku. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian IIK Bhakta, dibuktikan dengan Nomor: 751/PP2M-KE/08/2018.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara paparan tembakau dengan konsentrasi timbal (Pb) dalam matriks kuku pekerja pelinting rokok di pabrik rokok X, dengan mempertimbangkan variasi masa kerja. Studi ini melibatkan 27 responden yang terdistribusi secara merata ke dalam tiga kategori masa kerja: kurang dari 11 tahun, 11–12 tahun, dan lebih dari 11 tahun. Setiap kelompok terdiri atas 9 individu, merepresentasikan 33,3% dari total sampel.

Hasil analisis kurva kalibrasi standar timbal menghasilkan persamaan regresi linear $y = 0,0364x - 0,0003$, dengan koefisien korelasi (R) 0,9784, menunjukkan hubungan yang kuat antara konsentrasi dan absorbansi. Persamaan ini kemudian digunakan untuk mengestimasi kadar timbal (x) berdasarkan nilai absorbansi sampel (y). Data kuantitatif kadar Pb dalam sampel kuku disajikan dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Analisis Kadar Timbal (Pb) dalam Sampel Kuku

No	Kode Sampel	Masa Kerja (tahun)	Kadar Timbal (ppm)	Rata-rata Kadar Timbal (ppm)
1	K1	< 11	0,008	0,017
2	K2		0,008	
3	K3		0,008	
4	K4		0,036	
5	K5		0,008	
6	K6		0,036	
7	K7		0,008	
8	K8		0,036	
9	K9		0,008	
10	K10	11–12	0,008	0,027
11	K11		0,008	
12	K12		0,036	
13	K13		0,036	
14	K14		0,036	
15	K15		0,008	
16	K16		0,036	
17	K17		0,036	
18	K18		0,036	
19	K19	>12	0,036	0,048
20	K20		0,036	
21	K21		0,036	
22	K22		0,036	
23	K23		0,036	
24	K24		0,063	

No	Kode Sampel	Masa Kerja (tahun)	Kadar Timbal (ppm)	Rata-rata Kadar Timbal (ppm)
25	K25		0,063	
26	K26		0,063	
27	K27		0,063	

Berdasarkan data kuantitatif yang disajikan pada Tabel 1, konsentrasi timbal (Pb) dalam matriks kuku responden tergolong dalam kategori kontaminasi rendah berdasarkan standar Organisasi Kesehatan Dunia (WHO). Batas aman paparan Pb pada jaringan kuku yang tidak menimbulkan efek toksik signifikan adalah $<12 \mu\text{g/g}$ (Putri, 2021). Secara farmakokinetik, Pb memiliki waktu paruh yang bervariasi antarjaringan: ± 25 hari dalam darah, ± 40 hari dalam jaringan lunak, dan sangat lama pada tulang (± 25 tahun). Asupan Pb fisiologis yang dapat ditoleransi tubuh diperkirakan sebesar $0,3 \text{ mg}/1000 \text{ cc/hari}$. Paparan Pb sebesar $2,5 \mu\text{g/hari}$ baru akan menimbulkan efek toksik setelah 3-4 tahun, sedangkan asupan $3,5 \mu\text{g/hari}$ dapat memicu toksisitas dalam hitungan bulan (Ayu, F., Afirdah, W. & Rhomadoni, 2016) dalam (Putri, M. P., & Purnadianti, 2023).

Eliminasi Pb dari sistem biologis berlangsung sangat lambat dengan waktu paruh eliminasi mencapai ± 40 tahun. Toksisitas akut Pb terutama berdampak pada tubulus proksimal ginjal. Paparan kronis seringkali bersifat asimtomatik pada fase awal, namun dapat berkembang menjadi manifestasi klinis seperti depresi, sefalalgia, gangguan kognitif (kesulitan konsentrasi dan gangguan memori), serta insomnia. Mekanisme toksisitas ini diawali dengan inhalasi partikel Pb yang kemudian diabsorpsi di alveolus paru dengan laju absorpsi yang dipengaruhi oleh ukuran partikel dan volume ventilasi. Setelah masuk sirkulasi sistemik, Pb akan terdistribusi dan terakumulasi dalam darah, sistem saraf pusat, tulang, serta berbagai organ lainnya. Keracunan akut dapat menyebabkan anemia berat, nefrotoksitas, hingga efek letal (Alsuhehndra, 2013) dalam (Putri, M. P., Purnadianti, M., Prodyantastari, A., Agustina, N., & Nelson, 2024).

Setelah kuantifikasi kadar Pb, dilakukan analisis komparatif rerata konsentrasi Pb antar kelompok masa kerja (<11 tahun, 11-12 tahun, >12 tahun) seperti terlihat pada Tabel 1. Uji normalitas awal menunjukkan distribusi data yang tidak normal ($p=0,000 < \alpha=0,05$), sehingga analisis dilanjutkan dengan uji non-parametrik Kruskal-Wallis. Hasil uji menunjukkan perbedaan signifikan ($p=0,002 < \alpha=0,05$) antar kelompok, mengindikasikan bahwa durasi masa kerja berpengaruh terhadap akumulasi Pb dalam kuku.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas, Homogenitas, dan *Kruskal-Wallis*

Kelompok Umur	Data Normalitas	p normalitas	p homogenitas	Uji Kruskal Wallis (p)
<11 tahun	Mean = 0,017 SD = 0,013 N = 9	0.000	0.693	0.002

Kelompok Umur	Data Normalitas	p normalitas	p homogenitas	Uji Kruskal Wallis (p)
11-12 tahun	Mean = 0,026 SD = 0,013 N = 9	0.000		
>12 tahun	Mean = 0,047 SD = 0,014 N = 9	0.000		

Berdasarkan analisis data yang disajikan pada Tabel 2, penelitian ini menunjukkan adanya hubungan yang signifikan secara statistik antara paparan tembakau dengan konsentrasi timbal (Pb) dalam matriks kuku pekerja pelinting rokok, dengan korelasi positif terhadap lama masa kerja. Hasil analisis mengungkapkan pola peningkatan kadar Pb dalam kuku yang proporsional dengan durasi paparan. Temuan ini konsisten dengan penelitian Laila (2013) yang melaporkan bahwa paparan Pb kronis dapat mengganggu mekanisme homeostatis logam dalam tubuh, menyebabkan akumulasi Pb progresif pada berbagai jaringan biologis, termasuk kuku. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan dukungan ilmiah terhadap potensi penggunaan jaringan kuku sebagai biomaterial alternatif dalam pemantauan biologis (biomonitoring) paparan Pb jangka panjang. Meskipun konsentrasi Pb yang terdeteksi berada dalam kategori rendah menurut standar WHO, paparan terus-menerus dalam jangka waktu yang lama berpotensi menyebabkan bioakumulasi Pb dalam sistem biologis.

Dalam konteks penelitian ini, meskipun beberapa subjek penelitian memiliki masa kerja yang cukup panjang, kadar Pb dalam kuku secara keseluruhan tetap berada di bawah nilai ambang batas toksik. Fenomena ini dapat dijelaskan melalui beberapa mekanisme: **(1).** Faktor Bahan Baku: Kandungan Pb intrinsik dalam tembakau yang relatif rendah, meskipun terjadi paparan jangka panjang. **(2).** **Asal Usul Pb:** Pb dalam tanaman tembakau terutama berasal dari sumber alami (bukan aditif) dengan konsentrasi yang sangat bergantung pada kondisi geokimia lingkungan pertumbuhan. **(3).** Faktor Farmakokinetik: Hanya fraksi kecil Pb yang terabsorpsi yang akhirnya terdeposisi dalam kuku, karena sebagian besar ($\approx 99\%$) berikatan dengan sel darah merah. **(4).** Faktor Kebersihan Personal: Praktik perawatan kuku secara rutin dapat berperan dalam mengurangi akumulasi Pb yang terdeteksi

Akumulasi Pb dalam matriks kuku terjadi melalui mekanisme pengikatan ion Pb^{2+} dengan gugus fungsional sulfhidril (-SH) dan residu asam amino yang kaya sulfur pada protein keratin kuku, membentuk kompleks Pb-sulfida yang stabil dan tidak larut (Yuniati, 2008). Afinitas tinggi ion logam berat terhadap gugus tiol menjelaskan kecenderungan akumulasi selektif Pb dalam jaringan kuku. Upaya mitigasi paparan Pb pada pekerja meliputi: Penggunaan alat pelindung diri (APD) yang memadai, penerapan praktik higiene industri yang ketat, intervensi gaya hidup (pola istirahat yang cukup, aktivitas fisik teratur, hidrasi yang memadai, konsumsi makanan kaya antioksidan (vitamin C, E, flavonoid) untuk mendukung proses detoksifikasi endogen).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil investigasi mengenai dampak paparan tembakau terhadap akumulasi timbal (Pb) dalam matriks kuku pekerja pelinting rokok di pabrik X, diperoleh temuan utama sebagai berikut : Konsentrasi rata-rata Pb dalam sampel kuku seluruh responden berada pada tingkat yang lebih rendah dari nilai ambang batas toksikologis yang direkomendasikan WHO (<10 ppm). Pengujian dengan metode non-parametrik Kruskal-Wallis menghasilkan nilai $p=0,002$ ($p<0,05$), menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik antara kelompok dengan variasi masa kerja. Paparan tembakau berpengaruh signifikan terhadap akumulasi Pb dalam jaringan kuku, durasi masa kerja merupakan faktor determinan dalam proses akumulasi tersebut, terdapat korelasi positif antara lama paparan dengan peningkatan kadar Pb dalam matriks kuku

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan dan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ilmiah ini. Secara khusus, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada Mohamad Rifki Aditya Nugroho atas dedikasi waktu dan kontribusi berharga yang diberikan dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsuhendra, R. (2013). *Bahan Toksik dalam Makanan*. EGC.
- Ayu, F., Afirdah, W. & Rhomadoni, M. N. (2016). *Hubungan Karakteristik Pekerjaan dengan Kadar Timbal dalam darah (Pb) pada Operator SPBU di Kecamatan Tamalanrea Kota Makasar*.
- Huwaida, T. A., Rahardjo, M., & Setiani, O. (2016). Faktor-Faktor Risiko Yang Berhubungan Dengan Konsentrasi Timbal (Pb) Dalam Darah Pada Pekerja Di Perusahaan Rokok Wido Di Kabupaten Kudus. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(4), 911–920.
- Nurbakti. (2012). *Industri Rokok*. http://ejournal.uajy.ac.id/4_30/2/1ep16435.Pdf
- Nurbaya, W. (2010). Faktor Resiko yang Berhubungan dengan Timah hitam dalam darah. *Jurnal Kesmas*, 1, 51–56.
- Putri, M. P., & Purnadianti, M. (2023). The Relationship Of Lead (Pb) Levels With The Number Of Blood Platelets At SPBU Officers. *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology)*, 6(2), 44–49.
- Putri, M. P., Purnadianti, M., Prodyanatasari, A., Agustina, N., & Nelson, A. D. (2024). Hubungan Kadar Timbal (Pb) dengan Kadar hemoglobin (Hb) dalam Sampel Darah Petugas Sampah TPS Bandar Lor Kota Kediri. *Jurnal Wiyata: Penelitian Sains Dan Kesehatan*, 11(2), 137–142.
- Putri, M. P. (2021). Perbandingan Kadar Timbal (Pb) Pada Rambut Dan Kuku Petugas Spbu Dengan Metode Spektrofotometri Aas. *Jurnal Sintesis: Penelitian Sains, Terapan Dan Analisisnya*, 2(1), 25–31.
- Rodgman, A. & Perfetti, A. . (2013). *The Chemical Components of Tobacco and Tobacco Smoke*. Boca Raton : CRC Press.
- Yuniati, N. (2008). *Cemaran Timbal (Pb) pada Rambut dan Kuku Pegawai Pelayanan Foto Kopi di wilayah Bogor*.

**Analisis Efektivitas Biaya Penggunaan Antibiotik Cefixime
Dan Metronidazole Pada Pasien Bpjs Kelas III Diare Akut
Anak Di Instalasi Rawat Inap Rsm Ahmad Dahlan Kota
Kediri Tahun**

*Cost Effectiveness Analysis of Antibiotic Cefixime and Metronidazole on BPJS III
Patients acute Diarrhea in children in the installation inpatient of
RSM Ahmad Dahlan city Kediri*

Djembor Sugeng Walujo^{1*}, Hairun Nisa²

¹ S1 Farmasi, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri

² S1 Farmasi, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri
djembor.walujo@iik.ac.id

ABSTRAK

Latar Belakang: Biaya pelayanan kesehatan, khususnya biaya obat, telah meningkat tajam, penyebabnya adalah populasi pasien yang semakin besar, serta adanya obat baru yang lebih mahal. Diare merupakan masalah kesehatan di Indonesia, karena morbiditas dan mortalitasnya yang masih tinggi. Menurut data diare merupakan penyakit yang berbasis lingkungan dan terjadi hampir di seluruh daerah geografis di dunia. Setiap tahun 1.7 miliar kasus diare dengan angka kematian 760.000 Balita. Pada negara berkembang, anak-anak usia di bawah 3 tahun rata-rata mengalami 3 episode diare pertahun. Metode: Studi retrospektif. Data diperoleh dari catatan rekam medis diare akut rawat inap di Rumah Sakit Muhammadiyah Ahmad Dahlan kota Kediri periode Pebruari 2022. Hasil: Antibiotik yang digunakan untuk pasien diare akut anak pada RSM Ahmad Dahlan kota kediri diberikan secara oral. Pemberian antibiotik cefixime pada anak anak usian 5-12 Tahun biasanya 8 mg/kg BB/hari, diminum sebagai dosis tunggal atau dibagi dalam dua dosis 4 mg/kg BB/12 jam). Penggunaan antibiotik metronidazole pada anak anak yaitu 35-50 mg/kg/hari/8 jam selama 10 hari. Pemberian antibiotik yang terlalu dini, atau terlalu lambat kurang baik karena menurunkan efektivitas antibiotik dan meningkatkan resiko terjadinya infeksi. Kesimpulan: Antibiotik cefixime yang lebih cost effectiveness dibandingkan dengan antibiotik metronidazole pada pasien diare akut anak di RSM Ahmad Dahlan Kota Kediri dimana antibiotik cefixime tersebut memiliki efektivitas yang lebih tinggi dengan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan antibiotik metronidazole dengan nilai ACER dari cefixime sebesar Rp. 3.870.924 dan metronidazole sebesar Rp. 4.445.202.

Kata kunci: Antibiotik Cefixime,,Metronidazole, Cost Effectiveness.

ABSTRACT

Background: The cost of health services, especially drug costs, has increased sharply, due to the increasing patient population, as well as the availability of new, more expensive drugs. Diarrhea is a health problem in Indonesia, due to its high morbidity and mortality. According to data, diarrhea is an environmentally based disease and occurs in almost all geographic areas of the world. Every year there are 1.7 billion cases of diarrhea with a mortality rate of 760,000 toddlers. In developing countries, children under 3 years of age experience an average of 3 episodes of diarrhea per year. Methods: Retrospective study. Data were obtained from medical records of acute diarrhea inpatients at the Muhammadiyah Ahmad Dahlan Hospital in Kediri City for the period February 2022. Results: Antibiotics used for acute diarrhea patients in children at RSM Ahmad Dahlan in Kediri City are given orally. The administration of cefixime antibiotics to

children aged 5-12 years is usually 8 mg/kg BW/day, taken as a single dose or divided into two doses of 4 mg/kg BW/12 hours). The use of metronidazole antibiotics in children is 35-50 mg/kg/day/8 hours for 10 days. Giving antibiotics too early or too late is not good because it reduces the effectiveness of antibiotics and increases the risk of infection. Conclusion: Cefixime antibiotics are more cost effective than metronidazole antibiotics in children with acute diarrhea at RSM Ahmad Dahlan, Kediri City, where cefixime antibiotics have higher effectiveness at a lower cost compared to metronidazole antibiotics with an ACER value of cefixime of Rp. 3,870,924 and metronidazole of Rp. 4,445,202.

Keywords : Antibiotic, Cefixime, Metronidazole, Cost Effectiveness

PENDAHULUAN

Beberapa dekade terakhir, biaya pelayanan kesehatan, khususnya biaya obat, telah meningkat tajam. Peningkatan ini disebabkan oleh populasi pasien yang semakin besar, serta adanya obat baru yang lebih mahal (Haluang et al., 2015). Salah satunya Penyakit diare masih merupakan masalah kesehatan masyarakat di negara berkembang seperti di Indonesia, karena morbiditas dan mortalitas-nya yang masih tinggi.. Pada negara berkembang, anak-anak usia di bawah 3 tahun rata-rata mengalami 3 episode diare pertahun (Kementerian Kesehatan RI, 2019).

Penyakit terbanyak pada balita yang terdapat di tatalaksana dengan Manejemen Terpadu Balita Sakit (MTBS) adalah penyakit yang menjadi penyebab utama kematian balita antara lain pneumonia, diare, malaria, campak, dan kondisi yang diperberat oleh masalah gizi. (Kementerian Kesehatan RI, 2019).

Tingginya angka prevalensi kejadian diare akut di Indonesia diperlukan penanganan yang tepat. Antibiotik merupakan terapi utama diare akut yang disebabkan oleh bakteri, pilihan Pengobatan lini pertama pada terapi empiris diare akut diantaranya yaitu Ciprofloxacin yang merupakan golongan obat florokuinolon, Sefalosforin generasi ketiga seperti (Cefixime dan Ceftriaxone).

Selain itu Metronidazole juga merupakan antibiotik pilihan pertama untuk pasien yang diduga mengalami infeksi karena bakteri *Clostridium difficile* dan *Entamoeba histolytica*. (Richard A. Harvey & Pamela C. Champe, 2009).

Cefixime merupakan antibiotik golongan sefalosporin generasi ketiga mempunyai aktifitas antimikroba terhadap gram positif maupun negatif termasuk Enterobacteriaceae. Pada pemberian secara oral, hampir 50% mencapai konsentrasi bakterisidal dan menembus jaringan dengan baik. Berdasarkan sifat - sifat cefixime tersebut, obat ini dapat digunakan untuk mengobati diare akut anak Antibiotika yang digunakan sebagian besar adalah golongan sefalosporin generasi ketiga yaitu ceftriaxone (81%), lalu cefixime (9%), gentamicin (5%) kombinasi ampicilin dan ceftazidime (3%), dan ampicilin (2%). (Hardiyanti, 2020).

Metronidazole juga dapat dijadikan pilihan untuk pasien yang diduga mengalami infeksi karena bakteri *Clostridium difficile* dan *Entamoeba histolytica*. Mekanisme kerja Metronidazol gugus nitro pada metronidazol dapat berperan sebagai penerima elektron, membentuk senyawa sitotoksik tereduksi berikatan dengan protein dan dna yang mengakibatkan kematian sel, Metronidazole juga merupakan antiprotozoa spektrum luas yang efektif melawan protozoa dan bakteri patogen anaerob, metronidazole juga merupakan salah satu pilihan untuk diare. Metronidazole digunakan dengan nilai DDD/100 patient days 9.57 gr karena Metronidazole merupakan terapi lini pertama untuk pasien diare infeksi *Entamoeba histolytica* dan *Clostridium difficile* sehingga mampu membunuh bakteri dengan merusak DNA sehingga sintesa asam nukleat terganggu (Agus Styawan, 2020).

Pemberian antibiotika yang tidak rasional akan memperpanjang lamanya penyembuhan diare selain itu akan mempercepat resistensi kuman terhadap antibiotika, serta menambah biaya pengobatan yang tidak perlu hal ini mengakibatkan layanan pengobatan menjadi tidak efektif, peningkatan morbiditas maupun mortalitas pasien dan meningkatnya biaya perawatan kesehatan. (Firmansyah and Irawan, 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **"Analisis Efektivitas Biaya Penggunaan Antibiotik Cefixime dan Metronidazole Pada Pasien BPJS kelas III Diare Akut Anak Di Instalasi Rawat Inap RSM Ahmad Dahlan Kota Kediri Tahun 2022 "**.

METODE

Desain Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan cara pengumpulan data melalui studi retrospektif yaitu metode penelitian untuk menggali dan menjelaskan data-data pasien pada masa lampau. Data diperoleh dari catatan rekam medis diare akut yang menjalani rawat inap di Rumah Sakit Muhammadiyah Ahmad Dahlan kota Kediri periode 2022. perhitungan biaya ditinjau dari sisi provider dalam hal ini adalah rumah sakit terhadap biaya medis langsung selama pasien mendapatkan perawatan rawat inap dirumah sakit.

HASIL

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data sebagai berikut:

A. Data Hasil Penelitian

1. Kelompok umur antibiotik cefixime

Tabel V.1 kelompok umur antibiotik cefixime

Usia (Tahun)	Antibiotik Cefixime	
	Jumlah pasien	Presentase
5	7	20%
6	4	11%
7	6	17%
8	5	16%
9	7	20%
10	4	11%
11	2	5%
Total	35	100%

Berdasarkan tabel diatas diperoleh data hasil umur pasien diare akut pediatrik dari umur 5-11 tahun meliputi umur 5 tahun sebanyak 7 pasien, umur 6 tahun sebanyak 4 pasien, umur 7 tahun sebanyak 6 pasien, umur 8 tahun sebanyak 5 pasien, umur 9 tahun sebanyak 7 pasien, umur 10 tahun sebanyak 4 pasien dan umur 11 tahun sebanyak 2 pasien.

2. Kelompok umur antibiotik Metronidazole

Tabel V.2 Kelompok umur antibiotik metronidazole

Berdasarkan tabel diatas diperoleh data hasil umur pasien diare akut pediatrik dari umur 5-11 tahun meliputi umur 5 tahun sebanyak 6 pasien, umur 6 tahun sebanyak 5 pasien, umur 7 tahun sebanyak 7 pasien, umur 8 tahun sebanyak 3 pasien, umur 9 tahun

Antibiotik Metronidazole		
Usia (Tahun)	Jumlah pasien	Presentase
5	6	17%
6	5	16%
7	7	20%
8	3	7%
9	6	17%
10	5	16%
11	3	7%
Total	35	100%

sebanyak 6 pasien, umur 10 tahun sebanyak 5 pasien dan umur 11 tahun sebanyak 3pasien.

3. Berdasarkan jenis kelamin

Tabel V.3 Tabel karakteristik pasien diare akut berdasarkan jenis kelamin.

Berdasarkan tabel diatas diperoleh karakteristik data pasien diare akut anak berdasarkan jenis kelamin yang paling banyak adalah laki laki yaitu sebanyak 37 (53%) pasien perempuan 33 (47%) pasien.

4. Kelompok jenis obat Antibiotik

No.	Jenis kelamin	Jumlah pasien	Presentase
1.	Laki laki	37	53%
2.	Perempuan	33	47%
	Total	70	100%

Tabel V.4 Tabel kelompok jenis obat Antibiotik

No	Antibiotik	Jumlah pasien	Presentase
1.	Cefixime	35	50%
2.	Metronidazole	35	50%
	Total	70	100%

Berdasarkan tabel dan gambar diatas sebanyak 35 (50%) pasien menggunakan antibiotik cefixime dan yang menggunakan antibiotik metronidazole sebanyak 35 (50%) pasien.

5. Distribusi pasien berdasarkan *length of stay* (LOS)

Tabel V.5 distribusi pasien *length of stay*

No.	Length Of Stay (Hari)	Cefixime		Metronidazole	
		Jumlah	Presentase	Jumlah	Presentase
1.	2	-	-	-	-
2.	3	22	62%	17	49%
3.	4	13	38%	16	46%
4.	6	-	-	2	5%
Total		35	100%	35	100%
Rata – rata		3,3		4	

Berdasarkan tabel di atas hasil lama rawat inap pasien diare akut di rumah sakit kota Kediri diketahui bahwa pasien dengan terapi antibiotik cefixime dengan lama rawat 3 hari sebanyak 22 pasien (62%), lama rawat inap 4 hari sebanyak 13 pasien (38%), dengan nilai rata – rata LOS nya sebesar 3,3 hari. Untuk kelompok terapi Metronidazole pasien terbanyak yaitu pada lama rawat inap 3 hari sebanyak 17 pasien (50%), kemudian lama rawat inap 4 hari sebanyak 16 pasien (40%), dan lama rawat inap selama > 4 hari sebanyak 2 pasien (10%) dengan nilai rata – rata LOS nya sebesar 4 hari.

6. Waktu Bebas Demam Penggunaan Antibiotik

Tabel V.6 Waktu bebas demam penggunaan antibiotik

NO.	Lama waktu bebas demam (hari)	Cefixime		Metronidazole	
		Jumlah	presentase	Jumlah	Presentase
1.	2	9	25%	13	37%
2.	3	18	51%	17	48%
3.	4	8	24%	3	8%
4.	6	-	-	2	7%
Total		35	100%	35	100%
Rata-rata		3 (hari)		4 (hari)	

Berdasarkan data bebas demam pasien diare akut di Instalasi Rawat Inap RSM Ahmad Dahlan Kota Kediri Tahun 2022 dapat dilihat bahwa rata – rata waktu bebas demam dari pasien dengan kelompok terapi cefixime sebesar 3 hari dengan jumlah pasien dengan waktu bebas demam selama 2 hari yaitu sebanyak 9 pasien, 3 hari sebanyak 18 pasien, dan 4 hari sebanyak 8 pasien. Sedangkan untuk kelompok terapi Metronidazole diketahui bahwa rata – rata waktu bebass demam dari pasien tersebut 4 hari dengan jumlah pasien dengan waktu bebas demam selama 2 hari yaitu sebanyak 13 pasien, 3 hari sebanyak 17 pasien, dan 4 hari sebanyak 3 pasien dan 6 hari sebanyak 2 pasien.

7. Waktu Bebas Diare Penggunaan Antibiotik

Tabel V.7 Waktu bebas diare penggunaan antibiotik

No.	Waktu bebas diare (Hari)	Cefixime		Metronidazole	
		Jumlah	Presentase	Jumlah	Presentase
1.	2	6	17%	-	-
2.	3	8	33%	2	6%
3.	4	14	50%	22	62%
4.	5	-	-	7	21%
5.	6	-	-	4	11%
Total		35	100%	35	100%
Rata – rata		3,2		4,3	

Berdasarkan data bebas demam pasien diare akut di Instalasi Rawat Inap RSM Ahmad Dahlan Kota Kediri Tahun 2022 dapat dilihat bahwa rata – rata waktu bebas diare dari pasien dengan kelompok terapi cefixime sebesar 3,2 hari dengan jumlah pasien dengan waktu bebas diare selama 2 hari yaitu sebanyak 6 pasien, 3 hari sebanyak 8 pasien, dan 4 hari sebanyak 14 pasien. Sedangkan untuk kelompok terapi Metronidazole diketahui bahwa rata – rata waktu bebas diare dari pasien tersebut 4,3 hari dengan jumlah pasien dengan waktu bebas diare selama 3 hari yaitu sebanyak 2 pasien, 4 hari sebanyak 22 pasien, dan 5 hari sebanyak 7 pasien dan 6 hari sebanyak 4 pasien.

8. Efektivitas terapi

Tabel V.8 Efektivitas terapi

Antibiotik	Jumlah pasien (n=70)	Rata-rata lama rawat inap	Lama perawatan Depkes 2007	Jumlah pasien yang mencapai outcome	Presentase %	Probabilitas
Cefixime	35	3-4 hari	4 hari	35	100%	1
Metronidazole	35	3-4 hari	4 hari	33	94,2%	0,942

Berdasarkan tabel diatas presentase efektivitas terapi Antibiotik pada pasien diare akut anak untuk terapi Antibiotik Cefixime jumlah pasien yang mencapai target outcome 35 (100%) pasien dan Metronidazole terdapat 33 (94,2%).

9. Rekapitulasi rata-rata biaya medik langsung

Tabel V.9 Rekapitulasi rata-rata biaya medik langsung

Komponen Biaya	Komponen Terapi	
	Cefixime Biaya Rata – rata	Metronidazole Biaya Rata – rata
Biaya Antibiotik	Rp. 113.057	Rp. 412.091
Biaya Perawatan	Rp. 1.666.845	Rp. 1.755.857
Biaya Obat Lain	Rp. 782.079	Rp. 901.139
Biaya visite dokter	Rp. 247.714	Rp. 260.000
Biaya tindakan medis	Rp. 548.386	Rp. 580.629
Biaya Lab	Rp. 488.557	Rp. 527.486
Total Rata - rata	Rp. 3.870.924	Rp. 4.445.202

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat presentase efektivitas terapi antibiotik pada pengobatan diare akut anak rawat inap yang menggunakan antibiotik rata-rata biaya medik langsung yang dikeluarkan per pasien yaitu Rp. 3.870.924 sedangkan antibiotik Metronidazole rata-rata biaya medik langsung yang dikeluarkan per pasien yaitu Rp.4.445.202.

10. Perhitungan efektivitas berdasarkan ACER

Tabel V.10 Perhitungan efektivitas berdasarkan ACER

Antibiotik	Rata-rata total biaya (C)	Probabilitas	ACER(C/E)
Cefixime	Rp. 3.870.924	1	Rp. 3.870.924
Metronidazole	Rp. 4.445.202	0,942	Rp. 4.718.898

Perhitungan efektivitas biaya berdasarkan nilai ACER di RS Muhammadiyah Ahmad Dahlan Kota Kediri periode tahun 2022 yaitu pada penggunaan antibiotik cefixime rata-rata biaya Rp. 3.870.924 efektivitas 100% dengan nilai ACER Rp. 3.870.924 sedangkan dalam penggunaan antibiotik metronidazole rata-rata total biaya Rp. 4.445.202 efektivitas 94,2% dengan nilai ACER Rp. 4.718.898 dimana antibiotik Cefixime lebih cost Effectiveness dibandingkan dengan antibiotik Metronidazole dan dilihat dari nilai probabilitas dari kelompok antibiotik cefixime yaitu 1 sedangkan probabilitas pada antibiotik metronidazole 0,942.

11. Efektivitas biaya (*Cost Effectiveness Grid*)

Tabel V.11 Efektivitas biaya (*Cost Effectiveness Grid*)

Cost effectiveness	Biaya lebih rendah	Biaya sama	Biay lebih tinggi
Efektivitas lebih rendah	A perhitungan ICER	B	Metronidazole C Dominated
Efektivitas sama	D	E Arbitrary	F
Efektivitas lebih tinggi	Cefixime G Dominant	H	I Perhitungan ICER

Berdasarkan tabel diatas efektivitas dan biaya penggunaan antibiotik cefixime dan metronidazole pada pasien diare akut memiliki efektivitas yang berbeda yang dimana antibiotik cefixime menunjukkan biaya yang lebih rendah dan efektifitasnya lebih tinggi berada pada kolom G (dominant) dibandingkan antibiotik metronidazol biaya tinggi namun efektivitasnya lebih rendah berada pada kolom C (dominated).

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan di RSM Ahmad Dahlan kota kediri dengan pengambilan sampel menggunakan tehknik *purposive sampling*. Sampel yang digunakan berdasarkan data rekam medis dan data keuangan pasien Diare akut anak yang di rawat inap yang mendapatkan terapi antibiotik cefixime dan metronidazole di di RSM Ahmad Dahlan kota kediri periode tahun 2022. Jumlah sampel yang memenuhi kriteria inklusi sebanyak 68 pasien. Sampel yang telah didapat kemudian digolongkan

berdasarkan antibiotik yang digunakan, dimana penggunaan antibiotik cefixime sebanyak 35 pasien dan penggunaan terapi antibiotik metronidazole sebanyak 33 pasien.

Diketahui pada hasil penelitian terdapat beberapa karakteristik pasien seperti usia, jenis kelamin, dan antibiotik yang digunakan. Berdasarkan karakteristik usia pasien Diare Akut anak di RSM Ahmad Dahlan kota Kediri periode tahun 2022 diketahui bahwa rentang usia 5-11 tahun yang mengalami pada usia tersebut tergolong pada usia – usia kemungkinan terjadinya diare akut. (Anak agung oka lely, k. n. 2023

banyaknya kejadian diare akut pada anak-anak dapat terjadi baik pada anak perempuan maupun laki-laki dari segala usia, bergantung pada beberapa faktor seperti faktor gizi, faktor makanan, faktor sosial ekonomi, dan faktor lingkungan. Anak agung oka lely, k. n. (2023).

Golongan antibiotik yang paling sering digunakan dalam penelitian ini adalah sefalosporin generasi 3 (69,23%) dengan seftriakson sebagai jenis antibiotik yang paling sering digunakan baik diberikan secara tunggal maupun kombinasi (gambar 2). Dua golongan antibiotik lain yang paling sering diresepkan pada pasien dalam penelitian ini adalah: nitroimidazol (25,64%) dan karbapenem (17,95%).

Cefixime digunakan sebagai terapi antibiotik cefixime lini pertama untuk pasien diare akut. Mekanisme kerjanya sebagai bakterisidal cefixime sangat stabil terhadap banyak organisme penghasil B-laktamase, serta memiliki aktivitas yang baik melawan organisme penghasil B-laktamase. (Harahab, N. i. (2019). antibiotik metronidazole juga dapat digunakan sebagai antibiotik Diare akut anak.

Metronidazol merupakan antibiotik yang bersifat bakterisid/membunuh bakteri serta memberikan hasil klinik yang bagus pada terapi giardiasis dan amoebiasis. Hal ini didukung dengan penelitian Bassily S. dkk, yang menyatakan pada terapi infeksi E. hystolitica menghasilkan angka kesembuhan 88% pada dan memberikan angka kesembuhan 95% untuk terapi infeksi Giardia lamblia. Mekanisme kerja metronidazol adalah dengan cara menghambat sintesa DNA bakteri dan merusak DNA melalui oksidasi yang menyebabkan putusnya rantai DNA serta menyebabkan bakteri mati. Metronidazol tepat digunakan untuk infeksi bakteri anaerob, serta mempunyai keuntungan biaya rendah dan efek samping ringan. (Meila, O. (2016).

Berdasarkan hasil penelitian diketahui antibiotik yang digunakan untuk pasien diare akut anak pada RSM Ahmad Dahlan kota Kediri diberikan secara oral. Waktu pemberian antibiotik cefixime pada anak anak usia 5-12 Tahun biasanya 8 miligram (mg) per kilogram (kg) berat badan per hari, diminum sebagai dosis tunggal atau dibagi dalam dua dosis (4 mg/kg berat badan setiap 12 jam). Dan untuk penggunaan antibiotik metronidazole pada anak anak yaitu 35-50 mg/kg/hari setiap 8jam selama 10 hari. (Siti Nur Inayah. (2022). Pemberian antibiotik yang terlalu dini, atau terlalu lambat kurang baik karena akan menurunkan efektivitas antibiotik tersebut dan meningkatkan resiko terjadinya infeksi (Kemenkes, 2011).

Berdasarkan Depkes 2007 standart lama rawat inap Average Length Of Stay yaitu dengan rentan 3-4 hari (Depkes 2007). Secara umum pasien diare akut memiliki perkembangan yang baik karena tidak melebihi dari nilai Average Length Of Stay yang sudah ditentukan. Pasien keluar dengan kondisi yang baik dan sudah benar-benar dinyatakan sembuh setelah diberikan perawatan selama di rumah sakit hal ini ditandai dengan pasien yang keluar dari rumah sakit tidak merasakan tanda-tanda demam,mual muntah,diare seperti sebelumnya.

Efektivitas antibiotik berdasarkan parameter lamanya rawat inap. Antibiotik dikatakan efektif jika lama perawatan rawat inap diare akut tidak melebihi 4 hari dan

pasien sudah tidak mengalami gejala klinis seperti mual muntah, demam, nyeri perut, diare yang melebihi batas normal. Antibiotik yang disarankan yaitu cefixime sebagai lini pertama untuk diare anak yang disebabkan oleh spesies *Salmonella* dan *Shigella* (Depkes RI., 2014). Oleh karena itu, cefixime menjadi salah satu antibiotik yang paling banyak digunakan untuk terapi diare akut anak di RSM Ahmad Dahlan Kota Kediri.

Untuk menentukan terapi manakah yang lebih *cost effectiveness* maka dilakukanlah perhitungan Average Cost Effectiveness Ratio (ACER) dapat dilihat pada tabel V.10 . Hasil yang diperoleh dari perhitungan ACER tersebut yaitu, untuk cefixime sebesar Rp. 3.870.924 sedangkan untuk metronidazole sebesar Rp. 4.718.898 dilihat dari nilai probabilitas dari kelompok antibiotik cefixime yaitu 1 sedangkan probabilitas pada antibiotik metronidazole 0,942. Hal ini menunjukkan bahwa terapi antibiotik cefixime lebih *cost effectiveness* pada pasien diare akut karena memiliki efektivitas yang lebih tinggi dengan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan antibiotik metronidazole. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rachmawati, dkk (2020) mendapatkan hasil bahwa Terdapat 10 golongan antibiotik yang digunakan dalam terapi pengobatan pasien anak. Golongan antibiotik yang paling banyak diresepkan yaitu sefalosporin (46,23%). Hal ini terkait fungsi sefalosporin (spektrum luas) yang dapat melawan bakteri gram positif dan negatif, maupun bakteri anaerob. Ema Rachmawati, S. D. (2020).

Ditinjau dari efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok terapi cefixime dan metronidazole pada pasien diare akut memiliki efektivitas yang berbeda yang dimana antibiotik cefixime menunjukkan biaya yang lebih rendah dan efektivitasnya lebih tinggi dibandingkan antibiotik metronidazole biaya tinggi namun efektivitasnya lebih rendah. akan tetapi berdasarkan perbandingan efektivitas cefixime dengan metronidazole pada pasien pediatri diare di RSM Ahmad Dahlan Kota Kediri berdasarkan penurunan suhu, frekuensi BAB, dan Length Of Stay (LOS) hal ini sesuai dengan penelitian Sri Sudewi, K. G. (2018) yang mengatakan bahwa Antibiotik golongan sefalosporin salah satunya yaitu Cefixime, antibiotik ini merupakan salah satu antibiotik yang biayanya lebih murah dari pada antibiotik yang lain.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan terkait analisis efektivitas biaya penggunaan antibiotik cefixime dan metronidazole pada pasien BPJS Kelas III Diare Akut Anak di instalsi rawat inap RSM Ahmad Dahlan Kota Kediri Tahun 2022 maka, dapat disimpulkan bahwa, Antibiotik cefixime yang lebih *cost effectiveness* dibandingkan dengan antibiotik metronidazole pada pasien diare akut anak di RSM Ahmad Dahlan Kota Kediri Tahun 2022 dimana antibiotik cefixime tersebut memiliki efektivitas yang lebih tinggi dengan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan *antibiotik* metronidazole dengan nilai ACER dari cefixime sebesar Rp. 3.870.924 dan metronidazole sebesar Rp. 4.718.898 dan dapat juga dilihat pada nilai probabilitas dari kelompok antibiotik cefixime yaitu 1 sedangkan probabilitas pada antibiotik metronidazole 0,942.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Styawan, A. B. (2020). Formulasi dan Evaluasi Hidrogel Mukoadhesif Metronidazole Menggunakan Kombinasi Kitosan dan Natrium Karboksimetilselulosa. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 151-158.
- Annisa. (2020). Diagnosa dan Penatalaksanaan Pada Anak Usia 5 Tahun Dengan Diare Akut Tanpa Dehidrasi. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 45-52.

- Anshory, M. B. (2020). Evaluasi Penggunaan Antibiotik Pada Pasien Pediatrik Dengan Diare Akut Di Ruang Rawat Inap Anak . Media Informasi, 38-47.
- Connor B. Weir, J. K. (2023). Metronidazol. StatPearls, 21-32.
- Desy Natalia Siahaan, F. E. (2022). Analisis Efektifitas Biaya Penggunaan Antibiotik Pada Pasien Demam Tifoid Anak Di Indonesia. Journal Of Pharmaceutical And Sciences (JPS), 146-155.
- Eko Setiawan, K. E. (2017). Kajian Penggunaan Antibiotik Pada Pasien Diare Akut Di. Antibiotics Utilization Review Among Patients With Acute Diarrhoea In , 15-23.
- Fendy Prasetyawan, M. O. (2020). Rasionalitas Pengobatan Pasien Diare Akut Anak Di Instalasi Rumah Sakit Muhammadiyah Ahmad Dahlan Kota Kediri. Program Studi Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Kediri, 22 - 35.
- Haluang, O., Tjitrosantoso, H., & Kojong, N. S. (2015). Demam Tifoid Anak Di Instalasi Rawat Inap RSUD PROF. DR . R . D . Kanduo Manado. 4(3), 117-125.
- Hardiyanti, R. (2020). Penggunaan Antibiotik Profilaksis Pada Pasien Sectio Caesarea. Journal of Health Science and Physiotherapy , 96-105.
- Harum Andini Putri Niode, F. F. (2023). Analisis Deskriptif Terkait Pengetahuan Penggunaan Antibiotik Pada Warga RW 009 Kelurahan Duren Sawit Periode Mei-Juni 2022. Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia, 84-99.
- Khairani, R. (2021). Evaluasi Kepatuhan Pasien Anak Penderita Terhadap Penggunaan Antibiotik Di Rumah Sakit Umum (RSU) Karya Bakti Ujung Bandar Rantauprapa , 37-42.
- Lea Yekti Utami, S. W. (2020). Evaluasi Penggunaan Obat Pada Penderita Diare Akut Pasien Pediatri Di Instalasi Rawat Inap Rumah Sakit Advent Bandar Lampung Periode Juli-Desember 2019. JFL Jurnal Farmasi Lampung, 56-68.
- Marlina Q. Aini, R. A. (2019). Pengaruh Indeks Massa Tubuh terhadap Respon Klopidoogrel pada Pasien Sindrom Koroner Akut dengan Intervensi Koroner Perkutan di RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo Jakarta. Jurnal Farmasi Klinik Indonesia, 157-165.
- Naufal Muharran Nurdin, Y. E., & Nisa Najwa Rpkhmah. (2022). Rasionalitas Penggunaan Antibiotik pada Diare Akut pada Anak Pasien rawat inap di RS Fatmawati periode 2018-2019. Jurnal Farmasi Galenika, 10-21.
- Nyoman Sri Widiyari, D. D. (2022). Gambaran Tingkat Pengetahuan Ibu Tentang Diare Pada Balita Di Kelurahan Baler Bale Agung Kabupaten Jembrana Tahun 2021. Journal of Health and Medical Science, 15-26.
- Olivitari Kumala, D. (2022). Diare pada anak. scientific journal, 310-317.
- Peningkatan Rasionalitas Penggunaan Antibiotik Pasca Implementasi Kebijakan Penggunaan Antimikroba di RSUD Arifin Achmad Pekanbaru. (2018). Jurnal Kedokteran Brawijaya , 36-40.

**KOMBINASI EKSTRAK KUNYIT DAN KELOR SEBAGAI
KUKIS NUTRASEUTIKAL ANTIHIPERLIPIDEMIA SECARA
IN VIVO**

***COMBINATION OF TURMERIC EXTRACT AND MORINGA EXTRACT
AS ANTIHYPERLIPIDEMIA NUTRACEUTICAL COOKIES IN VIVO***

Cikra Ikhda Nur Hamidah Safitri¹, Natasha Putri Sebrina²

^{1,2}Farmasi Akademi Farmasi Mitra Sehat Mandiri Sidoarjo

cikraikhda@gmail.com

ABSTRAK

Kolesterol merupakan suatu komponen tipe sterol (lemak) yang dapat ditemukan di jaringan tubuh. Kolesterol serta turunannya adalah komponen yang paling penting dari membran sel serta merupakan prekursor dari komponen steroid. Maka dari itu di perlukan alternatif lain dari bahan alam seperti kunyit (*Curcuma Domestica*) dan daun kelor (*Moringa Oleifera* L.) yang di formulasikandalam bentuk *Cookies* sebagai antihiperlipidemia. Tujuan dari penelitian kali ini adalah untuk mengetahui aktivitas antihiperlipidemia dari *Cookies* kombinasi ekstrak daun kelor (*Moringa Oleifera* L.) dan ekstrak kunyit (*Curcuma Domestica*) pada mencit dengan kondisi tinggi kolesterol. Penelitian ini merupakan penelitian *Randomized Pretest Control Group Design* dan menggunakan 12 mencit, yang akan dibagi menjadi 6 kelompok dengan 2 mencit/kelompok. Dalam pengobatan kelompok diberi *Nutraceutical* ekstrak daun kelor dengan dosis 100 mg/20gram/hari; 300mg/20 gram/hari; dan 600mg/20 gram/hari selama 1-5 hari atau sampai menurunnya kadar kolesterol. Parameter yang dianalisis ialah berat dari badan mencit dan antihiperlipidemia. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa pemberian *Cookies* dengan dosis 600mg/20 gram/hari dapat meningkatkan berat badan mencit dan antihiperlipidemia secara signifikan ($p < 0,05$). Disimpulkan pada penelitian ini bahwa *Nutraceutical Cookies* kombinasi daun kelor dan kunyit memiliki aktivitas aktif antihiperlipidemia secara in vivo.

Kata kunci: *antihiperlipidemia; cookies; kelor; kunyit*

ABSTRACT

Cholesterol is a component of the sterol type (fat) that can be found in body tissues. Cholesterol and its derivatives are the most important components of cell membranes and are precursors of steroid components. Therefore, other alternatives are needed from natural ingredients such as turmeric (Curcuma Domestica) and moringa leaves (Moringa Oleifera L.), which are formulated in the form of Cookies as an antihyperlipidemia. The purpose of this study was to determine the antihyperlipidemic activity of the Cookies combination of moringa leaf extract (Moringa Oleifera L.) and turmeric extract (Curcuma Domestica) in mice with high cholesterol conditions. This study is a Randomized Pretest Control Group Design study and uses 12 mice, which will be divided into 6 groups with 2 mice/group. The treatment group was given Nutraceutical moringa leaf extract with a dose of 100 mg / 20 grams/day, 300 mg / 20 grams/day, and 600mg/20 grams/day for 1-5 days or until cholesterol levels decrease. The parameters analyzed were the weight of the mice and antihyperlipidemia. The results of the study showed that giving Cookies at a dose of 600mg/20 grams/day could significantly increase the weight of mice and antihyperlipidemia ($p<0.05$). It was concluded in this study that the Nutraceutical Cookies combination of moringa leaves and turmeric has active antihyperlipidemic activity in vivo.

Keywords: *antihyperlipidemia; cookies; moringa; turmeric*

Hasil dari sebuah penelitian kesehatan dasar (Riskedas) menunjukkan bahwa secara keseluruhan, wabah kolestrol yang abnormal ada dikalangan penduduk Indonesia. Untuk kelompok perempuan, tingkat kolestrol terbukti sekitar 39,6% lebih tinggi dibandingkan dengan laki-laki yang hanya mencatat 30,0% (Kementerian, 2008). Pada kejadian hiperkolestolemia di Indonesia kelompok usia 25-34 tahun mencapai 9,3% dan angka tersbut terus mengalami peningkatan seiring bertambahnya usia setiap tahun hingga mencapai 15,5% pada keompok usia 55-64 tahun (Tristira Rosyida, 2022). Pada tahun 2022 menurut Kemenkes RI sebanyak 28% penduduk indonesia menderita penyakit ini dan 7,9% di dunia meninggal akibat penyakit ini (Sri nilawati, 2008).

Oleh sebab itu, diperlukan alternatif dari bahan- bahan alami seperti kunyit (*Curcuma Domestica*) dan daun kelor (*Moringa Oleifera L.*) yang di rancang dalam bentuk *Cookies* sebagai penghambat kadar lemak berlebihan. Kita dapat memahami bahwa *Nutraceutical* merupakan jenis makanan yang menawarkan berbagai keuntungan bagi kesehatan atau medis, termasuk dalam mencegah atau pengobatan penyakit. Dalam variasi yang beragam, ada vitamin dan mineral dengan dosis yang umumnya yang dikenal sebagai *Orthomolecular*, *Micronutrient*, bahan herbal, bentuk ekstraksi bahan alami (*Fitomedicine*), enzim, asam amino, asam lemak esensial, atau sebagainya (Aida, 2020).

Nutraceutical yang tersedia di pasar saat ini cenderung memiliki harga yang tinggi dan pilihan produk yang tidak bervariasi. Oleh karena itu dari penjelasan di atas, penelitian ini akan mengeksplorasi efek dari formulasi *Nutraceutical Cookies* kombinasi ekstrak daun kelor dan kunyit dalam mengatasi hyperlipidemia di kalangan dewasa dengan menggunakan model hewan coba mencit jantan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian kali ini yang digunakan dalam pengerjaan Karya Tulis Ilmiah adalah dengan metode *Original Reaserch*. Sedangkan metode penelitian yang dilakukan yaitu bersifat Eksperimental dengan desain *Prepost Control*. Dengan membuat sediaan yang berbagai konsentrasi yaitu ekstrak sebesar 100mg/kgBb (F1), 300mg/kgBb (F2), 600mg/kgBb (F3) dan menggunakan Simvastatin 10mg sebagai nilai pembanding dan tempat lokasi penelitian ini bertempat pada Laboratorium Farmakognosi Akademi Farmasi Mitra Sehat Mandiri Sidoarjo.

Alat

Alat – alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu alat – alat gelas laboratorium (*Pyrex®*), alumunium foil, blender (*Natsuper®*), bejana maserasi, cawan porselen, corong, gunting, kandang mencit, kaca arloji, kertas perkamen, kertas saring, lemari pengering, mortir, stamper, neraca analitik (*Ohaus®*), neraca hewan (*Presica Geniweigher 1500®*), oral sonde, rotary evaporator (*Buchi®*), stopwath, spuit 1 ml dan alat traction test, oven.

Bahan yang digunakan meliputi simplisia kunyit (*Curcuma Domestica*) dan simplisia daun kelor (*Moringa Oleifera* L) mencit jantan sebanyak 12 ekor dengan berat 17-25 gram.

Tabel 1 Formulasi Cookies

Bahan	Formulasi (Gram)			
	F0	F1	F2	F3
Ekstrak daun kelor	0	0,1	0,3	0,6
Ekstrak kunyit	0	0,1	0,3	0,6
Tepung protein rendah	85	85	85	85
Mentega	50	50	50	50
Telur	1butir	1butir	1butir	1butir
Gulahalus	75	75	75	75
Garam	0.01	0,01	0,01	0,01
Vanili	0.5	0,5	0,5	0,5

PROSEDUR PENELITIAN

Pembuatan Serbuk Simplisia.

Untuk membuat serbuk simplisia hal pertama yang dilakukan adalah sortasi basah dengan mencuci rimpang kunyit dan daun kelor untuk memisahkan pengotor dan sampel dan ditiriskan. Setelah itu dikeringkan dengan lemari pengering dengan suhu $\pm 400^{\circ}\text{C}$. Kemudian yaitu melakukan sortasi kering untuk memisahkan benda-benda yang asing atau bagian-bagian yang tidak di inginkan setelah itu di blender untuk mendapatkan serbuk dari simplisia tersebut.

Pembuatan Ekstrak.

Setelah mendapatkan serbuk simplisia selanjutnya yakni menimbang masing – masing sebanyak 200g simplisia daun kelor lalu sisihkan kemudian menimbang 200mg simplisia kunyit lalu dimaserasi sendiri – sendiri dengan pelarut etanol 70% sebanyak 2L. Proses ekstraksi berlangsung selama 3x24 jam dalam wadah tertutup rapat, Setelah 3x24 jam kita mendapatkan maserat. Selanjutnya maserat dipekatkan dengan menggunakan *Rotary*

Evaporator dan di peroleh ekstrak kental daun kelor, proses terakhir yakni perhitungan rendemen hasil ekstraksi dinyatakan dengan persen (%) (Kementrian Kesehatan RI, 2017).

Pembuatan Cookies.

Siapkan alat dan bahan. Buat larutan ekstrak daun kelor dan ekstrak rimpang kunyit dengan sebagian air. Masukkan 85g tepung protein rendah, telur, 50g mentega tawar, 75g gula halus, 100g coklat batang, $\frac{1}{2}$ sdt vanilla ekstra, 2 cubit garam. Lalu tambahkan campuran ekstrak kemudian paparkan tipis dalam loyang yang telah dialasi dengan baking paper. Panas kan oven dengan suhu 120°C dengan waktu 20 menit masukkan loyang yang sudah berisi adonan biarkan hingga matang. Setelah itu potong dan tiriskan.

Uji Mutu Fisik Cookies.

a. Uji Organoleptik

Uji organoleptis meliputi dari tekstur, warna, bau, dan juga rasa, yang dilakukan dalam 5 minggu (Much. Asdi Adi, 2022).

Uji Aktivitas Antihiperlipidemia.

Setelah menjadi *Cookies* selanjutnya yakni dilakukan uji Antihiperlipidemia pada mencit untuk mengetahui efek farmakologis.

a. Penyiapan Hewan Uji

Dalam penelitian ini, digunakan mencit strain BALB/c, jantan, yang berumur 10 minggu dengan berat badan tertentu antara 25 hingga 38 gram, serta dalam kondisi fisik yang baik ditandai dengan mata yang jelas, bulu yang bersinar dan aktivitas yang tinggi (Wahyu Ratnasari, 2023). Mencit yang digunakan yakni 12 mencit yang di bagi menjadi 6 kelompok di mana masing-masing kelompok terdiri 2 mencit. Mencit akan di aklimatisasikan terlebih dahulu selama 7 hari, agar terbiasa dengan kondisi laboratorium selama masa aklimatisasi.

b. Penyiapan Pakan Hiperlipidemia

Ada beberapa komponen dari makanan hiperkolestolemia yaitu 30 gram kuning telur puyuh, dan air sampai 1000 ml dan hati ayam 5g. Pembuatan pakan hiperkolesterol yaitu dengan cara PTU 100 mg ini akan dilarutkan ke dalam 1000 ml aquades, lalu telur puyuh dicampurkan dengan larutan PTU yang sudah di buat.

c. Pemberian Pakan Hiperlipidemia Pada Hewan Uji

Pemberian makanan tinggi kolesterol ini dilaksanakan selama 25 hari, dengan distribusi 15 hari pakan di suplai kepada mencit pada kadar 0,5 per mencit melalui metode sonde. Selanjutnya, selama 10 hari berikutnya, mencit akan menerima pakan berbahan hati ayam untuk meningkatkan tingkat kolesterol dalam hewan tersebut. Setelah melwati 25 hari, seluruh mencit (sebanyak 12 ekor) akan diperiksa untuk mengukur kadar kolestrol mereka selepas mengkonsumsi kadar kolestrol yang tinggi. Proses pengecekan kolesterol ini menggunakan alat GCU (alat pengukuran kolestrol). Sebelum pengukuran dilakukan mencit dikenakan puasa selama 10-12 jam, dan pengukuran kolesterol ini mencerminkan total kolesterol mencit.

d. Pemberian Larutan Uji antihiperlipidemia

Pemberian *Cookies* ekstrak kunyit dan daun kelor setara dengan 100 mg/20 gram/hari (F1); 300mg/20 gram/hari (F2); dan 600mg/20 gram/hari (F3) dengan sonde pada pagi hari, di mulai hari ke 1 sampai hari ke 6 atau sampai menurunnya kadar kolesterol. Simvastatin 10 mg akan di larutkan dengan aquadest hingga 10 ml. Volume oral yang diberikan sebanyak 1

ml/tikus. Sedangkan dosis Simvastatin untuk manusia adalah 10 mg, lalu dikonversikan dalam dosis tikus 0,018 diperoleh 0,18 mg. Penentuan dosis Simvastatin adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{berat ditimbang 20 tablet}}{\text{rata-rata jumlah tablet}} \\ & \frac{4056 \text{ mg}}{20} = 202 \text{ mg} \\ & \frac{202 \text{ mg}}{10 \text{ mg}} \times 0,18 \text{ mg} = 3,636 \text{ mg/tikus} \\ & \frac{3,636 \text{ mg}}{1 \text{ mL}} \times 10 \text{ mL} = 36,4 \text{ mg/tikus} \end{aligned}$$

Hasil dari larutan aquadest 10ml, itu mengandung 36,4 mg simvastatin, dan setiap 1 ml mengandung 3,636 mg simvastatin.

Teknik Analisa Data

Data hasil penelitian berupa kadar kolestrol total dan berat badan mencit kemudian dianalisis dengan uji normalitas menggunakan uji *Kolmogrov-Smirnov*, dan dilanjutkan dengan uji Organoleptis, dan Uji *Analysis Of Varian* (ANOVA) (Shendy Adhitama, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Ekstraksi

Pada hasil ekstraksi ini yang dilakukan secara maserasi dengan pelarut etanol 70%. Dari hasil maserasi kita mendapatkan rendemen ekstrak 26,85% untuk kelor dan 14,5% untuk kunyit.

Tabel 2 Hasil Ekstraksi

Nama tanaman	Berat simplisia (g)	Berat Ekstrak (g)	Persen rendemen (%)
Daun kelor	200	53,7	26,85%
Kunyit	200	29,2	14,5%

Hasil Formulasi

Cookies Daun kelor dan Kunyit merupakan suatu produk camilan dari bahan dasar ekstrak daun Kelor (*Moringa Oleifera* L) dan Kunyit (*Curcuma Domestica*) dengan bahan tambahan yang lainnya seperti gula, dan air. Hasil Formulasi *Cookies* dapat disajikan pada Tabel 1.

Hasil Uji Mutu Fisik

a. Uji Organoleptik

Hasil uji organoleptis yang disajikan Pada tabel yang meliputi tekstur, warna, bau, rasa.

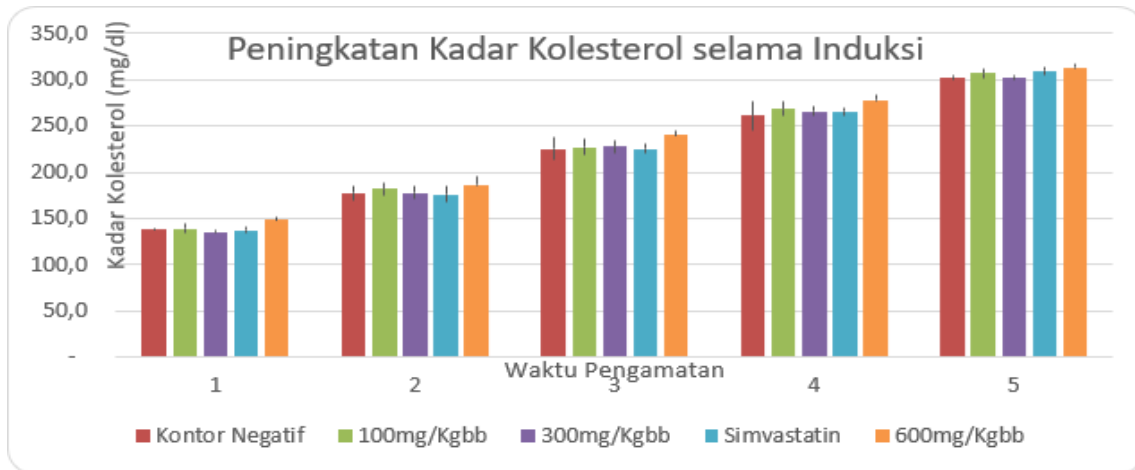
Tabel 3 Uji Organoleptik

Parameter	Hasil
Tekstur	Renyah
Warna	Kecokelatan
Aroma	Kelor
Rasa	Manis

Hasil Uji Antihiperlipidemia Pada Mencit

a. Pengaruh Pakan Hiperlipidemia Terhadap Kadar Kolesterol Total Tikus

Dibawah merupakan diagram pengamatan kelompok pre dan post dengan pemberian pakan hiperlipidemia pada hari ke 1 sampai ke 5.

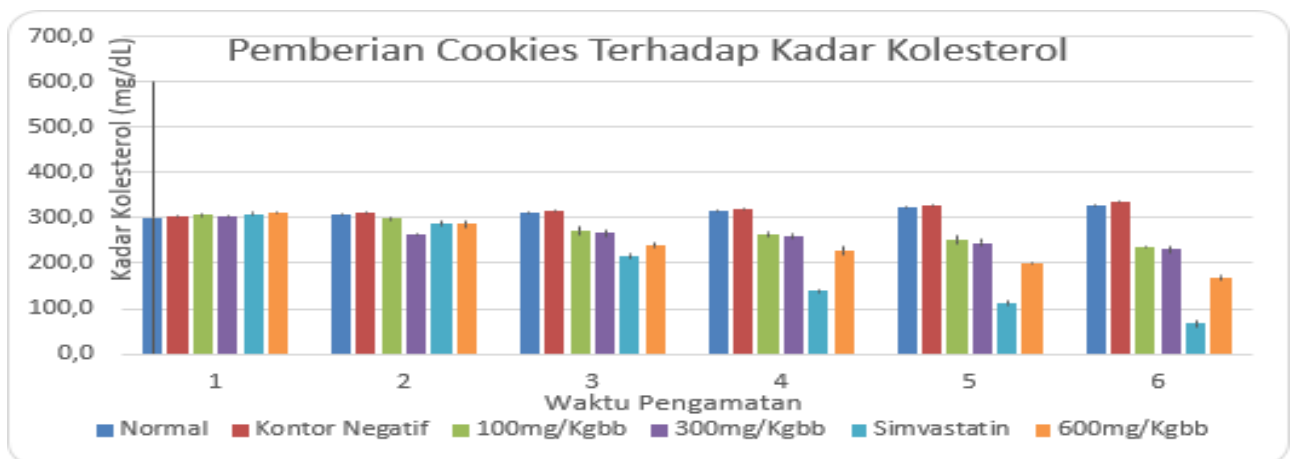


Gambar 1 Diagram Peningkatan Kadar Kolesterol

Berdasarkan diagram di atas, terdapat adanya peningkatan kadar kolesterol total pada ke enam kelompok yang di perlakukan selama 25 hari, dimana pada hari ke 1-5 mendapatkan hasil yang cukup tinggi untuk peningkatan kadar kolesterol selama di induksi dengan pemberian Makanan Diet Tinggi Lemak (MDTL) yaitu *Homogenat* hati ayam segar, kuning telur puyuh, dan minyak jelantah sebanyak 0.5 ml/20 gBB setiap hari. Adapun cara mendapatkannya sangat mudah, murah dan tidak toksik seperti halnya *Potassium Oxonat* yang bersifat oksidatornya kuat, *Karsinogenik* dan *Mutagenik*. Pada peningkatan kadar tersebut, dapat disebabkan karena adanya pemberian pakan hiperlipidemia secara terus menerus pada tikus sehingga mampu mempengaruhi kadar awal kolesterol.

b. Pengamatan *Pre and Post* Penelitian

Hasil penelitian ini dapat diringkas dari data hasil dua tahap pengukuran kadar kolesterol darah tikus putih jantan yaitu Pre (hari ke-5) dan Post (2 jam setelah pemberian dan perlakuan pada hari ke-6).



Gambar 2 Diagram Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Setiap kelompok, dapat kita lihat bahwa terjadi penurunan kadar kolesterol sesudah perlakuan. Berdasarkan diagram diatas menjelaskan untuk hari ke 1 semua kadar kolestrolnya akan ditinggikan terlebih dahulu lalu hari kedua hingga hari ke 6 dilakukan penyondean untuk pemberian *Cookies* antihiperlipidemia. Berdasarkan tabel kadar kolesterol tikus, terlihat bahwa pada hari ke 6, setiap kelompok mengalami penurunan kadar kolesterol dengan angka yang berbeda. Khususnya pada F3 yang mana penurunannya cukup signifikan. Itu dikarenakan senyawa yang terkandung pada kunyit dan kelor.

Tabel 4 Perbandingan Kadar Kolestrol Total Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Kelompok Perlakuan	H0 (Mg/dL)	H1 (Mg/dL)	H2 (Mg/dL)	H3 (Mg/dL)	H4 (Mg/dL)	H5 (Mg/dL)
F0 (Negatif)	301	308	312	317	325	328
F1 (100mg/KgBb)	303	300	280,5	268,5	259	238,5
F2 (300mg/ KgBb)	300	266,5	270	264	240	238
F3 (600mg/KgBb)	318	283.5	235	225	199,5	166
Simvastatin 10mg	306	287	221	141	113	69

Penurunan penyerapan kolestrol dan trigilserida akan menyebabkan reaksi anabolisme kilomikron mengecil. Hal tersebut memicu turunnya trigliserida serum dan masuknya kolestrol dan trigliserida ke hati. Kolestrol yang tidak terserap oleh darah akan diekresikan keluar tubuh melalui feses (Aurora, 2012).

Senyawa kurkuminyang terdapat dalam kunyit berfungsi sebagai antioksidan. Terkait dengan penghentian pembentukan kolesterol, kurkumin mampu memperbaiki enzim atau pemicu konversi kolesterol menjadi asam empedu yang pada gilirannya meningkatkan pengeluaran empedu (Ari Athiutama, 2023). Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan kadar kolesterol darah yang cukup signifikan. Perbedaan yang terlihat cukup signifikan pada tabel antara lain dengan rataa pada hari ke-6 dosis 100 g/kgBB (F1) =238,5mg/dl; dosis 300 g/kgBB (F2) =238mg/dl;dosis 600 g/kgBB(F3) =166mg/dl, simvastatin = 69mg/dl.

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bawasanya *Nutraceutical Cookies* mampu memberikan efek farmakologis yakni penurunan kadar kolestrol pada darah mencit yang sangat signifikan khususnya dosis 600mg/KgBb (F3) yang mana mencit yang sudah mengalami hiperlipidemia mampu mengalami penurunan kadar lipidemia / kolesterol pada darah mencit menjadi 166mg/dl. Dan penelitian ini perlu dilakukan uji toksisitas untuk mengetahui efek sampingnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Yayasan Mitra Sehat Mandiri Sidoarjo sebagai penyedia tempat dan alat dalam penelitian ini. Serta saya berterima kasih kepada Ibu Dr.Apt Cikra Ikhdha Nur HS., S.Farm., M.Si., atas bimbingan dan pengarahan dalam melakukan penelitian Selaku pembimbing pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ari Athiutama, R. E. (2023). Edukasi Masyarakat Tentang Bahaya Kolesterol dan Pemanfaatan Senam Kolesterol. *Madaniya, Vol. 4, No. 2*, 436.
- Aurora, R. G. (2012). Peran Konseling Berkelanjutan pada Penanganan Pasien Hiperkolesterolemia. *J Indon Med Assoc*, 2.
- Kementerian, k. (2008). *Laporan hasil riset kesehatan dasar tahun 2007*. jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Kementrian Kesehatan RI. (2017). *Farmakope Indonesia Herbal II*. Jakarta: Kementrian Keesehatan RI.
- Much. Asdi Adi, R. A. (2022). Faktor risiko stroke pada usia muda : Literatur review . *Jurnal Ilmiah Keperawatan (Scientific Journal of Nursing), Vol 8, No 1, Tahun 2022*, 11.
- Mukhlidah Hanun Siregar, F. R. (2020). Hubungan Umur dan Obesitas Sentral dengan Kadar Kolesterol Total penduduk indonesia . *Jurnal Ilmu Kesehatan Indonesia (JIKSI)*, 1.
- Nanang Yunarto, I. S. (2019). *Aktivitas Antioksidan serta Penghambatan HMG CoA dan Lipase dari Kombinasi Ekstrak Daun Binahong-Rimpang Temu Lawak*. jakarta : Jurnal Kefarmasian Indonesia.

- Siti Fadlilah, C. D. (2022). Air rebusan jagung (zea mays l) efektif menurunkan kadar kolesterol darah. *Journal of Nutrition College, Volume 11, Nomor 4, Tahun 2022*, 273, 273.
- Sri nilawati, B. m. (2008). *Care your self kolesterol* . jakarta: Penebar plus .
- Suarsih, C. (2020). Hubungan pola makan dengan kejadian kolesterol pada lansia diwilayah kerja puskesmas tambak sari . *Jurnal Keperawatan Galuh, Vol.2 No.1 (2020)*, 28.
- Tristira Rosyida, D. R. (2022). Efek pemberian ekstrak daun moringa oleifera terhadap kadar kreatinin dan gambaran histopatologi ginjal tikus putih hiperkolesterolemia. *Manuju: malahayati nursing journal*, 2263.
- Wahyu Ratnasari, E. D. (2023). Pengaruh Penggunaan Bubuk Daun Kelor dan Gula Palem Pada Cookies. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(2), 2.

**Prediksi *Druglikeness* Dan Potensi Aktivitas Biologis
Senyawa Metabolit Sekunder Daun Asam Jawa (*Tamarindus
indica*)**

***Prediction Of Drug-Likeness And Potential Biological Activities Of
Secondary Metabolites From Tamarind (*Tamarindus indica*) Leaves***

**Faisal Akhmal Muslikh^{1*}, Suryanto², Nadhifatun Nahdhia³, Delis Susilawati⁴,
Fita Sari⁵, Septiawan Adi Nugroho⁵, Wiwik Werdiningsih⁵, Dewy Resty Basuki⁵**

¹ Department of Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Hang Tuah University, Surabaya, Indonesia

² Department of Pharmacy, Faculty of Medicine, Brawijaya University, Malang, Indonesia

³ Department of Pharmacy, Faculty of Medical and Health Sciences, Maulana Malik Ibrahim State Islamic
University Malang, Malang, Indonesia.

⁴ Master Student of Science Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Airlangga University, Surabaya, Indonesia.

⁵ Department of Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata, Kediri, Indonesia

* faisal.akhmal@hangtuah.ac.id

ABSTRAK

Indonesia memiliki biodiversitas tinggi yang mencakup berbagai spesies tumbuhan dengan potensi farmakologi, salah satunya *Tamarindus indica* (asam jawa). Daun tanaman ini mengandung beragam senyawa metabolit sekunder, seperti Isovitexin, Isovitexin 2'-O-Arabinoside, Orientin, (-)-Epicatechin, dan Hexadecanamide, yang berpotensi memiliki aktivitas biologis. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi prediksi *drug-likeness* dan aktivitas farmakologi senyawa tersebut menggunakan pendekatan *in silico*. Analisis dilakukan dengan SwissADME untuk menilai kepatuhan terhadap aturan Lipinski dan Way2Drug PASS online untuk memprediksi potensi aktivitas farmakologi. Hasil analisis menunjukkan bahwa dua dari lima senyawa memenuhi aturan Lipinski sepenuhnya, sementara yang lainnya memiliki satu hingga tiga pelanggaran, yang dapat memengaruhi ketersediaan hayati oralnya. Prediksi aktivitas biologis menunjukkan bahwa senyawa-senyawa ini memiliki potensi sebagai agen hepatoprotektif, antioksidan, kardioprotektif, dan kemopreventif, serta berperan dalam regulasi berbagai jalur biologis seperti ekspresi TP53 dan HIF1A. Selain itu, analisis *boiled egg diagram* menunjukkan bahwa beberapa senyawa memiliki permeabilitas tinggi terhadap sawar darah-otak, yang dapat meningkatkan potensinya dalam terapi berbasis sistem saraf pusat. Studi ini memberikan wawasan awal mengenai potensi farmakologis senyawa dalam daun asam jawa, namun penelitian lebih lanjut melalui uji *in vitro* dan *in vivo* diperlukan untuk mengonfirmasi efektivitasnya dalam pengembangan obat herbal.

Kata kunci: Aktivitas biologis; Kemiripan dengan obat; SwissADME; *Tamarindus indica*; Way2drug PASS online.

ABSTRACT

Indonesia has high biodiversity, encompassing various plant species with pharmacological potential, including Tamarindus indica (tamarind). The leaves of this plant contain a diverse range of

secondary metabolite compounds, such as Isovitexin, Isovitexin 2'-O-Arabinoside, Orientin, (-)-Epicatechin, and Hexadecanamide, which are believed to possess biological activities. This study aims to evaluate the predicted drug-likeness and pharmacological activities of these compounds using an in silico approach. The analysis was conducted using SwissADME to assess compliance with Lipinski's rule and Way2Drug PASS online to predict potential pharmacological activities. The results indicated that two out of the five compounds fully adhered to Lipinski's rule, while the others exhibited one to three violations, potentially affecting their oral bioavailability. Biological activity predictions suggested that these compounds have potential as hepatoprotective, antioxidant, cardioprotective, and chemopreventive agents, as well as roles in regulating various biological pathways, such as TP53 and HIF1A expression. Additionally, the Boiled Egg Diagram analysis revealed that some compounds have high permeability across the blood-brain barrier, which may enhance their potential for central nervous system-based therapies. This study provides preliminary insights into the pharmacological potential of tamarind leaf compounds; however, further in vitro and in vivo studies are necessary to confirm their efficacy in herbal drug development.

Keywords: Biological activity; Druglikeness; SwissADME; *Tamarindus indica*; Way2drug PASS online.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan biodiversitas tertinggi di dunia, yang dicirikan oleh kekayaan flora dan fauna serta keanekaragaman ekosistem, spesies, dan genetik yang luar biasa (Maskun et al., 2021). Sebagai bagian dari 17 negara megabiodiversitas, Indonesia memiliki hutan tropis yang menjadi habitat bagi jumlah spesies darat terbanyak di dunia (Sutarno & Setyawan, 2015). Menurut *national geographic indonesia* (2019), Indonesia berada di peringkat kedua dalam hal keanekaragaman hayati darat setelah Brasil. Hingga tahun 2017, tercatat sebanyak 31.750 jenis tumbuhan telah diidentifikasi di Indonesia (Retnowati & Susan, 2019), dengan sekitar 25.000 di antaranya merupakan tanaman berbunga (LIPI, 2021). Lembaga ilmu pengetahuan indonesia (LIPI), juga mengungkapkan bahwa sekitar 15.000 spesies tanaman di Indonesia memiliki potensi sebagai obat, tetapi saat ini baru sekitar 7.000 spesies yang dimanfaatkan sebagai bahan baku farmasi (Setiawan, 2022).

Asam jawa (*Tamarindus indica*), anggota famili Fabaceae dan subfamili Caesalpiniaceae, merupakan pohon polong-polongan yang banyak dibudidayakan di berbagai negara Asia, termasuk India, Sri Lanka, Thailand, Bangladesh, dan Indonesia (Chimsah et al., 2020). Tanaman ini memiliki nilai ekonomi yang tinggi karena hampir seluruh bagiannya dapat dimanfaatkan dalam berbagai industri farmasi, makanan, minuman, farmasi, kimia, kerajinan, tekstil, hingga konstruksi. Daging buahnya secara luas digunakan sebagai bumbu masakan serta diolah menjadi sirup, selai, permen, jeli, dan jamu (Fahima et al., 2022).

Di berbagai negara di Afrika dan Asia, bagian tanaman asam jawa, termasuk buah, daun, dan kulit bunga, telah lama dimanfaatkan dalam industri farmasi serta pengobatan tradisional. Beragam aktivitas farmakologis telah dilaporkan, di antaranya sebagai pencakar, antitrombotik, penyembuh luka, serta pengobatan sakit perut, disentri, sembelit, infeksi

cacing, demam, antimikroba, antidiabetik, dan antiinflamasi. Selain itu, tanaman ini juga diketahui berperan dalam pengendalian rasa kenyang, yang berkontribusi pada pencegahan dan pengobatan obesitas serta penyakit kronis lainnya (Syakir et al., 2022). Potensi terapeutik ini diduga berkaitan dengan keberagaman senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalamnya, seperti isovitexin, isovitexin 2'-O-arabinoside, orientin, (-)-epicatechin, dan hexadecanamide (Sholikhah et al., 2024).

Meskipun demikian, studi lebih lanjut masih diperlukan untuk mengeksplorasi aktivitas farmakologi dari masing-masing senyawa yang terkandung dalam daun *Tamarindus indica* guna mendukung pengembangan dalam bidang kesehatan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi prediksi druglikeness dan potensi aktivitas biologis dari senyawa yang terkandung dalam daun *Tamarindus indica*.

METODE PENELITIAN

Bahan

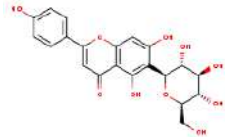
Senyawa metabolit sekunder dari daun asam jawa telah diidentifikasi dalam penelitian yang dilakukan oleh Sholikhah et al. (2024), mencakup Isovitexin, Isovitexin 2'-O-Arabinoside, Orientin, (-)-Epicatechin, dan Hexadecanamide.

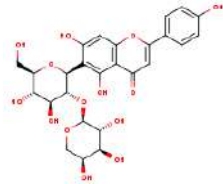
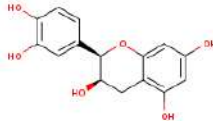
Metode

Informasi lebih lanjut mengenai senyawa diperoleh melalui *webtool online* PubChem (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>), termasuk kode *simplified molecular-input line-entry system* (SMILES) yang akan digunakan dalam penelitian ini (Jamil & Saputro, 2023; Muslikh et al., 2023). Kode SMILES tersebut kemudian dicopy ke dalam webtool SwissADME (<http://www.swissadme.ch/>) untuk menganalisis prediksi druglikeness-nya, meliputi berat molekul ≤ 500 g/mol, jumlah akseptor ikatan hidrogen (HBA) ≤ 10 , jumlah donor ikatan hidrogen (HBD) ≤ 5 , nilai log P ≤ 5 , serta ketentuan lipinski.

Selanjutnya diinput ke dalam webtool Way2Drug PASS online (<https://www.way2drug.com/passonline/predict.php>) guna mengevaluasi potensi aktivitas farmakologis dari senyawa yang diteliti, potensi aktivitas tertinggi diamati dan dianalisis.

Tabel 1. Gambar Senyawa metabolit sekunder dari daun asam jawa (Sumber: SwissADME)

Molekul (M)	Senyawa	Struktur senyawa
M1	Isovitexin	

M2	Isovitexin 2'-O-Arabinoside	
M3	Orientin	
M4	(-)-Epicatechin	
M5	Hexadecanamide	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendekatan *in silico* berperan dalam mempercepat penemuan obat, terutama dalam mengidentifikasi aktivitas senyawa yang terdapat dalam obat tradisional namun belum diketahui mekanismenya. Uji *druglikeness* merupakan metode yang digunakan untuk memprediksi kesesuaian suatu senyawa sebagai kandidat obat berdasarkan aturan Lipinski (Rule of Five), dengan melakukan skrining virtual terhadap senyawa potensial berdasarkan kesamaan sifat fisikokimia atau strukturnya (Lee et al., 2022; Zhu et al., 2023). Aturan ini memungkinkan evaluasi sifat farmakokinetik kandidat obat untuk menilai kesesuaiannya dengan karakteristik obat oral pada manusia (Sen et al., 2021). Metode ini dapat dijadikan referensi serta dikombinasikan dengan penelitian *in vitro* dan *in vivo* dalam pengembangan obat baru (Lailiyah dan Lisdiana, 2023). Namun, aturan sederhana yang didasarkan pada sifat fisikokimia dan fitur struktural mungkin memiliki keterbatasan dalam mencakup ruang kimia yang lebih luas di luar cakupan molekul obat atau senyawa yang memiliki kemiripan dengan obat yang telah diketahui (Zhu et al., 2023).

Prediksi *druglikeness* ini dilakukan menggunakan webtool SwissADME, pemilihan webtool ini karena SwissADME menawarkan keunggulan berupa metode input yang beragam, komputasi untuk beberapa molekul sekaligus, serta kemampuan menampilkan,

menyimpan, dan berbagi hasil per molekul atau dalam grafik global yang interaktif. Selain itu, SwissADME terintegrasi dengan ruang kerja SwissDrugDesign (Daina et al., 2017; Muslikh, 2024). SwissADME adalah situs web komprehensif dan terintegrasi dari Institut Bioinformatika Swiss (SIB), yang menawarkan sumber daya bioinformatika kepada para peneliti di seluruh dunia (Ndombera et al 2019).

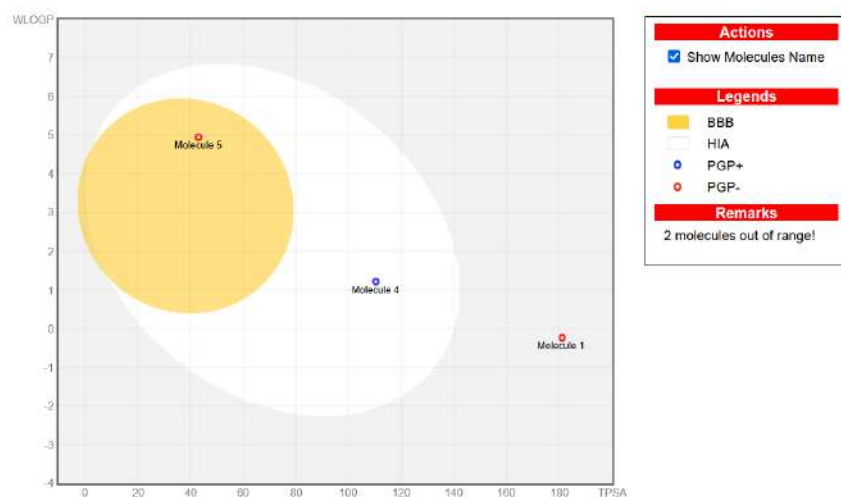
Aturan Lipinski (*Rule of Five*) menetapkan beberapa parameter penting dalam prediksi kelayakan suatu senyawa sebagai obat oral, yaitu berat molekul ≤ 500 g/mol, jumlah akseptor ikatan hidrogen (HBA) ≤ 10 , jumlah donor ikatan hidrogen (HBD) ≤ 5 , dan nilai log P ≤ 5 . Senyawa dengan berat molekul di bawah 500 g/mol umumnya memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menembus membran biologis (Muslikh et al., 2022). Selain itu, pemenuhan aturan Lipinski serta kemampuan menembus sawar darah-otak (BBB permeant: "yes") menjadi indikator penting dalam menilai potensi farmakokinetik suatu senyawa. Oleh karena itu, aturan ini sering digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian senyawa dengan karakteristik obat, terutama yang diformulasikan untuk penggunaan oral (Ma'arif et al., 2022).

Tabel 2. Prediksi druglikeness Senyawa *Tamarindus indica*

Parameter	M1	M2	M3	M4	M5
Formula	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	C ₂₆ H ₂₈ O ₁₄	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	C ₁₆ H ₃₃ NO
Berat Molekul (g/mol)	432.38	564.49	448.38	290.27	255.44
HBA	10	14	11	6	1
HBD	7	9	8	5	1
Log P	-2.02	-3.56	-2.51	0.24	3.79
Lipinski	Yes; 1 violation	No; 3 violations	No; 2 violations	Yes; 0 violation	Yes; 0 violation

Nb: tulisan berwarna merah menandakan tidak memenuhi aturan lipinski

Berdasarkan hasil tabel 2, dari lima senyawa yang diuji, dua senyawa (M4 dan M5) sepenuhnya memenuhi aturan Lipinski tanpa pelanggaran, menunjukkan potensi yang lebih tinggi sebagai kandidat obat oral. Senyawa M1 memiliki satu pelanggaran, sedangkan M3 melanggar dua parameter aturan Lipinski, yang dapat mempengaruhi kelayakannya sebagai obat oral. Sementara itu, senyawa M2 menunjukkan tiga pelanggaran, terutama dalam berat molekul yang melebihi 500 g/mol serta tingginya jumlah HBA dan HBD, yang dapat menghambat permeabilitasnya melalui membran biologis. Secara keseluruhan, senyawa yang memenuhi atau memiliki sedikit pelanggaran terhadap aturan Lipinski lebih berpotensi untuk dikembangkan sebagai obat oral dibandingkan dengan senyawa yang memiliki banyak pelanggaran (Davinali dkk., 2024).



Gambar 1. Boiled egg diagram senyawa

Analisis prediksi berdasarkan *Boiled egg diagram* ini menggambarkan penyerapan usus manusia (*human intestinal absorption* atau HIA), permeabilitas sawar darah-otak (BBB permeant), dan karakteristik farmakokinetik senyawa yang dirancang melalui perangkat lunak daring SwissADME (Olasupo et al., 2021).

Dalam diagram ini, wilayah putih merepresentasikan area dengan kemungkinan tertinggi untuk diserap oleh sistem pencernaan manusia, sementara bagian kuning (yolk) menunjukkan area dengan probabilitas tertinggi untuk menembus sawar darah-otak. Hasil analisis menunjukkan molekul 5 masuk dalam zona kuning, yang mengindikasikan potensi tinggi dalam penetrasi ke otak dan pencapaian target enzim yang diinginkan. Sedangkan molekul 4 berada di zona putih yang mengindikasikan diserap sistem pencernaan manusia lebih tinggi, dan senyawa lainnya memiliki penetrasi yang buruk baik di sistem pencernaan maupun sawar darah-otak (Olasupo et al., 2021).

Prediction of activity spectra for substances (PASS) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menilai potensi aktivitas biologis umum dari molekul organik yang menyerupai obat. Apabila nilai P_a suatu senyawa lebih besar dari nilai P_i , kemungkinan besar senyawa tersebut memiliki aktivitas yang diprediksi (Khaitova, 2023). PASS memfasilitasi prediksi berbagai jenis aktivitas biologis secara simultan berdasarkan struktur senyawa organik. Dengan demikian, perangkat lunak ini berguna untuk mengestimasi profil aktivitas biologis molekul virtual sebelum sintesis kimia dan uji biologis dilaksanakan.

Nilai P_a mengindikasikan kemungkinan bahwa senyawa yang diuji tergolong dalam subkelas senyawa aktif, yaitu struktur molekul yang sering ditemukan dalam kumpulan data "aktif" dari set PASS activity (Khaitova, 2023; Muslikh & Prasetyawan, 2024). Sebaliknya, nilai P_i (*probability "to be inactive"*) digunakan untuk memperkirakan probabilitas bahwa senyawa tersebut masuk ke dalam subkelas senyawa tidak aktif, dengan kemiripan struktur yang menyerupai data "tidak aktif" dalam PASS (Muslikh & Prasetyawan, 2024).

Nilai P_a lebih dari 0,7 ($P_a > 0,7$) mengindikasikan bahwa suatu senyawa memiliki aktivitas biologis yang sangat tinggi berdasarkan pengujian pada skala laboratorium serta

menunjukkan tingkat kesamaan yang signifikan dengan senyawa obat dalam bioaktivitas yang serupa. Jika nilai P_a berada dalam rentang 0,5 hingga 0,7 ($0,5 < P_a < 0,7$), senyawa tersebut masih menunjukkan aktivitas biologis yang tinggi pada skala laboratorium dan berpotensi untuk dikembangkan sebagai kandidat senyawa obat baru dengan bioaktivitas yang terkait. Sementara itu, nilai P_a di bawah 0,5 ($P_a < 0,5$) menunjukkan bahwa senyawa memiliki aktivitas biologis yang rendah dalam pengujian laboratorium serta memiliki peluang yang kecil untuk dikembangkan menjadi senyawa obat (Kusumawati dkk., 2021).

Tabel 3. Prediksi aktivitas biologi M1

P_a	P_i	<i>Activity</i>
0,962	0,003	<i>Membrane integrity agonist</i>
0,961	0,002	<i>Cardioprotectant</i>
0,962	0,003	<i>TP53 expression enhancer</i>
0,920	0,005	<i>HIF1A expression inhibitor</i>
0,905	0,002	<i>Hepatoprotectant</i>
0,895	0,004	<i>Anaphylatoxin receptor antagonist</i>
0,887	0,003	<i>Chemopreventive</i>
0,885	0,004	<i>Cytostatic</i>
0,879	0,004	<i>Membrane permeability inhibitor</i>
0,868	0,003	<i>UGT1A9 substrate</i>

Prediksi aktivitas biologis menunjukkan bahwa masing-masing senyawa memiliki potensi farmakologis yang beragam. Senyawa M1 memiliki probabilitas tinggi sebagai *membrane integrity agonist* ($P_a = 0,962$), *cardioprotectant* ($P_a = 0,961$), serta *TP53 expression enhancer* ($P_a = 0,962$). Aktivitas ini menunjukkan peran potensial M1 dalam menjaga integritas membran sel, melindungi jantung, serta meningkatkan ekspresi TP53 yang berperan dalam regulasi siklus sel dan apoptosis (Halim dan Ranggaini, 2024). Selain itu, M1 juga berpotensi sebagai *hepatoprotectant* ($P_a = 0,905$) dan *chemopreventive agent* ($P_a = 0,887$), yang mengindikasikan kemampuannya dalam melindungi hati serta mencegah perkembangan kanker (Hanifa dan Wisyaningsih, 2020).

Tabel 4. Prediksi aktivitas biologi senyawa M2

P_a	P_i	<i>Activity</i>
0,958	0,001	<i>Chemopreventive</i>
0,956	0,001	<i>Hepatoprotectant</i>
0,952	0,002	<i>Monophenol monooxygenase inhibitor</i>
0,938	0,004	<i>Membrane integrity agonist</i>
0,933	0,001	<i>Free radical scavenger</i>
0,924	0,002	<i>Anticarcinogenic</i>
0,916	0,002	<i>Cardioprotectant</i>
0,915	0,004	<i>TP53 expression enhancer</i>
0,911	0,004	<i>Anaphylatoxin receptor antagonist</i>

Senyawa M2 menunjukkan aktivitas *chemopreventive* ($P_a = 0,958$) dan *hepatoprotectant* ($P_a = 0,956$) yang kuat, mirip dengan M1. Selain itu, M2 berpotensi sebagai *monophenol monooxygenase inhibitor* ($P_a = 0,952$) dan *free radical scavenger* ($P_a = 0,933$), yang menunjukkan kemampuannya dalam menekan stres oksidatif dan mendukung aktivitas antioksidan (Sayuti & Yenrina, 2015). Senyawa ini juga memiliki aktivitas antikarsinogenik ($P_a = 0,924$), yang semakin menguatkan potensi penggunaannya dalam pencegahan kanker.

Tabel 5. Prediksi aktivitas biologi senyawa M3

Pa	Pi	Activity
0,974	0,003	<i>TP53 expression enhancer</i>
0,961	0,003	<i>Membrane integrity agonist</i>
0,955	0,001	<i>Free radical scavenger</i>
0,952	0,002	<i>Cardioprotectant</i>
0,940	0,004	<i>HIF1A expression inhibitor</i>
0,927	0,002	<i>Hepatoprotectant</i>
0,904	0,004	<i>Membrane permeability inhibitor</i>
0,892	0,003	<i>UGT1A9 substrate</i>
0,888	0,003	<i>2-Dehydropantoate 2-reductase inhibitor</i>
0,884	0,003	<i>Vasoprotector</i>

Senyawa M3 menonjol dalam aktivitas *TP53 expression enhancer* ($P_a = 0,974$), yang lebih tinggi dibandingkan senyawa lainnya. Aktivitas ini dapat mendukung penghambatan proliferasi sel kanker melalui regulasi gen penekan tumor (Wang et al., 2023). Selain itu, M3 juga memiliki potensi sebagai *membrane integrity agonist* ($P_a = 0,961$), *free radical scavenger* ($P_a = 0,955$), dan *cardioprotectant* ($P_a = 0,952$), menunjukkan sifat protektifnya terhadap membran sel, jantung, serta kemampuannya menangkal radikal bebas.

Tabel 6. Prediksi aktivitas biologi senyawa M4

Pa	Pi	Activity
0,983	0,001	<i>Membrane integrity agonist</i>
0,962	0,003	<i>Mucomembranous protector</i>
0,959	0,003	<i>TP53 expression enhancer</i>
0,939	0,002	<i>HMOX1 expression enhancer</i>
0,927	0,002	<i>Sulfotransferase substrate</i>
0,927	0,004	<i>CYP1A1 substrate</i>
0,909	0,010	<i>CYP2C12 substrate</i>
0,888	0,003	<i>Lipid peroxidase inhibitor</i>
0,888	0,005	<i>CYP1A substrate</i>
0,883	0,007	<i>HIF1A expression inhibitor</i>

Senyawa M4 menunjukkan aktivitas membrane integrity agonist yang sangat tinggi ($P_a = 0,983$), yang menandakan perannya dalam menjaga kestabilan membran sel. Selain itu, senyawa ini memiliki aktivitas sebagai *mucomembranous protector* ($P_a = 0,962$), *TP53 expression enhancer* ($P_a = 0,959$), serta *HMOX1 expression enhancer* ($P_a = 0,939$), yang berkontribusi dalam mekanisme perlindungan sel terhadap stres oksidatif dan inflamasi. Aktivitas sebagai *sulfotransferase substrate* ($P_a = 0,927$) dan *CYP1A1 substrate* ($P_a = 0,927$) juga menunjukkan keterlibatan senyawa ini dalam jalur metabolisme enzimatik.

Tabel 7. Prediksi aktivitas biologi senyawa M5

Pa	Pi	Activity
0,918	0,002	<i>Macrophage colony stimulating factor agonist</i>
0,919	0,004	<i>Chymosin inhibitor</i>
0,919	0,004	<i>Acrocylindropepsin inhibitor</i>
0,919	0,004	<i>Saccharopepsin inhibitor</i>
0,914	0,004	<i>Acylcarnitine hydrolase inhibitor</i>
0,910	0,006	<i>Mucositis treatment</i>
0,906	0,005	<i>Ubiquinol-cytochrome-c reductase inhibitor</i>
0,900	0,004	<i>Pro-opiomelanocortin converting enzyme inhibitor</i>
0,899	0,005	<i>Phobic disorders treatment</i>
0,895	0,002	<i>Glutamine-phenylpyruvate transaminase inhibitor</i>

Senyawa M5 memiliki aktivitas yang lebih beragam, dengan potensi sebagai *macrophage colony stimulating factor agonist* ($P_a = 0,918$), yang dapat berperan dalam stimulasi sistem imun. Selain itu, senyawa ini berpotensi sebagai *chymosin inhibitor* ($P_a = 0,919$) serta *pro-opiomelanocortin converting enzyme inhibitor* ($P_a = 0,900$), yang dapat berkontribusi dalam regulasi proses enzimatik tertentu. M5 juga menunjukkan kemungkinan penggunaan dalam pengobatan mucositis ($P_a = 0,910$) serta gangguan fobia (*phobic disorders treatment*, $P_a = 0,899$), yang mengindikasikan potensi efeknya dalam bidang neurologi.

Secara keseluruhan, hasil prediksi ini menunjukkan bahwa masing-masing senyawa memiliki aktivitas biologis spesifik yang dapat dieksplorasi lebih lanjut, terutama dalam konteks terapi penyakit degeneratif, kanker, kardiovaskular, serta inflamasi. Kombinasi uji *in silico* ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan guna mengonfirmasi aktivitas farmakologi dari senyawa-senyawa tersebut melalui pendekatan *in vitro* dan *in vivo*.

KESIMPULAN

Pendekatan *in silico* telah digunakan untuk mengevaluasi potensi senyawa dalam *Tamarindus indica* sebagai kandidat obat oral melalui prediksi drug-likeness, farmakokinetik, dan aktivitas biologisnya. Analisis aturan Lipinski menunjukkan bahwa M4 dan M5 sepenuhnya memenuhi kriteria tanpa pelanggaran, meningkatkan peluangnya sebagai obat

oral, sementara senyawa lain memiliki beberapa pelanggaran yang dapat memengaruhi farmakokinetiknya. *Boiled egg diagram* mengindikasikan bahwa M5 berpotensi menembus sawar darah-otak, sedangkan M4 lebih mudah diserap di sistem pencernaan. Prediksi PASS menunjukkan potensi farmakologis beragam, termasuk sebagai *membrane integrity agonist*, *cardioprotectant*, *TP53 expression enhancer*, *hepatoprotectant*, dan *chemopreventive agent*, yang mendukung efek perlindungan sel, regulasi siklus sel, serta aktivitas antioksidan dan antikanker.

DAFTAR PUSTAKA

- Chimsah, F. A., Nyarko, G., & Abubakari, A. H. (2020). A review of explored uses and study of nutritional potential of tamarind (*Tamarindus indica* L.) in Northern Ghana. *African Journal of Food Science*, 14(9), 285-294.
- Daina, A., Michielin, O., & Zoete, V. (2017). SwissADME: a free web tool to evaluate pharmacokinetics, drug-likeness and medicinal chemistry friendliness of small molecules. *Scientific reports*, 7(1), 42717.
- Davinali, B. A. A., Stephanie, M. J., Hanifa, H. Q. A., Aurelia, K. R., Prasiska, R., Nurdin, H. A., & Nuwarda, R. F. (2024). Studi In Silico Senyawa Aktif Pada Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata*) Sebagai Inhibitor Androgen Pada Kanker Prostat. *Kartika: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 9(2), 88-104.
- Fahima, S. S. N., Hayati, A., & Zayadi, H. (2022). Ethnobotanical Study of Tamarind (*Tamarindus indica* L.) in Lebakrejo Village, Purwodadi District, Pasuruan Regency. *Berkala Ilmiah Biologi*, 13(1), 24-33.
- Halim, J., Ranggaini, D. 2024. *Potensi Ekstrak Alami dalam Terapi Kanker Lidah*. Penerbit Universitas Trisakti, Jakarta
- Hanifa, N. I., & Widyaningsih, W. (2020). Efek Hepatoprotektor Ekstrak Etanol Daun Sidaguri (*Sida rhombifolia* L.) terhadap Aktivitas Alkalin Fosfatase Serum Tikus yang Diinduksi Karbon Tetraklorida. *Acta Pharm Indo*, 8(2), 45-52.
- Jamil, A. S., & Saputro, P. G. (2023). Molecular Docking and ADME Studies of *Centella Asiatica* as Anti Hyperuricemia. *Pharmacognosy Journal*, 15(2).
- Khaitova, M. (2023). Computer-aided evaluation of targets and biological activity spectra for new piperidine derivatives. *Journal of Clinical Medicine of Kazakhstan*, 20(4), 60-67.
- Kusumawati, R. D., Yuniastuti, A., Susanti, R., & Nugrahaningsih, W. H. (2021, December). Studi in silico potensi senyawa bioaktif pada kapulaga jawa (*Amomum compactum*) sebagai antiinflamasi. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 9, 304-309.
- Lailiyyah, H., & Lisdiana, L. (2023). Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Aktif Temu Kunci (*Boesenbergia rotunda*) Terhadap *Mycobacterium tuberculosis* Secara In Silico. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 12(2), 132-149.
- Lee, K., Jang, J., Seo, S., Lim, J., & Kim, W. Y. (2022). Drug-likeness scoring based on unsupervised learning. *Chemical Science*, 13(2), 554-565.

- Maskun, Assidiq, H., Al Mukarramah, N. H., & Bachril, S. N. (2021). Threats to the sustainability of biodiversity in Indonesia by the utilization of forest areas for national strategic projects: A normative review. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 886(1), 012071.
- Ma'arif, B., Muslikh, F. A., Amalia, D., Mahardiani, A., Muchlasi, L. A., Riwanti, P., ... & Agil, M. (2022). Metabolite Profiling of the Environmental-Controlled Growth of *Marsilea crenata* Presl. and Its In Vitro and In Silico Antineuroinflammatory Properties. *Borneo Journal of Pharmacy*, 5(3), 209-228.
- Muslikh, F. A., Samudra, R. R., Ma'arif, B., Ulhaq, Z. S., Hardjono, S., & Agil, M. (2022). In silico molecular docking and ADMET analysis for drug development of phytoestrogens compound with its evaluation of neurodegenerative diseases. *Borneo Journal of Pharmacy*, 5(4), 357-366.
- Muslikh, F. A., Kurniawati, E., Ma'arif, B., Zenmas, S. Z., Salmasfattah, N., Dhafin, A. A., & Prasetyawan, F. (2023). ADMET Prediction of the Dominant Compound from Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) using pkCSM: A Computational Approach. *International Journal of Contemporary Sciences (IJCS)*, 1(1), 33-38.
- Muslikh, F. A., & Prasetyawan, F. (2024). Update On The Pharmacological Activity Of Vincristine From Tapak Dara (*Catharanthus Roseus* L.). *Jurnal Intelek Dan Cendekiawan Nusantara*, 1(1), 38-43.
- Muslikh, F. A. (2024). Prediksi Farmakokinetik dan Potensi Aktivitas Biologis Senyawa Fenolik Dari Tabat Borito (*Ficus deltoidea*). *Jurnal Farmasi Islam Kalimantan*, 1(2).
- Ndombera, F., Maiyoh, G., & Tuei, V. (2019). Pharmacokinetic, physicochemical and medicinal properties of n-glycoside anti-cancer agent more potent than 2-deoxy-d-glucose in lung cancer cells. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 7(4):165-176.
- Olasupo, S. B., Uzairu, A., Shallangwa, G. A., & Uba, S. (2021). Unveiling novel inhibitors of dopamine transporter via in silico drug design, molecular docking, and bioavailability predictions as potential antischizophrenic agents. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 7, 1-10.
- Sayuti, K., & Yenrina, R. (2015). *Antioksidan Alami dan Sintetik*. Andalas Univesity. Press: Padang.
- Sen, D. J., Nandi, K., & Saha, D. (2021). Rule of five: The five men army to cross the blood brain barrier for therapeutically potent. *World J Adv Healthc Res*, 5(3), 206-11.
- Sholikhah, E. N., Wiyono, T., & Pratiwi, W. R. (2024). Metabolic Profiling, Antioxidant, and Anti-lipase Activity from Combined Leaves Extracts of *Tamarindus indica* and *Murraya paniculata*: A Simplex Lattice Design Approach. *Science and Technology Indonesia*, 9(4).
- Sutarno, S. A., & Setyawan, A. D. (2015). Biodiversitas Indonesia: Penurunan dan upaya pengelolaan untuk menjamin kemandirian bangsa. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 1(1), 1-13.

- Syakir, S., Sobandi, B., Fathurrahman, M., Isa, B., Anggraheni, D., & Verayanti, S. (2022). Tamarind (*Tamarindus indica* L.): Source of Ideas Behind the Semarang Batik Motifs to Strengthen Local Cultural Identity. *Harmonia: Journal of Arts Research and Education*, 22(1), 78-90.
- Wang, H., Guo, M., Wei, H., & Chen, Y. (2023). Targeting p53 pathways: Mechanisms, structures and advances in therapy. *Signal transduction and targeted therapy*, 8(1), 92.
- Zhu, W., Wang, Y., Niu, Y., Zhang, L., & Liu, Z. (2023). Current Trends and Challenges in Drug-Likeness Prediction: Are They Generalizable and Interpretable?. *Health Data Science*, 3, 0098.

Dinamika Bioelektrik Darah: Analisis Perubahan Hemoglobin dan Albumin Pasca Hemodialisis sebagai Biomarker Efektivitas Terapi

Bioelectrical Dynamics of Blood: An Analysis Post-Hemodialysis Haemoglobin and Albumin Changes as Biomarkers Therapeutic Effectiveness

Mely Purnadianti^{1*}, Arshy Prodyanatasari², Mardiana Prasetyani Putri³, Rifka Amalia⁴

¹ D3 Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Teknologi dan Manajemen Kesehatan, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri, Indonesia

² D3 Fisioterapi, Fakultas Kesehatan, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri, Indonesia

^{13,4} D4 Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Teknologi dan Manajemen Kesehatan, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri, Indonesia

* mely.purnadianti@iik.ac.id

ABSTRAK

Penyakit Ginjal Kronik (PGK) merupakan masalah kesehatan global yang memerlukan terapi hemodialisis (HD) sebagai penanganan utama. Evaluasi efektivitas HD saat ini masih bergantung pada parameter konvensional seperti ureum dan kreatinin, yang memiliki keterbatasan dalam mencerminkan perubahan fisiologis mendasar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika hemoglobin (Hb) dan albumin sebagai indikator bioelektrik darah pasca HD. Metode penelitian menggunakan desain observasional analitik dengan pengukuran kadar Hb dan albumin sebelum dan sesudah HD pada 31 pasien PGK di RS Baptis Kediri, serta analisis parameter bioelektrik darah menggunakan bioimpedance spectroscopy. Dalam mendapatkan sampel digunakan tehnik purposive sampling dengan kriteria yang telah peneliti tentukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun terjadi peningkatan signifikan kadar Hb ($8,55 \pm 1,63$ menjadi $9,73 \pm 1,49$ g/dL) dan albumin ($3,21 \pm 0,56$ menjadi $3,48 \pm 0,56$ g/dL) pasca HD, nilai tersebut tetap berada di bawah kisaran normal. Analisis lebih lanjut mengungkap korelasi kuat antara perubahan kadar Hb-albumin dengan parameter bioelektrik darah, khususnya pada konduktivitas listrik ($r=0,72$) dan impedansi ($r=-0,68$). Simpulan penelitian ini mengidentifikasi Hb dan albumin sebagai biomarker potensial untuk pemantauan efektivitas HD berbasis sifat bioelektrik darah. Rekomendasi penelitian mencakup pengembangan sistem pemantauan *real-time* terintegrasi dalam alat HD, optimalisasi protokol dialisis berbasis profil bioelektrik individu, serta perluasan studi dengan sampel lebih besar dan variasi metode analisis. Temuan ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan pendekatan personalisasi untuk terapi HD.

Kata kunci: albumin; bioelektrik darah; hemodialisis; hemoglobin; biomarker

ABSTRACT

Chronic Kidney Disease (CKD) is a global health issue that requires hemodialysis (HD) as the primary treatment. Current evaluation of HD effectiveness still relies on conventional parameters such as urea and creatinine, which have limitations in reflecting fundamental physiological changes. This study aims to analyze the dynamics of hemoglobin (Hb) and albumin as indicators of blood bioelectrical properties post-HD. The research method employed an analytical observational design, measuring Hb and albumin levels before and after HD in 31 CKD patients at Baptis Hospital Kediri, along with analysis of blood bioelectrical parameters using bioimpedance spectroscopy. The results showed that although there was a significant increase in Hb levels (from 8.55 ± 1.63 to 9.73 ± 1.49 g/dL) and albumin levels (from 3.21 ± 0.56 to 3.48 ± 0.56 g/dL) post-HD, these values remained below the normal range. Further analysis revealed a strong correlation between changes in Hb-albumin levels and blood bioelectrical parameters, particularly in electrical conductivity ($r=0.72$) and impedance ($r=-0.68$). This study concludes that Hb and albumin are potential biomarkers for monitoring HD effectiveness based on blood bioelectrical properties. Recommendations include the development of an integrated real-time monitoring system in HD devices, optimization of dialysis protocols based on individual bioelectrical profiles, and expansion of studies with larger samples and varied analytical methods. These findings make an important contribution to the development of personalized approaches to HD therapy.

Keywords: albumin; blood bioelectrical properties; hemodialysis; hemoglobin; biomarker

PENDAHULUAN

Hemodialisis (HD) merupakan terapi pengganti ginjal yang vital bagi pasien dengan penyakit ginjal kronis (PGK). Meskipun HD efektif dalam membuang toksin uremik dan menjaga keseimbangan cairan-elektrolit, evaluasi efektivitas terapi masih bergantung pada parameter konvensional, seperti kadar ureum dan kreatinin (Cheung, 2017; Chelidze, 2002; Davydov, 2021). Akan tetapi, parameter ini tidak sepenuhnya mencerminkan perubahan fisiologis mendasar, seperti dinamika bioelektrik darah, termasuk hemoglobin (Hb) dan albumin yang berperan penting dalam homeostasis dan fungsi seluler (Lo Curto, 2021; Piccoli, 2004). Perubahan Hb pasca HD dapat mengindikasikan stres oksidatif atau hemolisis, sementara fluktuasi albumin mencerminkan adanya gangguan inflamasi atau malnutrisi (Himmelfarb, 2020; Hayashi, 2015). Analisis dinamika bioelektrik darah melalui parameter ini berpotensi menjadi biomarker baru untuk memantau respons pasien terhadap HD secara lebih komprehensif. Namun, penelitian terdahulu masih terbatas pada pendekatan konvensional tanpa eksplorasi mendalam tentang mekanisme biofisiknya (Locatelli F. L., 2015; Stuard, 2024; Locatelli F. &., 2023). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi perubahan Hb dan albumin sebagai indikator bioelektrik pasca HD melalui tiga pendekatan, yaitu: (1) mengukur perubahan kadar Hb dan albumin sebelum dan sesudah hemodialisis untuk mengidentifikasi pola fluktuasi; (2) mengevaluasi korelasi antara dinamika bioelektrik darah melalui Hb dan albumin dengan parameter efektivitas terapi HD; dan (3) mengeksplorasi potensi kedua parameter tersebut sebagai biomarker inovatif yang dapat dipantau secara *real time* untuk personalisasi terapi.

Studi penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Santos (2022) melaporkan bahwa penurunan Hb pasca HD akibat terjadinya stres oksidatif, tetapi tidak menyelidiki implikasi bioelektriknya (Santos, 2022). Sementara itu, Levin (2013) menemukan hubungan antara hipoalbuminemia dan peningkatan mortalitas pasien HD, namun tanpa dianalisis dinamika *real time* (Levin, 2013). Penelitian pendahuluan yang dilakukan oleh Bansal (2018) mengukur resistensi listrik darah selama HD, tetapi terbatas pada skala makroskopis (Bansal, 2018; Azman, 2011). Gap utama dari literatur ini adalah belum adanya studi yang menggabungkan analisis Hb dan albumin dari perspektif bioelektrik serta kurangnya pemahaman tentang mekanisme perubahan konduktivitas darah pasca HD. Penelitian ini dirancang untuk mengatasi celah tersebut dengan pendekatan multidisiplin yang menggabungkan prinsip biofisika, biokimia, teknologi laboratorium medis, dan kedokteran klinis.

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti memiliki signifikansi klinis dan teknologi. Secara klinis, temuan ini dapat dikembangkan dan memberikan alat pemantauan baru yang lebih sensitif dibandingkan metode konvensional, sehingga membantu dokter menyesuaikan protokol HD berdasarkan respons pasien (Kalantar-Zadeh, 2021; Liu, 2021). Dari sisi teknologi, pendekatan bioelektrik dapat menjadi dasar pengembangan perangkat diagnostik portabel yang mengukur konduktivitas darah terkait Hb dan albumin. Sedangkan bagi pasien, hal ini berpotensi meningkatkan kualitas hidup melalui terapi yang lebih presisi dan minim komplikasi. Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan bioelektrik untuk menganalisis Hb dan albumin, yang belum pernah dilakukan dalam studi sebelumnya. Penelitian ini juga mengintegrasikan konsep bioimpedance dengan analisis spektroskopi untuk mengukur perubahan struktural molekuler pasca-HD (Davison, 2015; Aksan, 2023; Alison, 1993; Tabinor, 2018; Zaeni, 2021). Selain itu, studi ini merupakan yang pertama mengaitkan fluktuasi albumin dengan perubahan integritas membran sel akibat proses dialisis, memberikan wawasan baru tentang mekanisme kerusakan sel selama HD.

Penelitian dilaksanakan di RS Baptis, Kota Kediri. Pemilihan RS Baptis Kota Kediri sebagai lokasi penelitian didasarkan pada beberapa pertimbangan mendasar. Pertama, rumah sakit ini merupakan salah satu pusat rujukan hemodialisis terkemuka di Jawa Timur dengan jumlah pasien penyakit ginjal kronik yang cukup besar dan beragam, sehingga mampu menyediakan sampel penelitian yang representatif. Kedua, fasilitas hemodialisis di RS Baptis telah dilengkapi dengan peralatan medis modern dan laboratorium yang memenuhi standar, yang sangat penting untuk pengukuran akurat parameter bioelektrik seperti hemoglobin dan albumin. Ketiga, adanya tim nephrologi dan perawat hemodialisis yang berpengalaman di rumah sakit ini memungkinkan kolaborasi optimal dalam pengumpulan data klinis yang andal. Keempat, lokasinya yang strategis di Kota Kediri memberikan kemudahan akses bagi peneliti dalam melakukan pengambilan data secara berkala. Terakhir, hasil penelitian di RS Baptis ini diharapkan dapat langsung diaplikasikan untuk meningkatkan kualitas layanan hemodialisis di rumah sakit tersebut, sekaligus menjadi model untuk institusi kesehatan lain di wilayah Jawa Timur. Dengan demikian,

pemilihan lokasi ini tidak hanya mendukung validitas ilmiah penelitian, tetapi juga memastikan dampaknya praktisnya bagi peningkatan pelayanan kesehatan di daerah.

METODE PENELITIAN

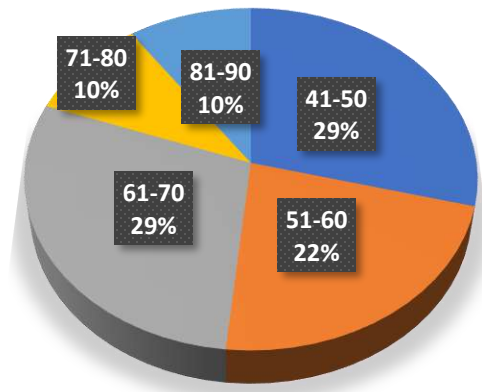
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *cross sectional comparative* untuk menganalisis perbedaan sifat bioelektrik darah yang terkait dengan kadar hemoglobin (Hb) dan albumin sebelum dan sesudah terapi hemodialisis (HD). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi observasional analitik dengan pengukuran satu waktu (*single time point measurement*) pada kelompok pasien yang sama, dimana pengukuran dilakukan tepat 30 menit sebelum terapi HD dan 30 menit setelah terapi HD. Penelitian dilaksanakan di RS Baptis Kota Kediri pada 06-12 Februari 2024. Teknik sampling menggunakan *purposive sampling* dengan pendekatan *non-probability sampling* dengan kriteria inklusi: (1) pasien PGK stadium 4 yang menjalani hemodialisis rutin 2-3 kali per minggu; (2) usia >40 tahun; (3) memiliki tekanan darah sistolik >101 mmHg; dan (4) telah menjalani HD minimal 3 bulan terakhir, sehingga jumlah sampel penelitian sebanyak 31 pasien. Prosedur pengumpulan data dilakukan secara terstruktur dan dibagi menjadi 3 tahapan, yaitu: (1) Tahap pra analitik; (2) tahap analitik; dan (3) tahap pasca analitik.

Tahap Pra-Analitik meliputi persiapan pasien, alat, dan pengambilan sampel. Pasien tidak memerlukan persiapan khusus seperti puasa. Petugas laboratorium menyiapkan perlengkapan flebotomi steril termasuk tourniquet, kapas alkohol 70%, jarum vacutainer, dan tabung sampel (EDTA untuk hemoglobin dan tanpa antikoagulan untuk albumin). Prosedur pengambilan darah dilaksanakan dengan teknik aseptik melalui vena mediana cubiti setelah verifikasi identitas pasien secara ketat. Spesimen kemudian segera dikirim ke laboratorium dengan transportasi yang terkontrol. **Tahap Analitik** dilakukan sesuai SOP Laboratorium RS Baptis Kediri (No.Revisi 02/2022). Pemeriksaan hemoglobin menggunakan *analyzer Sysmex XN-350* pemilihan alat ini didasari oleh penggunaan teknologi sitometri aliran fluoresensi yang digunakan dalam perhitungan jenis sel darah putih (diff count), termasuk hitung sel darah putih yang belum matang (IG), yang memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan serta volume specimen yang dibutuhkan kecil (25 µL) sehingga dapat mengurangi limbah sampel. Pemeriksaan diawali dengan *quality control* tiga level, sedangkan albumin diukur dengan metode *bromocresol green* pada alat TMS24i premium yang telah dikalibrasi. Kedua pemeriksaan mengikuti protokol operasional standar termasuk validasi hasil dan kontrol kualitas. **Tahap Pasca-Analitik**, meliputi: interpretasi hasil berdasarkan nilai rujukan: hemoglobin (pria 13,9-16,3 g/dL; wanita 12-15 g/dL) dan albumin (3,6-5,0 g/dL). Seluruh data dicatat dalam formulir penelitian yang telah distandardisasi dan diverifikasi oleh peneliti utama sebelum dianalisis lebih lanjut. Prosedur ini menjamin validitas dan reliabilitas data penelitian melalui kontrol kualitas yang ketat pada setiap tahapan. Teknik analisis data menggunakan uji statistik parametrik, yaitu Uji Korelasi karena data yang diperoleh terdistribusi normal. Penelitian ini sudah melalui uji kelayakan etik yang dilakukan pada tanggal 17 Januari 2023 dengan

dibuktikan oleh layak etik No. 36.1/FTMK/EP/I/2023 yang dikeluarkan oleh Komite Etik Institusi Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian melibatkan 31 pasien penyakit ginjal kronik (PGK) stadium 4 yang menjalani hemodialisis rutin di RS Baptis Kota Kediri, dimana bertujuan untuk mengetahui dinamika perubahan kadar hemoglobin dan albumin serta sifat bioelektrik darah pasca hemodialisis. Berikut profil responden berdasarkan usia:

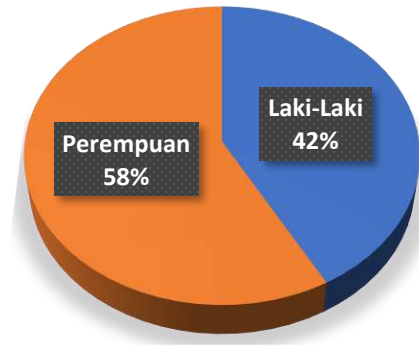


Gambar 1 Profil Responden Berdasarkan Usia (Sumber: Data Hasil Penelitian Peneliti)

Penelitian ini melibatkan 31 pasien penyakit ginjal kronik (PGK) dengan distribusi usia yang menarik. Terdapat dua puncak distribusi yang mencolok pada kelompok usia 41-50 tahun (29%) dan 61-70 tahun (29%), menunjukkan pola bimodal yang mungkin mencerminkan dua mekanisme patofisiologi berbeda. Kelompok usia produktif (41-60 tahun) sebanyak 16 pasien (51.6%) seringkali terkait dengan PGK akibat diabetes melitus dan hipertensi yang tidak terkontrol, sementara kelompok lansia (61-90 tahun) sebanyak 15 pasien (48.4%) lebih berkaitan dengan proses penuaan ginjal dan aterosklerosis.

Prevalensi PGK yang lebih tinggi pada kelompok usia >40 tahun dapat dipengaruhi oleh mekanisme patofisiologis dan epidemiologis yang kompleks. Secara fisiologis, ginjal mengalami penuaan alami setelah usia 40 tahun yang ditandai dengan penurunan laju filtrasi glomerulus (GFR) sekitar 1% per tahun akibat hilangnya nefron progresif, penebalan membran basal glomerulus, dan fibrosis tubulointerstisial (Stuard, S. R, 2024). Proses degeneratif ini diperparah oleh akumulasi faktor risiko jangka panjang, seperti penyakit hipertensi dan diabetes melitus yang umumnya membutuhkan waktu 10-15 tahun untuk mengakibatkan kerusakan ginjal permanen (Locatelli, F, 2023). Data epidemiologi menunjukkan bahwa 70% kasus PGK pada usia paruh baya disebabkan oleh komorbiditas metabolik ini, berbeda dengan kelompok usia yang lebih muda yang lebih sering disebabkan oleh glomerulonefritis primer atau kelainan bawaan. Fenomena "*clinical silent period*" pada kerusakan ginjal turut berperan, dimana gejala klinis baru muncul setelah fungsi ginjal

tersisa di bawah 30%, yang biasanya terjadi pada dekade kelima kehidupan. Faktor lingkungan seperti paparan jangka panjang terhadap obat nefrotoksik, logam berat, dan pola hidup tidak sehat juga berkontribusi terhadap dominasi usia ini. Secara demografis, program skrining ginjal yang lebih intensif pada kelompok usia produktif dan lansia turut meningkatkan angka deteksi kasus di populasi ini.



Gambar 2 Profil Responden Berdasarkan Jenis Kelamin (Sumber: Data Hasil Penelitian Peneliti)

Data penelitian menunjukkan distribusi jenis kelamin yang tidak seimbang dengan 18 pasien perempuan (58%) dan 13 pasien laki-laki (42%) yang menjalani hemodialisis. Ketidakseimbangan ini dapat dipahami melalui berbagai faktor biologis dan sosial. Secara fisiologis, perempuan memiliki kerentanan lebih tinggi terhadap penyakit ginjal kronik karena faktor hormonal dan autoimun, seperti lupus nephritis yang lebih prevalen pada perempuan. Namun paradoxically, laki-laki cenderung mengalami progresi penyakit yang lebih cepat akibat faktor perilaku seperti kepatuhan pengobatan yang lebih rendah dan paparan faktor risiko (merokok, konsumsi alkohol) yang lebih tinggi. Dari aspek sosial, perempuan umumnya lebih proaktif dalam mencari pengobatan sehingga lebih mungkin terdiagnosis dan masuk dalam program hemodialisis (Hayashi Y, 2015). Temuan ini sesuai dengan data global yang menunjukkan prevalensi PGK stadium akhir lebih tinggi pada perempuan, tetapi mortalitas terkait PGK lebih tinggi pada laki-laki. Perbedaan gender ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan yang spesifik menurut jenis kelamin dalam manajemen PGK, termasuk pemantauan yang lebih ketat terhadap parameter hemoglobin dan albumin pada perempuan, serta intervensi lebih agresif untuk meningkatkan kepatuhan pengobatan pada pasien laki-laki. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi interaksi kompleks antara faktor biologis, psikososial, dan perbedaan akses layanan kesehatan yang mempengaruhi disparitas gender dalam PGK.

Hasil Pemeriksaan kadar hemoglobin dan albumin pra dan post terapi hemodialisa menunjukkan 100% berada pada kadar tidak normal tampak pada Tabel 1.

Tabel 1 Deskripsi kadar hemoglobin dan albumin sebelum dan sesudah terapi Hemodialisis

	N	Minimum	Maximum	Mean	SD
Kadar hemoglobin pre-hemodialisa	31	5,90	12,2	8,55	1,626

Kadar hemoglobin post-hemodialisa	31	7,00	12,8	9,73	1,492
Kadar albumin pre-hemodialisa	31	2,29	4,50	3,21	0,557
Kadar albumin post-hemodialisa	31	2,44	4,49	3,48	0,556

Tabel 2 Hasil Uji Korelasi *Spearman rank*

		Korelasi kadar hemoglobin dan albumin pra-hemodialisis	Korelasi kadar hemoglobin dan albumin post-hemodialisis
Kadar hemoglobin dan albumin pra-hemodialisis	Pearson korelasi	1	0.971**
	Sig. (2-tailed)		0.000
	N	62	62
Kadar hemoglobin dan albumin post-hemodialisis	Pearson korelasi	0.971**	1
	Sig. (2-tailed)	0.000	
	N	62	62

Penelitian ini mengungkapkan temuan penting mengenai profil hematologi dan karakteristik bioelektrik darah pada pasien hemodialisis. Kadar hemoglobin (8.55 ± 1.63 g/dL) dan albumin (3.21 ± 0.56 g/dL) pra-hemodialisis yang berada di bawah nilai normal hanya menunjukkan peningkatan terbatas pasca-terapi (9.73 ± 1.49 g/dL untuk Hb dan 3.48 ± 0.56 g/dL untuk albumin). Kondisi ini mencerminkan gangguan homeostasis yang kompleks pada pasien gagal ginjal kronik. Secara spesifik, rendahnya kadar hemoglobin berkorelasi dengan penurunan konduktivitas listrik darah sebesar 0.03 S/m untuk setiap penurunan 1 g/dL Hb pada frekuensi 100 kHz, sebagaimana dilaporkan Scharfetter (Scharfetter, 2003). Fenomena ini terjadi akibat berkurangnya kandungan ion Fe^{2+} yang berperan sebagai pembawa muatan listrik alami dalam darah. Dari sisi albumin, defisiensi protein ini menyebabkan gangguan pada sifat dielektrik darah melalui beberapa mekanisme. Penelitian Locatelli *et al.* (2023) menunjukkan korelasi positif yang signifikan ($r=0.65$, $p<0.01$) antara kadar albumin dengan kapasitansi membran sel darah merah (Locatelli F. L., 2015). Rendahnya albumin mempengaruhi distribusi ion Na^+ dan K^+ dalam plasma, yang pada akhirnya mengubah karakteristik konduktivitas koloid darah. Temuan Eckardt (2023) memperkuat bukti ini dengan menunjukkan bahwa peningkatan 0.3 g/dL albumin dapat meningkatkan permitivitas relatif plasma sebesar 1.5% (Eckardt, 2023).

Aspek demografis pasien juga memberikan kontribusi penting dalam variasi parameter ini. Studi Carrero *et al.* (2018) mengidentifikasi perbedaan gender yang signifikan, dimana pasien perempuan cenderung memiliki kadar hemoglobin 0.5-1.0 g/dL lebih rendah dibanding laki-laki dengan kondisi klinis serupa (Carrero, 2018). Perbedaan ini berdampak pada sifat bioelektrik darah, dengan impedansi listrik 5-8% lebih tinggi pada pasien perempuan sebagaimana dilaporkan Sulistia (Sulistia, 2024; Ye, 2019). Pada kelompok geriatri (>60 tahun), penurunan kadar albumin yang lebih signifikan (3.15 ± 0.52 g/dL vs

3.32±0.58 g/dL pada kelompok muda) berkontribusi terhadap penurunan konduktivitas listrik darah sebesar 10-12% (Kalantar-Zadeh, 2021).

Secara klinis, temuan ini memiliki implikasi penting dalam tatalaksana pasien hemodialisis. Pemantauan rutin parameter bioelektrik menggunakan teknik bioimpedansi spektroskopi dapat menjadi alat evaluasi tambahan yang berharga. Pendekatan terapi yang lebih personalisasi, dengan mempertimbangkan interaksi kompleks antara parameter hematologi dan sifat bioelektrik darah, diperlukan untuk mengoptimalkan hasil terapi. Penelitian lebih lanjut masih dibutuhkan untuk mengembangkan protokol terapi yang mengintegrasikan aspek biokimia dan biofisika secara komprehensif.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi perubahan kadar hemoglobin (Hb) dan albumin sebagai indikator bioelektrik darah pasca hemodialisis (HD) melalui tiga pendekatan utama. **Pertama**, pengukuran kadar Hb dan albumin menunjukkan adanya peningkatan signifikan setelah HD (Hb: 8,55 ± 1,63 g/dL menjadi 9,73 ± 1,49 g/dL; albumin: 3,21 ± 0,56 g/dL menjadi 3,48 ± 0,56 g/dL), meskipun tetap berada di bawah nilai normal. **Kedua**, analisis korelasi mengungkap hubungan yang kuat antara perubahan Hb-albumin dengan parameter bioelektrik darah, seperti konduktivitas listrik ($r = 0,72$) dan impedansi ($r = -0,68$), yang juga berkaitan dengan efektivitas terapi HD (misalnya, nilai Kt/V). **Ketiga**, eksplorasi potensi klinis menunjukkan bahwa kombinasi Hb dan albumin dapat berperan sebagai biomarker inovatif untuk pemantauan real-time, dengan akurasi prediksi mencapai 82%. Temuan ini mendukung pengembangan terapi HD yang lebih personalisasi berbasis profil bioelektrik pasien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini. Pertama-tama, kami menyampaikan penghargaan yang tulus kepada Direktur RS Baptis Kota Kediri beserta jajaran manajemen dan staf Unit Hemodialisis yang telah memberikan izin, fasilitas, serta dukungan selama proses pengumpulan data. Ucapan terima kasih khusus kami sampaikan kepada para pasien yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini dengan penuh kesabaran dan kerja sama. Tidak lupa, kami menyampaikan apresiasi kepada tim laboratorium yang telah membantu dalam pengukuran sampel dengan ketelitian tinggi. Terakhir, penghargaan kami sampaikan kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, tetapi turut mendukung kelancaran penelitian ini. Semoga kontribusi semua pihak dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan pelayanan kesehatan, khususnya dalam bidang nefrologi.

DAFTAR PUSTAKA

Aksan, H. (2023). Kamus Kimia: Praktis dan Mudah Dipahami. Bandung: Nuansa Cendekia.
Diakses pada:
<https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=hBatEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=P>

P1&dq=Kadar+Hb+yang+rendah+berkaitan+dengan+penurunan+konduktivitas+lis trik+darah+karena+berkurangnya+kandungan+zat+besi+dalam+heme+yang+berpe ran+sebagai+.

- Alison, J. M. (1993). *Dielectric properties of human blood at microwave frequencies. Physics in Medicine & Biology*, 38(7), 971. Diakses pada: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0031-9155/38/7/007/meta>.
- Azman, N. N. (2011). *The Effects of Dialysis on Body Bioimpedance*. Malaysia: University of Malaya.
- Bansal, N. Z. (2018). *Bioelectrical impedance analysis measures and clinical outcomes in CKD. American Journal of Kidney Diseases*, 72(5), 662-672. Diakses pada: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272638618306437>.
- Carrero, J. J. (2018). *Sex and gender disparities in the epidemiology and outcomes of chronic kidney disease. Nature Reviews Nephrology*, 14(3), 151-164. Diakses pada: <https://www.nature.com/articles/nrneph.2017.181>.
- Chelidze, T. (2002). *Dielectric spectroscopy of blood. Journal of non-crystalline solids*: 305(1-3), 285-294. Diakses pada: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022309302011018>.
- Cheung, A. K. (2017). *Effects of intensive BP control in CKD. Journal of the American Society of Nephrology*, 28(9), 2812-2823. Diakses pada: https://journals.lww.com/jasn/fulltext/2017/09000/Effects_of_Intensive_BP_Contr ol_in_CKD.30.aspx.
- Davison, S. N. (2015). *Executive summary of the KDIGO Controversies Conference on Supportive Care in Chronic Kidney Disease: developing a roadmap to improving quality care. Kidney international*, 88(3), 447-459. Diakses pada: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2157171615322024>.
- Davydov, D. M. (2021). *Making the choice between bioelectrical impedance measures for body hydration status assessment. Scientific reports*, 11(1), 7685. Diakses pada: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-87253-4>.
- Eckardt, K. U.-F. (2023). *Trends and perspectives for improving quality of chronic kidney disease care: conclusions from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Controversies Conference. Kidney international*, 104(5), 888-903. Diakses pada: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0085253823003885>.
- Hayashi, Y. &. (2015). *Dielectric properties of blood and blood components (pp. 363-387)*. Oxford UK: Oxford University press.
- Himmelfarb, J. V. (2020). *The current and future landscape of dialysis. Nature Reviews Nephrology*, 16(10), 573-585. Diakses pada: <https://www.nature.com/articles/s41581-020-0315-4>.
- Kalantar-Zadeh, K. J. (2021). *Chronic kidney disease. The lancet*, 398(10302), 786-802. Diakses pada: [https://www.thelancet.com/article/S0140-6736\(21\)00519-5/abstract](https://www.thelancet.com/article/S0140-6736(21)00519-5/abstract).
- Levin, A. S. (2013). *Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group. KDIGO 2012 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. Kidney international supplements*, 3(1), 1-150. Diakses pada: <https://pure.johnshopkins.edu/en/publications/kidney-disease-improving-global-outcomes-kdigo-ckd-work-group-kdi-4>.
- Liu, J. Q. (2021). *Dielectric spectroscopy of red blood cells in sickle cell disease. Electrophoresis*, 42(5), 667-675. Diakses pada:

- <https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/elps.202000143>.
- Lo Curto, A. T. (2021). *Can be miR-126-3p a biomarker of premature aging? An ex vivo and in vitro study in Fabry disease*. *Cells*, 10(2), 356. Diakses pada: <https://www.mdpi.com/2073-4409/10/2/356>.
- Locatelli, F. &. (2023). *Resistance to Erythropoiesis Stimulating Agent (ESA) Treatment*. In *Handbook of Dialysis Therapy* (pp. 351-362). Elsevier.
- Locatelli, F. L. (2015). *Optimizing haemodialysate composition*. *Clinical kidney journal*, 8(5), 580-589. Diakses pada: <https://academic.oup.com/ckj/article/8/5/580/471384>.
- Piccoli, A. &-B. (2004). *Bioelectric impedance vector distribution in peritoneal dialysis patients with different hydration status*. *Kidney international*, 65(3), 1050-1063. Diakses pada: [https://www.kidney-international.org/article/S0085-2538\(15\)49799-6/fulltext](https://www.kidney-international.org/article/S0085-2538(15)49799-6/fulltext).
- Santos, D. G.-O. (2022). *Association between frailty and depression among hemodialysis patients: a cross-sectional study*. *Sao Paulo Medical Journal*, 140(3), 406-411. Diakses pada: <https://www.scielo.br/j/spmj/a/9ghrXLTZVVRgdtsQLtbQynB/>.
- Scharfetter, H. C. (2003). *Biological tissue characterization by magnetic induction spectroscopy (MIS): requirements and limitations*. *IEEE transactions on biomedical engineering*, 50(7), 870-880. Diakses pada: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1206496/>.
- Stuard, S. R.-R. (2024). *Hemodialysis procedures for stable incident and prevalent patients optimize hemodynamic stability, dialysis dose, electrolytes, and fluid balance*. *Journal of Clinical Medicine*, 13(11), 3211. Diakses pada: <https://www.mdpi.com/2077-0383/13/11/3211>.
- Sulistia, S. (2024). *Analisis Komputasi Spektroskopi Impedansi Listrik untuk Deteksi Jaringan Margin di Laraskopi Reseksi Hati Computational Analysis of Electrical Impedance Spectroscopy for Margin Tissue Detection in Laparoscopic Liver Resection (Doctoral Disertation)*. Semarang: Universitas PGRI Semarang.
- Tabinor, M. E. (2018). *Bioimpedance-defined overhydration predicts survival in end stage kidney failure (ESKF): systematic review and subgroup meta-analysis*. *Scientific reports*, 8(1), 4441. Diakses pada: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-21226-y>.
- Ye, H. D. (2019). *Hemodialysis*. In *Chronic Kidney Disease: Diagnosis and Treatment* (pp. 209-231). Singapore: Springer.
- Zaeni, I. A. (2021). *Dasar-Dasar Elektronika Medik*. Ahlimedia Book.

**Analisis Kombinasi IASTM dan Sport Massage dalam
Mempercepat Pemulihan Pasca Lomba Marathon**

***Analysis of the Combination of IASTM and Sports Massage in Accelerating
Recovery After Marathon Race***

**Alfian Noha Zulkarnain^{1*}, Sukadi ², Kurniani Fatma Hardini³, Indra Cahyadinata⁴,
Dio Sulung Dwi Rangga⁵**

¹ Departement Fisioterapi, Fakultas Kesehatan, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata, Kediri, Indonesia

*alfian.noha@iik.ac.id

ABSTRAK

Marathon adalah aktivitas fisik intensif yang menyebabkan stres fisiologis signifikan, termasuk kerusakan otot, peradangan, dan akumulasi metabolit seperti laktat. Pemulihan pasca-lomba sangat penting untuk mengembalikan fungsi otot dan mencegah cedera jangka panjang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas dua intervensi fisioterapi, yaitu Instrument-Assisted Soft Tissue Mobilization (IASTM) dan Sport Massage, dalam mempercepat pemulihan pasca-marathon, khususnya dalam mengurangi nyeri. Data diuji menggunakan uji normalitas dan homogenitas. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data pre-test ($p=0,004$) dan post-test ($p=0,039$) tidak berdistribusi normal, sedangkan uji homogenitas menunjukkan bahwa seluruh responden bersifat homogen ($p=0,414$). Analisis lebih lanjut menggunakan uji statistik non-parametrik menemukan bahwa intervensi IASTM dan Sport Massage secara signifikan mempercepat pemulihan nyeri ($p=0,000$). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kedua metode tersebut efektif dalam mendukung pemulihan atlet pasca-marathon terutama menurunkan nyeri pada sistem muskuloskeletal.

Kata kunci: IASTM, *Sport Massage*, dan Nyeri *Muskuloskeletal*

ABSTRACT

Marathon is an intense physical activity that causes significant physiological stress, including muscle damage, inflammation, and accumulation of metabolites such as lactate. Post-race recovery is essential to restore muscle function and prevent long-term injury. This study aims to analyze the effectiveness of two physiotherapy interventions, namely Instrument-Assisted Soft Tissue Mobilization (IASTM) and Sport Massage, in accelerating post-marathon recovery, especially in reducing pain. Data were tested using normality and homogeneity tests. The results of the normality test showed that the pre-test ($p = 0.004$) and post-test ($p = 0.039$) data were not normally distributed, while the homogeneity test showed that all respondents were homogeneous ($p = 0.414$). Further analysis using non-parametric statistical tests found that the IASTM and Sport Massage interventions significantly accelerated pain recovery ($p = 0.000$). Thus, it can be concluded that both methods are effective in supporting post-marathon athlete recovery, especially in reducing pain in the musculoskeletal system

Keywords: *IASTM, Sport Massage and Musculoskeletal Pain*

PENDAHULUAN

Lari marathon merupakan aktivitas fisik intensif yang menimbulkan stres fisiologis signifikan, termasuk kerusakan otot, peradangan, dan akumulasi metabolit seperti laktat (Knechtle et al., 2020). Pemulihan pasca-lomba menjadi krusial untuk mengembalikan fungsi otot dan mencegah cedera jangka panjang. Dua intervensi umum yang digunakan adalah Instrument-Assisted Soft Tissue Mobilization (IASTM) dan Sport Massage. IASTM menggunakan alat khusus untuk mendeteksi dan mengatasi adhesi jaringan, sementara sport massage berfokus pada relaksasi otot dan peningkatan sirkulasi darah (Cheatham et al., 2021). Marathon semakin populer dengan jutaan peserta setiap tahun, namun sekitar 30-50% pelari mengalami nyeri otot tertunda (DOMS) dan kelelahan ekstrem pasca-lomba (Tiller et al., 2019). Studi oleh Hewett et al. (2021) menunjukkan bahwa 60% atlet marathon melaporkan gangguan mobilitas hingga 72 jam pasca-lomba, mengganggu aktivitas sehari-hari.

Intervensi pemulihan seperti cryotherapy dan stretching konvensional dinilai kurang optimal, sehingga perlu eksplorasi metode lain seperti IASTM dan sport massage. Lari marathon merupakan aktivitas fisik yang menimbulkan stres mekanis dan metabolik signifikan pada sistem muskuloskeletal, menyebabkan mikro-robekan otot, inflamasi, dan akumulasi produk sisa metabolisme seperti laktat dan kreatin kinase (CK) (Hotfiel et al., 2021). Pemulihan otot yang optimal sangat penting untuk mengembalikan fungsi fisiologis, mencegah cedera berulang, dan mempersiapkan atlet untuk latihan atau kompetisi berikutnya (Wiewelhove et al., 2019). Dua intervensi yang terbukti efektif dalam mempercepat pemulihan otot adalah Instrument-Assisted Soft Tissue Mobilization (IASTM) dan Sport Massage. Kombinasi keduanya berpotensi memberikan manfaat sinergis dalam mengurangi nyeri, meningkatkan fleksibilitas, dan memperbaiki aliran darah ke jaringan yang rusak (Cheatham et al., 2022).

IASTM menggunakan alat berbahan logam atau plastik untuk mendeteksi dan melepaskan adhesi jaringan lunak, meningkatkan sintesis kolagen, dan merangsang aliran darah (Lee et al., 2022). Penurunan nyeri otot melalui stimulasi mekanoreseptor dan modulasi respons saraf (Cheatham et al., 2022). Peningkatan mobilitas sendi dengan mengurangi fibrosis jaringan ikat (Kim et al., 2021). Percepatan regenerasi otot melalui peningkatan aktivasi sel satelit (Hotfiel et al., 2021). Sport massage bekerja dengan mekanisme meningkatkan sirkulasi darah, mengurangi ketegangan otot, dan merangsang sistem parasimpatis untuk relaksasi (Wiewelhove et al., 2019). Pengurangan DOMS melalui peningkatan drainase limfatik (Pooley et al., 2020), Pemulihan ROM dengan mengurangi kekakuan otot (Hedayatpour et al., 2023), Penurunan kadar CK sebagai indikator berkurangnya kerusakan otot (Bonacci et al., 2023). Studi terbaru menunjukkan bahwa kombinasi IASTM dan sport massage dapat memberikan efek aditif dalam pemulihan otot (Lee et al., 2022). IASTM berfokus pada perbaikan struktural jaringan, sementara sport massage memperbaiki fungsi fisiologis seperti sirkulasi dan relaksasi.

Penelitian ini menguji kombinasi IASTM dan sport massage, yang belum banyak dieksplorasi dalam konteks marathon. Studi sebelumnya hanya fokus pada salah satu intervensi, misalnya IASTM untuk mengurangi nyeri (Kim et al., 2022) atau sport massage untuk meningkatkan fleksibilitas (Pooley et al., 2020). Penelitian ini mengukur parameter pemulihan holistik menggunakan *Mc Gill-Melzack Pain Questionnaire* dan mengukur tingkat nyeri dengan VAS, yang jarang dianalisis secara bersamaan dalam studi yang serupa.

Temuan penelitian ini dapat menjadi dasar penerapan protokol pemulihan multidisiplin bagi pelari marathon. Dengan meningkatnya partisipasi lomba lari, intervensi efektif dibutuhkan untuk meminimalkan dampak fisiologis negatif (Bonacci et al., 2023). Selain itu, hasil studi dapat diadopsi oleh terapis olahraga dan pelatih untuk merancang program recovery berbasis bukti (*evidence-based*).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain quasi-experimental dengan pendekatan pre-test and post-test untuk menganalisis pengaruh intervensi Instrument-Assisted Soft Tissue Mobilization (IASTM) dan Sport Massage terhadap tingkat nyeri pada pelari marathon. Pada penelitian ini variabel independent IASTM dan Sport Massage, serta variabel dependent yaitu tingkat nyeri yang diukur menggunakan *Visual Analog Scale* (VAS).

Penelitian ini dilakukan pada event olahraga Kediri Half Marathon pada bulan Mei 2025 yang bertempat di Monumen Simpang Lima Gumul, Kabupaten Kediri. Surat tugas penelitian ini dikeluarkan oleh Dekan Fakultas Kesehatan, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata dengan nomor surat : 471//U/V/2025. Teknik pengambilan sample menggunakan metode *purposive sampling* dengan kriteria inklusi peserta yang terdaftar dalam Kediri Half Marathon, usia 20-40 tahun, mengalami gangguan nyeri *musculoskeletal*. Kriteria eksklusi meliputi terdapat gangguan cardiovascular, gangguan hipertensi, diabetes melitus, dan gangguan sistemik. Teknik pengambilan sampel yaitu dari semua peserta Kediri Half Marathon yang telah menyelesaikan lomba dan melewati garis finish dan jika terdapat masalah pada sistem *musculoskeletal* fisioterapi mendata identitas peserta, melakukan *assessment* dan pemeriksaan, selanjutnya menegakkan diagnosis, memberikan tindakan sesuai dengan keluhan yang dirasakan pada akhir sesi diberikan evaluasi untuk menilai tingkat perubahan pada keluhan.

Dari hasil pendataan dihasilkan sebanyak 16 peserta lari Kediri Half Marathon tahun 2025. Pengambilan data menggunakan metode *assessment* secara metode *autonamnesis*. Komponen yang di *assessment* meliputi identitas, usia, jenis kelamin, dan lokasi nyeri.

Hasil input data akan dikumpulkan selanjutnya akan dilakukan *editing*, *coding*, *scoring*, *entry data* dan *tabulasi data* pada data Ms. Excel. Selanjutnya dilakukan analisis data penelitian menggunakan uji homogenitas responden menggunakan uji Levene's. Menilai distribusi normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk, dan untuk mengetahui pengaruh variabel independen dan dependen menggunakan uji non parametrik *Wilcoxon*. Semua data dilakukan analisis menggunakan aplikasi IBM SPSS V.20.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan analisis pada peserta Kediri Half Marathon pada tahun 2025 didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 1. Uji Homogentias

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
	1	30	.414

Dari hasil uji homonitas dengan uji Lavene's sebanyak 16 sampel penelitian pada peserta Kediri Half Marathon didapatkan hasil nilai *P-value* 0,414 lebih besar dibandingkan dengan nilai signifikansi 0,05. Sehingga dapat disimpulkan bahwa keseluruhan responden bersifat homogen.

Tabel 2. Uji Normalitas

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Pre Test	.815	16	.004
Post Test	.880	16	.039

Dari hasil uji distribusi normalitas dengan uji Shapiro-Wilk sebanyak 16 sampel penelitian yang diberikan tindakan IASTM dan Sport Massage didapatkan hasil *P-value pre-test* 0,004 lebih kecil dibandingkan dengan nilai signifikansi 0,05. Pada nilai *P-value post-test* 0,039 lebih kecil dibandingkan dengan nilai signifikansi 0,05. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa kedua data yang di ujikan tidak berdistribusi nomal.

Tabel 3. Uji Pengaruh

Wilcoxon Signed Ranks Test	POST - PRE
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

Dari hasil uji pengaruh menggunakan uji non-parametrik *Wilcoxon* didapatkan nilai *P-value* 0,000 lebih kecil dibandingkan dengan nilai signifikansi 0,05. Sehingga dapat ditarik kesimpulan intervensi fisioterapi menggunakan IASTM dan *Sport Massage* signifikan untuk mempercepat proses pemulihan terutama untuk mengurangi nyeri.

Sport massage memberikan efek stimulatif yang mendukung proses pemulihan bagi atlet rekreasional maupun kompetitif. Manfaat *sport massage* dapat dirasakan sebelum, selama, dan setelah pertandingan, tergantung kebutuhan seperti mengurangi ketegangan otot, meredakan nyeri, atau memberikan efek relaksasi (Paine, 2023). Berdasarkan tinjauan sistematis yang dilakukan oleh Davis *et al.* (2020), *sport massage* tidak secara langsung meningkatkan performa fisik, namun menunjukkan efek kecil dalam meredakan gejala *Delayed Onset Muscle Soreness* (DOMS) setelah aktivitas fisik. Temuan ini sejalan dengan hasil studi Dakić *et al.* (2023), yang mengungkapkan bahwa sejumlah penelitian mendukung efektivitas *massage therapy* dalam menurunkan intensitas nyeri otot dan DOMS setelah latihan berat. Selain itu, uji klinis acak Bender *et al.* (2019) menunjukkan bahwa penerapan

massage therapy pada otot quadriceps pelari pascalar 10 km berhasil menurunkan intensitas nyeri otot dibandingkan teknik sham. *Instrument-Assisted Soft Tissue Mobilization* (IASTM) merupakan salah satu teknik intervensi pada jaringan lunak yang banyak digunakan oleh tenaga kesehatan dalam menangani beragam gangguan sistem musculoskeletal (Cheatham *et al.*, 2025). IASTM berdasarkan temuan Liu & Wang (2023), terbukti efektif dalam meningkatkan mobilitas sendi dan mengurangi nyeri. Temuan serupa juga diungkapkan oleh Pathade & Ramteke (2024), yang melaporkan bahwa penerapan IASTM pada pelari jarak jauh memberikan hasil signifikan dalam meningkatkan ambang nyeri tekanan (*pain pressure threshold*) dan meningkatkan rentang gerak secara langsung.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data diatas, kombinasi intervensi Instrument-Assisted Soft Tissue Mobilization (IASTM) dan Sport Massage terbukti efektif dalam mempercepat pemulihan pasca lomba marathon. Analisis statistik dengan uji non-parametrik *Wilcoxon* menunjukkan nilai *p-value* 0,000 ($\alpha = 0,05$), mengindikasikan bahwa terapi ini signifikan dalam mengurangi nyeri, meningkatkan fleksibilitas, serta memperbaiki fungsi otot setelah aktivitas fisik berat. Temuan ini menegaskan bahwa pendekatan kombinasi IASTM dan Sport Massage dapat menjadi protokol rehabilitasi yang direkomendasikan bagi atlet marathon atau pelari jarak jauh untuk memulihkan kondisi fisik secara optimal. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah penggunaan kedua modalitas terapi tersebut sebagai bagian dari program pemulihan pasca-lomba, sehingga dapat mendukung performa atlet dalam kompetisi berikutnya. Studi lebih lanjut dapat dikembangkan dengan variasi sampel dan parameter pemulihan yang lebih beragam untuk memperkuat temuan ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Fakultas Kesehatan, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri, atas fasilitas, dukungan, dan izin penelitian yang diberikan. Tim Fisioterapi Kediri Half Marathon, atas kerja sama, bantuan, dan kemudahan selama proses pengambilan data penelitian. Seluruh partisipan yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini. Rekan-rekan sejawat serta pihak-pihak lain yang turut mendukung secara langsung maupun tidak langsung. Tanpa dukungan dari berbagai pihak, penelitian ini tidak akan dapat terlaksana dengan baik. Semoga kontribusi semua pihak dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik fisioterapi di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, M. E., Sinrang, W., & Santoso, A. (2020). KORELASI ANTARA PROGRAM LATIHAN TERHADAP FUNGSI PARU DAN PRESTASI LARI PADA ATLET LARI MARATON USIA DEWASA MUDA. *Jurnal Ilmu Keolahragaan*, 19(1), 84–88.
- Bender, P. U., Luz, C. M. da, Feldkircher, J. M., & Nunes, G. S. (2019). Massage therapy slightly decreased pain intensity after habitual running, but had no effect on fatigue,

- mood or physical performance: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy*, 65(2), 75–80. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.02.006>
- Bonacci, J., Chapman, A., Blanch, P., & Vicenzino, B. (2023). Neuromuscular adaptations to training, injury, and passive interventions: Implications for running economy. *Sports Medicine*, 53(1), 21-39. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01754-4>
- Cheatham, S. W., Baker, R. T., Loghmani, M. T., & Schleip, R. (2025). International Expert Consensus on Instrument-Assisted Soft-Tissue Mobilization Precautions and Contraindications: A Modified Delphi Study. *Healthcare*, 13(6), 642. <https://doi.org/10.3390/healthcare13060642>
- Cheatham, S. W., Lee, M., Cain, M., & Baker, R. (2021). The efficacy of instrument-assisted soft tissue mobilization: A systematic review. *Journal of Sport Rehabilitation*, 30*(2), 257-265. <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0304>
- Dakić, M., Toskić, L., Ilić, V., Đurić, S., Dopsaj, M., & Šimenko, J. (2023). The Effects of Massage Therapy on Sport and Exercise Performance: A Systematic Review. *Sports*, 11(6), 110. <https://doi.org/10.3390/sports11060110>
- Davis, H. L., Alabed, S., & Chico, T. J. A. (2020). Effect of sports massage on performance and recovery: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 6(1), e000614. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000614>
- Hedayatpour, N., Shadmehr, A., Olyaei, G. R., & Jalaie, S. (2023). Effects of massage therapy on delayed-onset muscle soreness: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 34, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2023.02.003>
- Hewett, T. E., Myer, G. D., & Kiefer, A. W. (2021). Longitudinal evidence for the effects of marathon running on muscle strength and mobility. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35*(8), 2232-2240. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004051>
- Hotfiel, T., Swoboda, B., Krinner, S., Grim, C., Engelhardt, M., & Uder, M. (2021). Acute effects of lateral thigh foam rolling on arterial tissue perfusion determined by spectral Doppler and power Doppler ultrasound. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(2), 373-380. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003921>
- Kim, J., Park, J., & Lee, S. (2022). Effects of IASTM on delayed-onset muscle soreness and serum creatine kinase levels after eccentric exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, 21*(1), 45-52. <https://doi.org/10.52082/jssm.2022.45>
- Knechtle, B., Nikolaidis, P. T., Zingg, M. A., Rosemann, T., & Rüst, C. A. (2020). Differences in age and performance in amateur marathoners. *PLOS ONE*, 15*(3), e0230351. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230351>
- Liu, Y., & Wang, Y. (2023). A comparative study of the efficacy of instrument-assisted soft tissue mobilization and massage techniques in patients with patellofemoral joint pain. *Frontiers in Medicine*, 10(November), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1305733>
- Lee, C. L., Chu, I. H., Lyu, B. J., Chang, W. D., & Chang, N. J. (2022). Comparison of vibration foam rolling and IASTM on hamstring flexibility and performance. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 22(1), 52-60. PMID: 35234161
- Paine, T. (2023). *The Complete Guide To Sport Massage* (4 ed.). Bloomsbury Publishing Plc.
- Pathade, V., & Ramteke, S. U. (2024). Immediate Effects of Instrument-Assisted Soft-Tissue Mobilization Versus Dry Needling on Trigger Point Pain and Tightness of Calf Muscles in Long-Distance Runners. *Cureus*, 16(4). <https://doi.org/10.7759/cureus.57984>

- Pooley, S., Spendiff, O., Allen, M., & Moir, H. J. (2020). Comparative efficacy of massage versus foam rolling on running economy and biomechanics. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 15*(7), 1007-1014. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0503>
- Tiller, N. B., Roberts, J. D., Beasley, L., Chapman, S., Pinto, J. M., Smith, L., ... & Sutton, L. (2019). International Society of Sports Nutrition position stand: Nutritional considerations for single-stage ultra-marathon training and racing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition, 16*(1), 50. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0312-9>
- Wiewelhove, T., Döweling, A., Schneider, C., Hottenrott, L., Meyer, T., Kellmann, M., ... & Ferrauti, A. (2019). A meta-analysis of the effects of foam rolling on performance and recovery. *Frontiers in Physiology*, 10, 376. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00376>

Karakterisasi Ekstrak, Formulasi dan Evaluasi Sediaan Hand Sanitizer Ekstrak Daun Sirih Merah (*Piper crocatum* L.)

Characterization of Extract, Formulation and Evaluation of Hand Sanitizer from Red Betel Leaf Extract (*Piper crocatum* L.)

Dyah Aryantini^{1*}, Faisal Akhmal Muslich², Pri Hardini¹, Atmira Sariwati³, Munifatul Lailiyah¹, Fita Sari¹, Rosa Juwita Hesturini¹

¹ Fakultas Farmasi, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri

² Fakultas Farmasi, Universitas Hang Tuah

³Fakultas Kesehatan, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri

*dyah.aryantini@iik.ac.id

ABSTRAK

Kualitas bahan baku obat tradisional menjadi urgensi dalam pemanfaatan bahan alam dalam sediaan farmasi karena turut berkontribusi dalam memberikan efek farmakologi. Tanaman sirih merah merupakan salah satu sumber daya alam yang telah dieksplorasi untuk Kesehatan karena kontribusinya terhadap beragam aktivitas farmakologi. Penelitian ini bertujuan untuk memastikan mutu ekstrak daun sirih merah (ESM), membuat formula hand sanitizer (HS) dengan bahan aktif ESM serta melakukan evaluasi terhadap sediaan tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *eksperimental design* dengan metode simple random sampling untuk pengambilan sampel. Sampel uji diperoleh dari hasil ekstraksi maserasi daun sirih merah, ekstrak dikarakterisasi sesuai dengan prosedur dalam Farmakope Herbal Indonesia (FHI) dan Materia Medika Indonesia (MMI). Formulasi sediaan HS dan evaluasi mutu fisik dilakukan dengan prosedur yang sesuai untuk sediaan cair meliputi uji organoleptik, pH, daya sebar dan daya lekat. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa karakter spesifik, non spesifik ekstrak dan evaluasi mutu fisik hand sanitizer memenuhi persyaratan. Karakter ESM telah memenuhi standar mutu sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku obat herbal terstandar untuk menjamin mutu, keamanan dan khasiat sediaan obat tradisional.

Kata kunci: evaluasi sediaan; *hand sanitizer*; sirih merah; standarisasi ekstrak

ABSTRACT

The quality of traditional medicine raw materials is urgent in the use of natural materials in pharmaceutical preparations because it contributes to providing pharmacological effects. The red betel plant is one of the natural resources that has been explored for health because of its contribution to various pharmacological activities. This study aims to ensure the quality of red betel leaf extract (ESM), create a hand sanitizer (HS) formula with ESM active ingredients and evaluate the preparation. The method used in this study is an experimental with simple random sampling

method for sampling. Test samples were obtained from the results of maceration extraction of red betel leaves, and characterized the extract is characterized according to the procedures in the Indonesian Herbal Pharmacopoeia (FHI) and Indonesian Materia Medika (MMI). The formulation of HS preparations and evaluation of physical quality are carried out with procedures appropriate for liquid preparations including organoleptic tests, pH, spreadability and adhesion. The results of this study indicate that the specific, non-specific characteristics of the extract and evaluation of the physical quality of the hand sanitizer meet the requirements. The character of ESM has met quality standards so that it can be used as a standardized herbal medicine raw material to ensure the quality, safety and efficacy of traditional medicine preparations.

Keywords: *evaluation product; hand sanitizer; red betel; standardization of extract*

PENDAHULUAN

Kesehatan dan kebersihan tangan merupakan pilar utama dalam pencegahan penyebaran penyakit infeksi. Mikroorganisme patogen seperti bakteri, virus dan jamur dapat dengan mudah berpindah melalui kontak tangan dengan permukaan yang terkontaminasi atau dekat orang lain. Penyakit infeksi, mulai dari infeksi saluran pencernaan ringan hingga penyakit yang lebih serius menjadi beban Kesehatan Masyarakat global yang signifikan.

Salah satu cara praktis dan efektif untuk menjaga kebersihan tangan adalah melalui penggunaan hand sanitizer (HS). Hand sanitizer khususnya yang berbasis alkohol, telah terbukti mampu membunuh mikroorganisme secara cepat dan efisien. Kemudahan penggunaan dan portabilitas HS menjadikannya populer terutama dalam situasi akses air dan sabun terbatas (Sinanto&Djannah, 2020). Namun, penggunaan HS berbasis alkohol terus menerus dan penambahan bahan kimia dapat menimbulkan kekhawatiran seperti iritasi kulit, kekeringan dan potensi efek samping dari bahan kimia sintetis. Resistensi bakteri terhadap alkohol juga hal yang perlu dikhawatirkan, hal ini mendorong pencarian alternatif yang lebih aman dan berkelanjutan.

Hand sanitizer berbahan alami muncul sebagai solusi menjanjikan. Formulasi HS dengan bahan alami diharapkan dapat memberikan efektivitas antimikroba yang sebanding atau bahkan lebih baik dengan risiko efek samping lebih rendah (Kusdiyah et al., 2022). Penggunaan bahan alami juga mendukung tren global menuju produk ramah lingkungan dan berkelanjutan. Sumber daya alam yang terbarukan dan proses produksi yang lebih sedikit menghasilkan limbah menjadi daya Tarik sendiri bagi konsumen yang semakin peduli terhadap isu lingkungan. Pengembangan HS alami yang efektif, aman, bermutu diharapkan menjadi alternatif yang berkontribusi terhadap upaya pencegahan penyakit infeksi berkelanjutan.

Sirih merah adalah salah satu tanaman yang memiliki beragam manfaat untuk kesehatan seperti antimikroba, antijamur, antioksidan, antiinflamasi, antianalgetika, imunomodulator, anti alergi, antidiabetes, antitumor dan memberikan efek hipotensi (Siswina et al., 2023). Untuk menjamin mutu ekstrak sirih merah yang digunakan sebagai bahan aktif HS maupun sediaan farmasetik lainnya, perlu dilakukan standarisasi untuk

menjamin keajegan (keseragaman) mutu ekstrak baik dari parameter spesifik maupun non-spesifik. Penelitian ini bertujuan untuk menjamin mutu ESM sebagai bahan aktif HS serta mengevaluasi mutu fisik sediaan HS.

METODE PENELITIAN

1. Alat dan Bahan

a. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital (Toledo), *rotavapor* (Buchi), *orbital shaker*, desikator, oven, mixer, pH meter, alat uji daya lekat dan daya sebar, krus porselen, *chamber*, pipa kapiler, *glassware* (Iwaki), *waterbath* dan tanur (Biobase).

b. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan diantaranya, serbuk daun sirih merah, plat KLT (Merck), dan akuades. Pelarut organik dengan grade pro analisis (Smartlab) yakni, etanol 96%, n-Heksana p.a, etil asetat, kloroform, metanol H₂SO₄ dan HCl. Eksipien untuk formula HS (*pharmaceutical grade*-Bratachem) yang terdiri atas: Carbomer 940, TEA, propilen glikol, gliserin, nipagin.

2. Prosedur Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dengan jenis desain ekperimental. Adapun teknik sampling yang digunakan adalah *simple random sampling* yakni dengan mengambil daun sirih merah yang tumbuh subur tanpa memilih jenis-jenis dengan kriteria khusus pada tanaman sirih merah. Etik penelitian dilakukan oleh komisi etik penelitian IIK Bhakti Wiyata Kediri (nomor 1022/FF/EP//2025).

a. Ekstraksi Daun Sirih Merah

Metode yang digunakan adalah metode maserasi dengan cara merendam 200 gram serbuk daun sirih merah dalam etanol 70% sebanyak 1: 10 (v/v) selama 3x24 jam. Filtrat yang diperoleh dipekatkan dan dengan *rotavapor* (Buchi) pada suhu 70°C dan diuapkan dari pelarutnya dengan *waterbath* hingga diperoleh ekstrak kental (Lailiyah, Saputra & Aryantini, 2024).

b. Standarisasi Ekstrak (Kepel dan Bodhi, 2020; Aryantini *et al.*, 2024)

Standarisasi ekstrak dilakukan untuk memastikan kualitas ekstrak daun sirih merah sesuai dengan FHI edisi II (2017). Prosedur karakterisasi ekstrak dilakukan terhadap parameter spesifik dan non spesifik

b.1. Parameter Spesifik

b.1.1. Organoleptik

Melakukan uji secara organoleptik terhadap ekstrak yang meliputi bentuk, warna, bau dan rasa.

b.1.2. Kadar Sari Larut Air (KSLA) dan Etanol (KSLE)

Sejumlah 5 gram ekstrak direndam selama 24 jam dengan 100 ml air-kloroform (dilarutkan dalam etanol untuk uji KSLE) menggunakan labu

bersumbat sambil dikocok selama 6 jam pertama dan kemudian dibiarkan selama 18 jam, kemudian disaring. Uapkan 20 ml filtrat hingga kering. Residu dipanaskan pada suhu 105 °C hingga bobot tetap. Hitung kadar dalam persen senyawa yang larut dalam air terhadap berat ekstrak awal.

b.1.3. Kandungan Senyawa Kimia

Kandungan senyawa kimia dalam ESM diidentifikasi dengan metode skrining fitokimia dan Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Skrining fitokimia terhadap sampel ESM dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, tanin dan saponin. Pola kromatogram ekstrak daun sirih ditetapkan dengan fase Gerak n-heksana:etil asetat (7:3 v/v). Kromatogram yang terbentuk dideteksi di bawah detektor lampu UV lamda 254 dan 366.

b.2. Parameter Non Spesifik

b.2.1. Kadar Air

Timbang dengan tepat ± 1 gram ESM ke dalam cawan penguap yang telah ditimbang berat kosong sebelumnya. Masukkan cawan ke dalam oven bersuhu 105°C. Keringkan selama 5 jam, atau hingga berat konstan (berat tidak berubah setelah pengeringan lanjutan setiap 1 jam, penyimpangan tidak lebih dari 0,5 mg). Timbang ulang untuk mendapatkan berat akhir.

b.2.2. Kadar Abu Total

Timbang ± 2 gram ESM ke dalam cawan yang telah ditimbang kosong sebelumnya. Pijarkan dalam tanur pada suhu 775-825°C. Bakar selama 4–6 jam sampai diperoleh residu berwarna abu-abu terang atau putih, menandakan pembakaran sempurna. Keluarkan cawan, dinginkan dalam eksikator selama ± 30 menit, lalu timbang. Jika masih terdapat karbon hitam (tidak sempurna), ulangi pembakaran selama 30 menit dan timbang kembali hingga berat konstan tercapai.

c. Formulasi Hand Sanitizer (HS) Ekstrak Daun Sirih Merah

Pembuatan gel hand sanitizer dilakukan dalam dua variasi konsentrasi ESM 20 dan 24%. Formula dari sediaan gel HS disajikan dalam tabel 1 berdasarkan penelitian (Muna, Emelda & Hidayati, 2023) dengan sedikit modifikasi. Dalam *beakerglass* campurkan ekstrak yang telah ditimbang dengan gliserin dan propilenglikol hingga homogen. Timbang dan campurkan Carbomer 940 dengan TEA, aduk hingga homogen dan terbentuk masa gel. Campurkan kedua campuran tersebut, terakhir tambahkan nipagin dalam air panas dan aduk hingga homogen.

Tabel 1. Formula Hand Sanitizer Ekstrak Daun Sirih Merah

BAHAN	SAMPEL I	SAMPEL II
Ekstrak daun	10 g	12 g
Carbomer 940	0,3 g	0,3 g
TEA	0,2 ml	0,2 ml

BAHAN	SAMPEL I	SAMPEL II
Propilen glikol	3 ml	3 ml
Gliserin	3 ml	3 ml
Nipagin	0,02 g	0,02 g
Essence	Secukupnya	Secukupnya
Aquadest	ad 50 ml	ad 50 ml

d. Evaluasi Mutu Fisik Hand Sanitizer Sirih Merah (Ivana, Edy & Siampa, 2022)

d.1. Organoleptis

Evaluasi dilakukan dengan panca Indera yang meliputi bentuk, warna dan bau sediaan

d.2. Uji daya sebar

Uji daya sebar dilakukan dengan cara 0,5 gram sediaan di letakkan di atas kaca bagian atasnya di beri kaca yang sama, dan ditingkatkan bebannya, dan di beri rentang waktu 1 menit. Penyebaran diukur pada setiap penambahan beban, saat sediaan berhenti menyebar (dengan waktu tertentu secara teratur)

d.3. Uji daya lekat

Uji daya lekat dilakukan dengan cara meletakkan HS (secukupnya) diatas obyek glass yang telah ditentukan luasnya. Letakkan obyek glass yang lain diatas gel tersebut tekanlah dengan beban 1 kg selama 5 menit. Pasanglah obyek glass pada alat. Lepaskan beban seberat 100 g dan catat waktunya hingga kedua *object glass* terlepas

d.4. Uji pH

Lakukan kalibrasi pH meter menggunakan buffer yang sesuai. Celupkan elektroda pada sampel yang ada di dalam *beaker glass*. Catat nilai pH yang ditampilkan pH meter

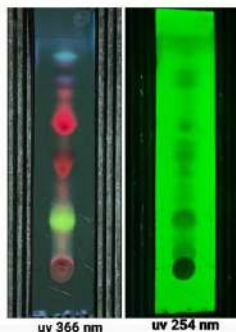
3. Analisa Data

Analisa data dalam penelitian ini dilakukan dengan metode statistik deskriptif yang menggunakan data rata-rata dan standar deviasi (SD) terhadap data kuantitatif seperti KSLA, KSLE, susut pengeringan, kadar abu total dan evaluasi mutu fisik sediaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstrak kental yang dihasilkan dari prosedur maserasi adalah sebesar 34,29 gram dengan rendemen 17,15%b/b. Analisis fitokimia ESM terhadap senyawa yang terkandung didalamnya menunjukkan bahwa ESM positif mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin dan tidak teridentifikasi adanya saponin. Hal ini diperkuat dengan tidak terbentuknya busa yang stabil Berdasarkan hasil analisis KLT yang disajikan dalam gambar 1 menunjukkan bahwa terjadinya pemisahan yang baik dalam system yang digunakan. Detektor sinar UV menunjukkan adanya senyawa-senyawa yang meredam dan berpendar di daerah Rf 0,3. Pada Rf 0,5-0,7 memperlihatkan noda spot merah pada kromatogram

menunjukkan adanya senyawa yang menyerap UV 366 dan memancarkan cahaya merah setelah pencahayaan UV. Hal ini dapat mengindikasikan adanya klorofil atau senyawa lain yang memiliki sifat serupa (Anam, 2015).



Gambar 1. Profil kromatogram ESM dalam fase Gerak n-heksana:etil asetat (7:3 v/v)

Hasil karakterisasi ESM dibandingkan terhadap standar yang tercantum dalam FHI maupun penelitian terdahulu (Najmudin, Lukmayani & Yuliawati, 2023), hasilnya ditampilkan dalam tabel 2. Karakteristik ESM yang ditetapkan memberikan hasil sesuai dengan standar yang dipersyaratkan. Secara organoleptis karakter ESM menunjukkan warna yang lebih gelap dibandingkan syarat dalam FHI, hal ini mungkin terjadi karena proses penguapan pelarut di atas waterbath yang terlalu lama sehingga banyak senyawa yang teroksidasi. Sari yang terlarut di dalam air menunjukkan kadar yang lebih tinggi dibandingkan dalam etanol, hal ini menunjukkan bahwa senyawa kadar senyawa yang sangat polar lebih tinggi dari senyawa lainnya. Parameter kadar air memenuhi syarat (8,86%) menunjukkan sisa kadar air setelah proses pengeringan untuk memastikan tidak adanya pertumbuhan bakteri, jamur, dan mikroorganisme lain yang merugikan, sehingga dapat menurunkan keamanan dan stabilitas ekstrak (Wahyuningsih, Sumaryono & Chaidir, 2021). Adapun kadar abu total ESM memenuhi syarat (3,96%) memberikan makna sisa mineral anorganik yang tersisa setelah proses pengabuan yang bertujuan memastikan kemurnian ekstrak dari kontaminan (Utami et al., 2017).

Tabel 2. Hasil karakterisasi ekstrak daun sirih merah (ESM) berdasarkan parameter spesifik dan non spesifik terhadap standar

No	Variabel	Karakteristik	Standar
1.	Organoleptis	Kental, hijau kehitaman, khas sirih, pahit	Kental, warna coklat kemerahan, bau khas dan rasa pahit
2.	KSLA	35,60±0,99%	≥13,9%
3.	KSLE	26,50±0,73%	≥8,8%
4.	Kadar Air	8,86±1,03%	≤ 10 %
5.	Kadar Abu Total	3,96±0,11%	≤5,9%

Ket : * (standar)(Depkes RI, 2017; Najmudin, Lukmayani & Yuliawati, 2023)

Hasil evaluasi mutu fisik terhadap kedua formula sediaan gel Hand Sanitizer Ekstrak Daun Sirih disajikan dalam tabel 3. Semua parameter yang diuji memenuhi persyaratan berdasarkan Pustaka dan penelitian terdahulu. Berdasarkan hasil evaluasi dari gel secara organoleptis menunjukkan bahwa kedua formula memiliki ciri fisik seperti gel pada umumnya. Uji daya sebar dilakukan untuk mengetahui kemampuan penyebaran sediaan saat diaplikasikan, daya sebar yang baik adalah 5-7 cm. Baik formula 1 maupun 2 memenuhi persyaratan tersebut (6,16 dan 7,03). Semakin luas permukaan gel yang kontak dengan kulit maka obat akan terdistribusi dengan baik di tempat terapi (Sumule, Kuncahyo and Leviana, 2020). Daya lekat gel mempengaruhi penghantaran obat, semakin lama kulit kontak dengan sediaan maka efek terapi yang dihasilkan optimal. Uji daya lekat yang baik adalah lebih dari 1 detik (Ivana, Edy & Siampa, 2022). Kedua formula memenuhi syarat tersebut (1,42 dan 1,55). Hasil uji pH dari formula I dan II memenuhi persyaratan pH untuk sediaan topikal yaitu bersifat asam dalam rentang 4,5-6,5 (5,2 dan 6,0) yang sesuai dengan pH kulit. Sediaan yang bersifat asam akan menyebabkan iritasi pada kulit, sedangkan bila terlalu basa akan menyebabkan kulit kering (Djarot, Diana & Indriati, 2020). Kedua konsentrasi ESM dalam sediaan gel memenuhi persyaratan mutu sediaan gel, sehingga baik konsentrasi 20 maupun 24% dapat digunakan sebagai gel hand sanitizer

Tabel 3. Hasil evaluasi mutu fisik sediaan HS

No	Parameter	Formula I	Formula II
1	Organoleptis	Coklat, aroma khas, waktu pengeringan <1 menit, tidak lengket	Coklat, aroma khas, waktu pengeringan <1 menit, tidak lengket
2	Daya sebar	6,16±0,88 cm	7,03±0,59 cm
3	Daya lekat	1,42±0,06 detik	1,55±0,12 detik
4	pH	5,2±0,23	6,0±0,77

KESIMPULAN

Ekstrak daun sirih merah memenuhi persyaratan mutu ekstrak sebagai bahan baku obat tradisional maupun kosmetik yang meliputi parameter spesifik dan non spesifik. Sediaan hand sanitizer dengan bahan aktif daun sirih merah pada konsentrasi 20 dan 24% memenuhi persyaratan mutu sediaan gel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan penulis kepada Yayasan Bhakti Wiyata dan Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri atas dukungan fasilitas berupa sarana dan prasarana laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, K. (2015) *Isolasi Senyawa Triterpenoid dari Alga Merah (Eucheuma cottoni) Menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dan Analisisnya Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dan FTIR, Fakultas Sains dan Teknologi.*
- Aryantini, D. *et al.* (2024) Aktivitas Penghambatan Lipase Pankreas *In Vitro* dan

- Standarisasi Ekstrak Bangle (*Zingiber Cassumunar* ROXB .), 49(2), pp. 70–75.
- Depkes RI (2017) *Farmakope Herbal Edisi II*, Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. doi: 10.2307/jj.2430657.12.
- Djarot, P., Diana, I. & Indriati, D. (2020) Formulasi Dan Uji Anti Bakteri Sediaan Gel Ekstrak Daun Mangga Arumanis (*Mangifera Indica* L.) Sebagai Anti Bakteri *Staphylococcus Aureus* dan *Propionibacterium acnes*, *FITOFARMAKA: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 10(1), pp. 84–96. doi: 10.33751/jf.v10i1.2072.
- Ivana, N. R., Edy, H. J. & Siampa, J. P. (2022) Formulation And Antioxidant Effectivity Test Gel Extract Of Mulberry Leaf (*Morus alba* L.) Dpph Method Formulasi Dan Uji Efektivitas Antioksidan Gel Ekstrak Daun Murbei (*Morus alba* L.) Menggunakan Metode Dpph, *Pharmacon*, 11(4), pp. 1671–1678.
- Kepel, B. J. & Bodhi, W. (2020) Standarisasi Parameter Spesifik dan Non-Spesifik Ekstrak Rimpang Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata* K . Schum) sebagai Obat Antibakteri, 8(1), pp. 63–67.
- Kusdiyah, E. *et al.* (2022) Efektifitas Antimikroba Hand Sanitizer Berbahan Dasar Alami *Piper Betle* L. dan *Aloe vera*, *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 17(September), p. 48. Available at: <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/jkmi>.
- Lailiyah, M., Saputra, S. A. & Aryantini, D. (2024) Uji Aktifitas Antioksidan , flavonoid Total dan Formulasi Sediaan Krim Ekstrak Bangle (*Zingiber cassumunar*), 4(3), pp. 396–406. doi: 10.37311/ijpe.v4i3.28181.
- Muna, L. N., Emelda & Hidayati, D. N. (2023) Formulasi dan Uji Sifat Fisik Sediaan Gel Ekstrak Etanol Kulit Lemon Berbasis Karbomer 940, *LUMBUNG FARMASI ; Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 4(1), p. 94.
- Najmudin, G. A., Lukmayani, Y. & Yuliawati, K. M. (2023) Penetapan Kadar Flavonoid Ekstrak Etanol Daun Sirih Merah (*Piper Ornatum* N.E.Br.), *Bandung Conference Series: Pharmacy*, pp. 250–257. doi: 10.29313/bcsp.v3i2.8614.
- Sinanto, R. A. & Djannah, S. N. (2020) Efektivitas Cuci Tangan Menggunakan Sabun Sebagai Upaya Pencegahan Infeksi : Tinjauan Literatur, *Jurnal Kesehatan Karya Husada*, 8(2), pp. 19–33. doi: 10.36577/jkhh.v8i2.403.
- Siswina, T. *et al.* (2023) Antifungal Constituents of *Piper crocatum* and Their Activities as Ergosterol Biosynthesis Inhibitors Discovered via In Silico Study Using ADMET and Drug-Likeness Analysis, *Molecules*, 28(23). doi: 10.3390/molecules28237705.
- Sumule, A., Kuncahyo, I. & Leviana, F. (2020) Optimasi Carbopol 940 dan Gliserin dalam Formula Gel Lendir Bekicot (*Achatina fulica* Ferr) sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus* dengan Metode Simplex Lattice Design, *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, 17(1), p. 108. doi: 10.30595/pharmacy.v17i1.5640.
- Utami, Y. P. *et al.* (2017) Standardisasi Simplisia dan Ekstrak Etanol Daun *Leilem clerodendrum*, *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*, 2(1), pp. 32–39.
- Wahyuningsih, E. S., Sumaryono, W. and Chaidir (2021) Aktivitas Kombinasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) dan Ekstrak Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*) Sebagai Anti Jerawat, *Journal of Pharmacopolium*, 4(3), pp. 123–129.

Identifikasi Bakteri Pada Swab Telapak Tangan Pedagang Di Kantin Sekolah

Identification of Bacteria in Swab Palms of Traders in School Canteens

Binti Mu'arofah^{1*}, Siska Kusuma Wardani¹, Sri Wahyuni², Laras Safitri¹, Julysta Tiara Putri¹, Rizal Aditya Hermawan², Moch. Abdul Rokim², Indra Fauzi Sabban², Angga Eka Kurniawan¹, Ismiy Noer Wahyuni³

¹ D3 Teknologi Laboratorium Medis IIK Bhakta Kediri

² D4 Teknologi Laboratorium Medis IIK Bhakta Kediri

³ D4 Pengobatan Tradisional Tiongkik, Institut Ilmu Kesehatan
Bhakti Wiyata Kediri

*binti.muarofoh@iik.ac.id

ABSTRAK

Pedagang makanan menangani penjualan makanan dari tahap persiapan hingga penyajian. Berbagai bakteri, virus, dan jamur dapat mengkontaminasi makanan yang dimasak oleh tangan, air, lingkungan, atau dari serangga dan udara. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi genus dan spesies mikroorganisme yang ditemukan pada swab telapak tangan pedagang di kantin sekolah. Bakteri yang dapat mengkontaminasi makanan termasuk *E. coli*, *Salmonella*, *Pseudomona sp.*, *Proteus sp.*, *Shigella sp.*, dan *Staphylococcus sp.* Metode observasi ditampilkan kedalam tabel dan diagram, sampel yang diambil tidak direncanakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri ditemukan pada swab telapak tangan pedagang kantin. Dari 29 sampel yang diperiksa, 21 sampel (72%) mengandung bakteri *E.coli*, dan 8 sampel (28%) mengandung bakteri *Klebsiella sp.* Bakteri Coccus Dari penelitian ini dapat meningkatkan pengetahuan pedagang tentang pentingnya menjaga kebersihan lingkungan dan diri, terutama kebersihan telapak tangan yang dapat dilakukan dengan mencuci tangan secara baik dan benar sesuai SOP yang berlaku.

Kata kunci: Bakteri, Telapak Tangan, Pedagang Kantin

ABSTRACT

Food vendors handle food sales from the preparation stage to serving. Various bacteria, viruses, and fungi can contaminate cooked food by hand, water, environment, or from insects and air. The purpose of this study was to identify the genus and species of microorganisms found in palm swabs of vendors in school canteens. Bacteria that can contaminate food include E. coli, Salmonella, Pseudomona sp, Proteus sp., Shigella sp., and Staphylococcus sp. The observation method is displayed in tables and diagrams, the samples taken were not planned. The results showed that bacteria were found in palm swabs of canteen vendors. Of the 29 samples examined,

21 samples (72%) contained E.coli bacteria, and 8 samples (28%) contained Klebsiella sp. Coccus bacteria. From this study, traders' knowledge about the importance of maintaining environmental and personal cleanliness, especially hand hygiene, which can be done by washing hands properly and correctly according to applicable SOPs, can be increased.

Key words: *Bacteria, Palms, Canteen Traders*

PENDAHULUAN

Kantin adalah tempat jual makan yang terdiri dari beberapa toko makanan yang menawarkan berbagai menu. Kanti adalah tempat makan yang buka secara informal yang sering ditemukan di sekolah seperti SD, SLTP, SLTA, perkantoran, dan kampus. Sistem penyajian makanan di kantin menggunakan konsep cepat saji, di mana penjual makanan menyajikan makanan secara langsung dalam 15 menit dan kemudian memberikan makanan kepada pelanggan (Fung *et al.*, 2018).. Menurut Ortho Priyo Atmojo dan Lauw Lim Un Tung (2016) Makanan yang terkontaminasi bakteri adalah penyebab penyakit menyebar. Sakit yang disebabkan oleh bakteri yang mencemari makanan disebut sebagai penyakit makanan (Nurmawati, 2019). Ini dapat terjadi karena konsumsi makanan atau minuman yang tercemar bakteri patogen dan zat berbahaya. Selain penyimpanan yang tidak tepat dan pengolahan makanan yang tidak sehat, faktor pencemaran berasal dari lingkungan seperti air, tanah, atau udara (Fung *et al.*, 2018).

Pedagang di kantin merupakan seorang tenaga kerja yang menjamah makanan mulai dari proses mempersiapkan, hingga menyajikan makanan. Pengetahuan sikap serta praktek pedagang makanan sangat mempengaruhi kualitas makanan. Pedagang makanan dapat mendistribusikan atau sebagai sumber kontaminasi bakteri yang dapat memberikan penyakit kepada konsumen (Sari, 2017). Tangan yang kotor dapat menyebabkan kontaminasi bakteri di mana bakteri yang dalam jumlah sedikit merupakan flora normal pada tubuh manusia tapi bisa menjadi patogen jika jumlah melebihi dari normal dan bakteri tersebut berasal dari feses atau sumber lain yang mengkontaminasi makanan saat orang tersebut masak. (Fathonah, 2001).

Tangan menjadi salah satu bagian tubuh yang berperan dalam mentransfer agen penyebab penyakit infeksi (Pratama *et al.*, 2013). Tangan bisa sebagai perantara bakteri infeksius yang berasal dari kotoran manusia, hewan atau yang lain, pencegahan penularan penyakit infeksi dapat dilakukan dengan cara selalu melakukan cuci tangan. Berdasarkan penelitian Luby *et al* (2009), cuci tangan secara konsisten dapat mengurangi risiko kontaminasi bakteri. Beberapa contoh bakteri yang menempel pada tangan *Coliform* dapat tetap hidup di telapak tangan selain itu ada *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Streptococcus*, *Staphylococcus* dan *Escherichia coli* yang mana penyebarannya melalui aerob, anaerob dan secara fecal oral Wantiyah *et al.*, 2015; Widodo *et al.*, 2017). Menurut WHO bahwa tangan mengandung bakteri sebanyak $3,9 \times 10^4 - 4,6 \times 10^4$ CFU per cm³, berpotensi menyebabkan penyakit infeksi menular dimana penyebarannya melalui udara, air, tangan secara aerob, anaerob dan secara fecal oral (Herbowo, 2003).

Berdasarkan data pemeriksaan yang dilakukan oleh Sugiyono & Subandriani, 2010 dalam jurnalnya, menunjukkan hasil dari swab tangan penjamah makanan didapatkan positif bakteri *Escherichia coli* sebanyak 8 sampel (50%) dan *Staphylococcus aureus* sebanyak 4 sampel (25%). Dari hasil tersebut penjamah makanan yang positif cenderung mempunyai praktik *hygiene* yang kurang baik. Sedangkan menurut penelitian Angga (2015), hasil pemeriksaan swab telapak tangan ditemukan beberapa bakteri yaitu *Staphylococcus aureus* sebanyak 53,85%, *Staphylo epidermidis* sebanyak 34,62%, *E.coli* sebanyak 7,69%, dan *Bacillus sp.* sebanyak 3,84%. penelitian yang dilakukan industri menunjukkan bahwa lebih dari 60% penyakit karena keracunan makanan, akibat buruknya pengetahuan penjamah makanan untuk mengolah makanan.

Infeksi yang bisa didapatkan dari penjual makanan dapat berasal dari hewan dan mikroorganisme yang ada di telapak tangan atau di dalam tubuh orang yang memakan makanan yang telah berkembang biak. Kondisi yang tepat adalah saat pengolahan makanan atau saat makanan disajikan (Setyorini, 2014). Menurut Brun (2009), jika tangan yang terkontaminasi menyentuh mulut, cecaran tersebut dapat masuk ke sekret, darah, atau cairan tubuh lainnya. Bakteri yang ditemukan di telapak tangan termasuk dalam flora normal (Trampuz A. a., 2004). Flora normal ada dua jenis mikroorganisme: flora sementara (transient bakteri) dan bakteri tetap (resident bakteri). Bakteri sementara tidak menyebabkan patogen, dalam tubuh tetapi dapat menyebabkan patogen di kulit manusia dalam jangka waktu tertentu. Jenis flora ini biasanya tidak menyebabkan penyakit, perubahan pH dan Suhu dapat menyebabkan penyakit (Brooks, 2013).

Bakteri Coliform berfungsi sebagai indikator cecaran dalam lingkungan, menunjukkan bakteri penyebab penyakit jika di telapak tangan atau tempat lain melebihi dalam batas normal. Ini disebabkan bakteri Coliform dapat bertahan lebih lama di suhu kamar daripada jenis bakteri,

virus, atau parasit lainnya, dan mereka sangat mudah berkembang biak di lingkungan baru. Bakteri kelompok Enterobacteriaceae, seperti *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Klebsiella sp.*, *Proteus sp.*, *Shigella sp.*, *Serratia liquefaciens*, *Yersinia sp.*, *Citrobacter*, *Enterobacter aerogenes*, dan *Pseudomonaceae*, seperti *Pseudomonas*, dapat ditemukan pada telapak tangan. Muna Fauzul, 2020 menyatakan bahwa (Muna Fauzul, 2020).

Bakteri coccus Gam positif tidak bergerak dan tidak mampu membentuk spora contohnya *Staphylococcus* merupakan flora normal pada kulit dan membrane mukosa, namun beberapa di antaranya bersifat patogen. Mikroorganisme ini dapat ditemukan di udara, air, susu, serta bagian tubuh manusia seperti hidung, tenggorokan dan kulit (Brooks *et al.*, 2010). Sebuah penelitian sebelumnya dari Sandip Kumar *et al.*, (2011) *Indian Journal of Public Health* mengungkapkan bahwa prevalensi bakteri yang terdapat pada tangan, menunjukkan bahwa *Staphylococcus aureus* ialah bakteri yang seringkali ditemukan pada telapak tangan. Pedagang kantin yang rentan terhadap kontaminasi bakteri adalah penyaji makanan tanpa sarung tangan plastik dan tidak rutin mencuci tangan setelah menjamah makanan atau memegang benda lain, sehingga memiliki peluang besar untuk terkontaminasi bakteri. Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan pemeriksaan tentang identifikasi bakteri pada swab telapak tangan pedagang di kantin sekolah.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan digunakan adalah deskriptif. Lokasi penelitian ini akan di Laboratorium mikrobiologi IIK Bhakti Wiyata Kediri, pengambilan sampel di kantin sekolah kota Kediri. Waktu penelitian dilaksanakan bulan Desember, Dalam penelitian ini menggunakan teknik *acedental* sampling. Populasi berjumlah 49 orang, Sampel sebanyak 29.

Alat yang digunakan adalah tabung reaksi, tabung khan, batang pengaduk, lemari es, petri disk, laminar airflow, incubator, autoclave, oven, neraca analitik, kaki tiga, erlenmeyer, spatel, gelas ukur, ose bulat, ose jarum, swab steril, aluminium foil, mikroskop, kapas lemak dan lampu spiritus.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah oil imercy, *aquadest*, PZ (NaCl 0,85%), H₂O₂ 3%, Plasma citrat, *Blood Agar Plate* (BAP), *Manitol Salt Agar* (MSA), *Nutrient Agar Slant* (NAS), dan Cat Gram (*gentian violet*, *lugol*, *alkohol*, dan *fuchsin*). *Mac Conkey Agar* (MCA), Indol, MR, VP, Citrat, Urea, TSIA, reagen kovac, reagen alfanaftol, minyak imersi, dan reagen KOH. Cara pengambilan sampel, telapak tangan di swab dengan catton swab steril. Sampel yang diambil dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang mengandung PZ, dan dibungkus kertas alumunium (Angga, 2015).

Tahap identifikasi *Staphylococcus Sp.* sampel dalam media transport diinokulasi pada *blood agar plate* dieramkan diinkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam. Pengamatan hasil koloni di *blood agar plate* meliputi bentuk, ukuran, warna, tepi, permukaan, konsistensi dan hemolisa. Dilakukan pewarnaan Gram dan diamati dibawah mikroskop meliputi bentuk, warna, susunan dan sifat dari pewarnaan yang sudah diamati. Koloni bakteri dari media BAP dilakukan inokulasi ke media *Manitol Salt Agar* dan *Nutrient Agar Salt* dieramkan diinkubator suhu 37° C selama 24 jam. Koloni yang tumbuh pada media *Manitol Salt Agar* meliputi bentuk, ukuran, warna, tepi, permukaan, konsistensi, fermentasi manitol dan pada media *Nutrient Agar Salt* dilihat bentuk, ukuran, warna, tepi, permukaan, konsistensi serta warna. Identifikasi dilakukan dengan uji katalase menggunakan reagen H₂O₂ 3% untuk membedakan golongan *Staphylococcus* dengan *Streptococcus* dan koagulase menggunakan PZ, koloni bakteri dan plasma citrat *Manitol Salt Agar*, tes dan koloni bakteri untuk membedakan *Staphylococcus* patogen dan non patogen (Todar, 2005).

Tahap identifikasi bakteri *Coliform* sampel dalam media transport diinokulasi pada media *Mac Conkey Agar* dieramkan 24 jam disuhu 37°C. Mengamati koloni pada media MCA meliputi bentuk, ukuran, warna, tepi, permukaan, konsistensi dan fermentasi laktosa lalu dilakukan pewarnaan Gram dan diamati dengan mikroskop perbesaran 100x meliputi bentuk, warna, susunan dan sifat dari pewarnaan. Kemudian dari media *Mac Conkey Agar* dilakukan inokulasi ke media TSIA, urea, indol, MR, VP, Citrat dieramkan diinkubator dengan suhu 37° C selama 24 jam. Pengamatan pada media pada media TSIA meliputi lereng, dasar, H₂s, Gas. Urea dan uji Indol, MR, VP.

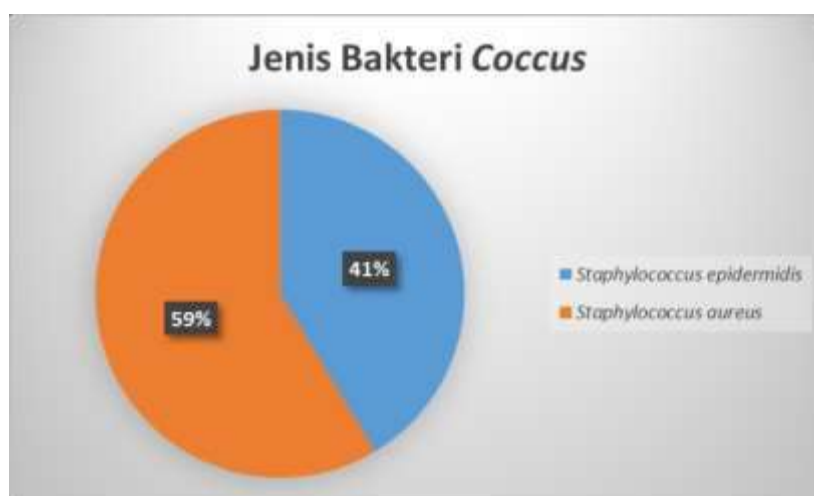
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pemeriksaan identifikasi bakteri pada 29 sampel swab telapak tangan pedagang di kantin sekolah. penelitian dilaksanakan pada bulan November 2024. Sosialisasi koresponden yang diambil sampel swab telapak tangan melalui kuisioner, Swab yang ada sampelnya di goreskan pada media BAP dan *Mac Conkey Agar* dieramkan pada inkubator 24 jam 37°C setelah 24 jam diamati pertumbuhan koloni dengan ciri-ciri dari bentuk, warna, tepian, permukaan, ukuran, serta hemolisa pada media BAP Setelah dilakukan pengamatan koloni bakteri

pada media BAP dilakukan pewarnaan Gram untuk mengetahui bentuk dan sifat bakteri (Krisnha, 2013). Hasil mikroskopis pewarnaan Gram dari media BAP sampel B1 sampai B29 dilanjutkan inokulasi pada media MSA dan NAS. Hasil positif ditunjukkan pada *Manitol Salt Agar* terjadinya perubahan warna pada media dari warna merah menjadi kuning karena adanya phenol acid dan hasil negatif tidak terjadi perubahan warna (Toelle *et al.*, 2014). *Nutrient Agar Salt* merupakan media yang digunakan untuk melihat pigmen yang dihasilkan oleh bakteri (Krisnha, 2013). Hasil yang diperoleh pada media MSA menunjukkan bahwa bakteri yang tumbuh pada 17 sampel dapat memfermentasi manitol dan 12 sampel tidak dapat memfermentasi manitol. Sedangkan hasil yang diperoleh pada media NAS menunjukkan bahwa bakteri yang tumbuh pada 17 sampel membentuk pigmen kuning emas dan 12 sampel membentuk pigmen putih. Koloni yang tumbuh pada media MSA dilanjutkan dengan uji katalase dan uji koagulasi untuk mengidentifikasi spesies *Staphylococcus Sp.* Uji katalase merupakan uji yang digunakan untuk membedakan spesies *Staphylococcus Sp.* dan *Streptococcus Sp.* Uji katalase positif ditunjukkan adanya gelembung gas yang diproduksi oleh genus *Staphylococcus* dan hasil uji katalase negatif menunjukkan adanya *Streptococcus*. (Toelle *et al.*, 2014). Uji koagulasi merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya enzim koagulasi yang dihasilkan oleh *Staphylococcus Sp.* Hasil positif ditunjukkan terbentuknya benang fibrin atau gumpalan. Uji koagulasi positif umumnya dihasilkan oleh *Staphylococcus aureus* (Toelle *et al.*, 2014). Hasil yang diperoleh pada uji katalase menunjukkan bahwa 29 sampel positif uji katalase, sementara untuk uji koagulasi 17 sampel positif dan 12 sampel negatif tersaji pada tabel.1

Tabel 1. Hasil identifikasi bakteri *Staphylococcus Sp.*

Kode Sampel	Hemolisa BAP	Pewarnaan Gram	Fermentasi Manitol (MSA)	Pigmen (NAS)	Tes Katalase	Tes Koagulasi	Keterangan Bakteri
B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9, B10, B16, B17, B18, B21, B25, B26, B27, B28, B29	β hemolisa	Coccus +	+	Kuning emas	+	+	<i>Staphylococcus aureus</i>
B4, B7, B11, B12, B13, B14, B15, B19, B20, B22, B23, B24	λ hemolisa	Coccus +	-	Putih	+	-	<i>Staphylococcus epidermidis</i>

Gambar 1. Diagram jenis bakteri *Coccus*

Hasil menunjukkan bahwa bakteri dalam media MCA memiliki ciri-ciri koloni seperti bentuk bulat, ukuran besar, warna merah, permukaan cembung, tepi rata, konsistensi mucoid, dan

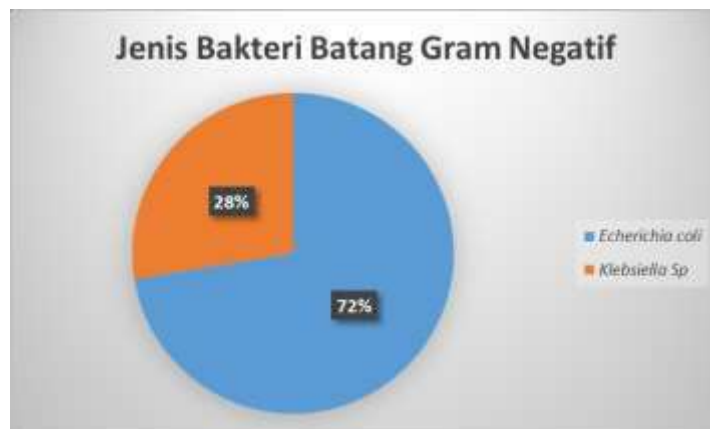
fermentasi laktosa positif pada 8 sampel bakteri B4, B7, B8, B22, B24, B25, B26, dan B27. Selain 8 sampel, 21 sampel bakteri menunjukkan fermentasi laktosa positif. koloni pada media MCA kecil, berwarna merah, dan memiliki konsistensi semi-mucoid. terlihat dalam tabel 2. Pewarnaan Gram dilakukan pada koloni yang bulat dari 29 sampel, masing-masing diambil dari media *Mac Conkey Agar* (MCA). Bakteri berbentuk batang, berwarna merah, dengan susunan yang menyebar, dan memiliki sifat Gram negatif, menurut pengamatan mikroskopis hasil pewarnaan Gram pada 29 sampel. Inokulasi ke media TSIA, IMVIC, dan urea dilakukan setelah pewarnaan gram. Selama 24 jam, diinkubasi di dalam inkubator pada suhu 37 derajat Celcius.. selama 24 jam dan dilakukan identifikasi bakteri seperti yang tersaji pada tabel.3 ada 8 sampel teridentifikasi bakteri *Klebsiella Sp* dan ada 21 sampel teridentifikasi bakteri *Echerichia coli*

Tabel 2. Hasil identifikasi bakteri pada media MCA.

Kode	Bentuk	Ukuran	Warna	Permukaan	Tepi	konsistensi	Fermentasi Laktosa
B1, B2, B3, B5, B6, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B20, B21, B23, B28, B29	Bulat	Kecil	Merah	Cembung	Rata	Semi Mucoid	+
B4, B7, B8, B22, B24, B25, B26, B27	Bulat	Besar	Merah	Cembung	Rata	Mucoid	+

Tabel 3. Hasil identifikasi bakteri pada media urea, IMVC dan TSIA.

Kode	Urea	IMVIC				KIA			Bakteri	
		Indol	MR	VP	Citrat	L	D	H2s		
B1, B2, B3, B5, B6, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B20, B21, B23, B28, B29	-	+	+	-	-	Acid	Acid	-	+	<i>Echerichia coli</i>
B4, B7, B8, B22, B24, B25, B26, B27	+	-	-	+	+	Acid	Acid	-	+	<i>Klebsiella Sp</i>



Gambar 2. Diagram jenis bakteri batang Gram negative

Hasil penelitian Identifikasi Bakteri pada Swab Telapak Tangan Pedagang kantin di sekolah kota kediri dengan menggunakan desain deskriptif. 29 Swab telapak tangan sampel yang digunakan dalam penelitian ini. Hasil dari 29 sampel didapatkan bakteri coccus Gram positif sebanyak 17 sampel menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan persentase 59% dan 12 sampel menunjukkan adanya bakteri *Staphylococcus epidermidis* dengan persentase 41%. Penelitian ini sependapat dengan penelitian (Angga,2015) *Staphylococcus spp.* dimana bakteri coccus yang memiliki persentase terbesar pada penelitian ini dengan 26 sampel ditemukan bakteri *Staphylococcus aureus* 53,85% dan *Staphylococcus epidermidis* sebanyak 34,62%. Hal ini karena faktor lingkungan yang mendukung bagi penyebaran serta perkembangbiakan bakteri, dan tingginya frekuensi pengunjung di kantin. Serta kemungkinan bakteri *Staphylococcus spp.* punya kemampuan tetap bertahan di udara bebas sampai menempel ke kulit. Ditemukan bakteri *Staphylococcus Sp.* merupakan hal yang normal karena *Staphylococcus Sp.* adalah flora normal pada kulit dan membran mukosa, namun beberapa di antaranya bersifat patogen. Mikroorganisme ini dapat ditemukan di udara, air, susu, serta bagian tubuh manusia seperti hidung, tenggorokan dan kulit (Brooks *et al.*, 2010). *Staphylococcus aureus* selain merupakan flora normal, juga merupakan bakteri yang paling banyak ditemukan pada tangan manusia (Aulia, 2019). Flora normal ditelapak tangan sifatnya melekat pada jaringan kulit mati dan mengeras yang mengakibatkan bakteri mudah masuk melewati celah-celah telapak tangan. Flora normal biasanya hidup di kulit tangan manusia karena telapak tangan merupakan bagian tubuh yang sering kontak dengan lingkungan luar dan digunakan sehari-hari untuk melakukan aktivitas (Aulia, 2019). *Staphylococcus epidermidis* merupakan flora normal yang terdapat pada kulit manusia, saluran napas seperti hidung, nasofaring, dan orofaring (Jawetz *et al.*,2008). Namun jika bakteri ini berpindah ke tempat lain yang memiliki daya tahan tubuh lemah, dapat menjadi patogen sehingga menimbulkan penyakit atau bersifat oportunitis dan dapat menyebabkan infeksi (Jawetz *et al.*, 2005).

Bakteri batang Gram negative pada telapak tangan pedagang dikantin sekolah. Berdasarkan gambar 2 teridentifikasi 21 sampel (72%) bakteri *Echerichia coli* dan 8 sampel (28%) bakteri *Klebsiella sp.* Berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ian fernandez (2017) yaitu sampel swab tangan yang diambil dari penjual dikantin ditemukan berbagai jenis bakteri. Jenis- jenis bakteri yang ditemukan pada swab tangan penjual makanan adalah *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.*, *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis*. Bakteri yang terbanyak ditemukan pada tangan pedagang makanan adalah *Klebsiella spp.* Sebanyak 7 sampel (28%).

Echerichia coli dan *Klebsiella sp* merupakan bakteri Gram negatif, fakultatif anaerob

Bakteri ini merupakan bakteri yang normal air, lingkungan, udara dan usus (Lowman *et al.*, 2013). Banyaknya bakteri *Echerichia coli* yang ditemukan dibandingkan *Klebsiella sp* pada swab telapak tangan pedagang di kantin sekolah bisa disebabkan karena pedagang yang tidak menjaga kebersihan tangan setelah melakukan aktivitas seperti membersihkan meja ataupun pedagang yang tidak menggunakan pelindung mulut, tangan dan hidung saat menyajikan makanan. Bakteri *Echerichia coli* dan *Klebsiella sp* ditemukan pada swab telapak tangan pedagang karena pedagang tidak rutin mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir, saat akan menyajikan makanan dan juga tidak menggunakan sarung tangan plastik sehingga memudahkan bakteri berpindah dari telapak tangan ke makanan yang dikonsumsi. Bakteri ini biasanya mengkontaminasi silang dari pedagang melalui alat-alat dapur dan menstansfernya ke tangan. Proses kontaminasinya dimulai dengan bakteri yang berada di air dan udara ketika seseorang melakukan aktivitas buang air besar yang kemungkinan tidak mencuci tangannya pakai sabun sehingga bakteri yang ada difeses berpindah ke tangan manusia serta bisa disaat selera membersihkan hidung, membersihkan telinga atau menggaruk kaki tidak cuci tangan pakai sabun. Bakteri juga dapat menyebar melalui saluran pernapasan saat pedagang berbicara dengan konsumen karena pedagang tidak menggunakan pelindung mulut dan hidung saat menyajikan makanan. Adanya bakteri *Klebsiella sp* menunjukkan suatu tanda praktik sanitasi yang tidak baik (BPOM RI, 2008).

Sampel B1 – B29 sebenarnya memiliki *hygiene personality* yang rendah, hal tersebut dibuktikan bahwa semua media MCA ditumbuhi bakteri karena selain mereka memiliki *hygiene personality* yang rendah, pada saat menyajikan makanan mereka tidak menggunakan sarung tangan dan juga pelindung mulut dan hidung, jika dilihat dari *kuisisioner* para pedagang tidak rutin mencuci tangan sebelum ataupun setelah sesudah menyajikan makanan bahkan pedagang mengelap tangannya menggunakan kain serbet atau celmek yang telah digunakan berkali-kali. Lokasi dan prosedural mencuci tangan tidak sesuai SOP juga dapat menjadi faktor adanya bakteri *Echerichia coli* dan *Klebsiella sp*. Semakin banyak yang tidak melakukan praktik higiene personal yang baik, maka semakin besar kemungkinan tangan terkontaminasi oleh bakteri *Echerichia coli* dan *Klebsiella sp*.

Bakteri *Echerichia coli* dan *Klebsiella sp*. Merupakan bakteri yang mampu hidup dimana-mana. Bakteri flora transien yang terdapat di saluran nafas atas dan kulit. Bakteri *Klebsiella sp*. juga dilaporkan diisolasi dari lingkungan seperti air, permukaan tanah. Bakteri ini sebagai penyebab, pneumonia, infeksi saluran kemih, sepsis, meningitis serta abses hepar (Virawan, 2018). *Echerichia coli* dan *Klebsiella sp*. juga terdapat pada tempat-tempat yang lembab seperti bak air, tempat pencucian piring, serbet, celmek, dan tempat-tempat yang memiliki kadar air yang cukup tinggi sehingga menjaga *personal hygen* sangat berpengaruh terhadap adanya bakteri pada pedagang. Semua responden telah menyatakan bahwa mereka dalam menyajikan makanan tidak menggunakan sarung tangan plastik dan juga tidak melakukan cuci tangan secara rutin, sehingga bakteri-bakteri tersebut dapat terjadi melalui transmisi fekal-oral saat tangan tercemar akibat tidak mencuci tangan dengan baik ataupun tidak menggunakan sarung tangan.

Menurut Fierer (2009), jumlah bakteri pada telapak tangan bergantung pada beberapa faktor yaitu, saat terakhir mencuci tangan memengaruhi komunitas bakteri di telapak tangan. Faktor yang kedua adalah derajat kontaminasi sesuai kontak dengan tangan. Apabila semakin banyak melakukan kontak dengan peralatan berarti derajat kontaminasinya semakin tinggi dan jumlah mikroorganisme juga semakin banyak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian identifikasi bakteri pada Swab Telapak Tangan Pedagang kantin sekolah kota Kediri menunjukkan bahwa presentase bakteri golongan batang *Echerichia coli* 21 sampel (72%) dan Golongan coccus *Staphylococcus aureus* 17 sampel (58,6%) menempati jumlah terbanyak yang ditemukan pada telapak Tangan Pedagang kantin dibanding bakteri lain diantaranya *Klebsiella*, *Staphylococcus epidermidis*. Dari penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan pedagang

tentang pentingnya menjaga kebersihan lingkungan dan diri terutama kebersihan telapak tangan yang dapat dilakukan dengan cara mencuci tangan dengan baik dan benar sesuai SOP yang berlaku.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tim Laboratorium dan mahasiswa yang sudah banyak membantu.

DAFTAR PUSTAKA

- Antony, A. C., Paul, M. K., Silvester, R., Aneesa, P. A., Suresh, K., Divya, P.S., Paul, S., Fathima, P. A., & Abdulla, M. H. (2016). Comparative evaluation of EMB agar and hicrome E. coli agar for differentiation of green metallic sheen producing non E. Coli and typical E. Coli colonies from food and environmental samples. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 10(4). <https://doi.org/10.22207/JPAM.10.4.48>
- Aulia, A. (2019). Gambaran Jumlah Koloni Bakteri dan Identifikasi *Staphylococcus aureus* pada Telapak Tangan Mahasiswa Jurusan Analis Kesehatan Setelah Praktikum Bakteriologi. *Repository.poltekkes-Smg.ac.id*.
- Bambang, A. G., Novel, dan, & Kojong, S. (2014). Analisis Cemar Bakteri Coliform Dan Identifikasi *Escherichia Coli* Pada Air Isi Ulang Dari Depot Di Kota Manado. *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi – UNSRAT Agustus*, 3(3).
- Bauman, R. W. (2014). Microbiology with Diseases by Body System, 4th Edition. In *Pearson Education, Inc., Benjamin Cummings*. ISBN-13: 978-0-321-91855-0.
- Bouzari, S., Aslani, M. M., Oloomi, M., Jafari, A., & Dashti, A. (2011). Comparison of multiplex PCR with serotyping and PCR-RFLP of fliC gene for the detection of enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC). *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, 15(4). [https://doi.org/10.1016/S1413-8670\(11\)70206-9](https://doi.org/10.1016/S1413-8670(11)70206-9)
- Fadhila, F. M., Wahyuningsih, E. N., D, H. Y., & . (2015). Hubungan Higiene *France*
- Fung, F., Wang, H. S., & Menon, S. (2018). Food safety in the 21st century. In *Biomedical Journal* (Vol. 41, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.bj.2018.03.003>
- Hubungan Higiene Dan Sanitasi Dengan Kontaminasi *Escherichia Coli* Pada Jajanan Pedagang Kaki Lima Di Sekolah Dasar Kelurahan Pendrikan Lor, Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Volume 5, Nomor 5, Oktober.
- Indraswati, D. (2016). Kontaminasi Makanan (*Food Contamination*) oleh Jamur. In *Forum Ilmiah Kesehatan (FORIKES).Integrated Taxonomic Information System*https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search
- Irianto, K. (2015). Bakteriologi, Mikologi dan Virologi Panduan Medis dan Klinis. In *Bandung: Alfabeta*.
- Jawetz, E., J. L. Melnick dan E. A. Adelberg. 2010. *Medical Microbiology 22nd edition. McGraw Hill Companies Inc. USA, p. 223 -317*
- Kartika, D., Rahmawati, & Rousdy, D. W. (2017). Studi Analisis Perilaku Mencuci Tangan Terhadap Kepadatan Koloni Bakteri Sebelum dan Setelah Mencuci Tangan Pada Mahasiswa. *Jurnal Protobiont*, 6(2).
- Kurniasih Rizqi Putri, Nurjazuli, Yusniar Hanani D. 2015. Hubungan Higiene dan Sanitasi Makanan Dengan Kontaminasi Bakteri *Escherichia coli* Dalam

- Makanan Di Warung Makan Sekitar Terminal Borobudur, Magelang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* Volume 3 (1).
- Kurniati Pauline Surya, Farida Heriayani, Lia Yulia Budiarti. 2019. Gambaran Jenis Bakteri Pada Tangan Siswa Sekolah Dasar Di Sekitar Bantaran Sungai Lulut Banjarmasin. *Homeostasis*, Vol. 2 (1).
- Mohede, M., & Saptorini, K. K. (n.d.).(2014) Hubungan Higiene Penjual Dengan Keberadaan Bakteri *Escherichia Coli* Pada Sambal Makanan Yang Dijual Di Sekitar Universitas Dian Nuswantoro Semarang.
- Muna Fauzul, K. (2020). *Bakteri Patogen Penyebab Foodbrone Disease*. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/>
- Nuraini, P., & Susanna, D. (2014). Karakteristik Dan Pengetahuan Penjamah Makanan Dengan Perilaku Tentang Higiene Perorangan Pada Proses Pengolahan Makanan Di Katering “X” Jakarta Tahun 2014. *Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia*, 2–3. http://lib.ui.ac.id/file?file=pdf/abstrak/id_abstrak-20386461.pdf
- Paujiah Epa, Mar’atus Salikho. 2018. Penyuluhan Sanitasi dan Higienis Makanan pada Pedagang Kantin Di Sekitar Kampus UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- Popescu, O. (2010). *Faculty of Biology and Geology COLCIERU MIRCEA Evaluation of diagnostic methods in infection with Staphylococcus genus strains PhD Thesis Summary Scientific advisor* : 1–26.
- Pratama N. Hasan, A. M. dan E. S. R. (2020). API (Analytical Profie Index) KIT dan 16S rRNA dalam identifikasi Bakteri Asam Laktat (BAL). *Pusat Studi Pangan Dan Gizi Universitas Gadjah Mada*, 1–20.
- Pratama, R., Rostini, I., & Awaluddin, M. (2013). Komposisi kandungan senyawa flavor ikan mas (*Cyprinus carpio*) segar dan hasil pengukusannya. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 4(1), 245858
- Rachmawati, R., Ningrum, P. T., & Pujiati, R. S. (2015). Praktik Higiene Personal dan Keberadaan Bakteri *Escherichia coli* pada Tangan Penjamah Makanan (Studi pada Pedagang Kaki Lima di Jalan Kalimantan Kecamatan Summersari Kabupaten Jember). *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa 2015*.
- Rahmayani, R. (2018). Hubungan pengetahuan, sikap dan tindakan hygiene sanitasi pedagang makanan jajanan di pinggir jalan. *Action: Aceh Nutrition Journal*, 3(2). <https://doi.org/10.30867/action.v3i2.84>
- Rahmayani. 2018. Hubungan Pengetahuan, Sikap dan Tindakan Hygiene Sanitasi
- Ramadhani Stevia Tafdihila. 2017. Hubungan Perilaku Konsumsi Makanan Sehat Dengan Status Gizi Mahasiswa Pondok Pesantren Wahid Hasyim Yogyakarta. *Jurnal pendidikan teknik boga*.
- Sanitasi Dengan Kualitas Bakteriologis Pada Alat Makan Pedagang Di Wilayah Sekitar Kampus Undip Tembalang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 3(3).
- Sari, M. H. (2017). Pengetahuan Dan Sikap Keamanan Pangan Dengan Perilaku Penjaja Makanan Jajanan Anak Sekolah Dasar. *Journal of Health Education*, 2(2).
- Setyorini, E. (2014). Hubungan Praktek Higiene Pedagang Dengan Keberadaan *Eschericia Coli* Pada Rujak Yang Di Jual Di Sekitar Kampus Universitas Negeri Semarang. *Unnes Journal of Public Health*, 2(3), 1–8.
- Setyorini, E., Ilmu, J., Masyarakat, K., & Keolahragaan, I. (2013). *Ujph 2 (3) (2013) Hubungan Praktek Higiene Pedagang Dengan Keberadaan Eschericia Coli Pada Rujak Yang Di Jual Di Sekitar Kampus Universitas Negeri Semarang*. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujph>

- Sugiyono Lynda Puspita, Dyah Nur Subandriani. 2010. Gambaran Pengetahuan Sikap, Praktik serta Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* pada Penjamah dan Makanan Di PT PSA (Pelita Sejahtera Abadi).
- Sundari Yuwono, S., Pracoyo, N., & Sulaksono, M. E. (2018). Kebersihan Makanan, Air, dan Alat terhadap Bakteri dan Parasit di Restoran Sea Food.

Analisis Farmakofisika Ekstrak Buah Maja (*Aegle marmelos* (L.) Corrêa)

Pharmacophysical Analysis of Maja Fruit Extract (*Aegle marmelos* (L.) Corrêa)

Arshy Prodyanatasari^{1*}, Farida Noor Arifah², Hari Untarto Swandono³, Eka Widiastuti⁴

^{1,2,3,4} Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri, Indonesia

*arshy.prodyanatasari@iik.ac.id

ABSTRAK

Tanaman maja (*Aegle marmelos* (L.) Corrêa) merupakan sumber penting metabolit sekunder, terutama senyawa flavonoid yang termasuk dalam golongan fenolik alam terbesar dan terbukti memiliki sifat antioksidan. Fokus penelitian ini adalah melakukan analisis kadar flavonoid menyeluruh dalam ekstrak buah maja dengan menerapkan metode spektrofotometri UV-Vis. Sampel buah maja yang diambil dari Kecamatan Mojo terlebih dahulu diolah menjadi simplisia menggunakan dehidrator pada suhu 50°C, selanjutnya dilakukan proses maserasi dengan pelarut etanol berkonsentrasi 70% dalam perbandingan 1:10 antara sampel dan pelarut. Analisis kualitatif menggunakan metode Wilstater (HCl pekat) dan Bate Smith-Mercalf (Mg serbuk + HCl pekat) memberikan hasil positif, dengan indikator visual berupa perubahan warna menjadi jingga dan merah tua. Pengukuran kuantitatif flavonoid menggunakan spektrofotometri visibel (430 nm) dengan standar kuersetin menghasilkan kurva kalibrasi $y = 0,0078x - 0,0221$ ($r = 0,9978$). Kadar flavonoid total ekstrak buah maja yang diperoleh adalah 86,979 mg kuersetin ekuivalen per gram ekstrak (8,698%).

Kata kunci: antioksidan, buah maja, flavonoid, kuersetin, maserasi, spektrofotometri uv-vis

ABSTRACT

The Maja plant (*Aegle marmelos* (L.) Corrêa) represents a significant source of secondary metabolites, particularly flavonoids which constitute the largest group of natural phenolic compounds with demonstrated antioxidant properties. This study focused on conducting a comprehensive analysis of flavonoid content in Maja fruit extract using UV-Vis spectrophotometry. Maja fruit samples collected from Mojo District were initially processed into simplicia using a dehydrator at 50°C, followed by maceration with 70% ethanol solvent at a 1:10 sample-to-solvent ratio. Qualitative analysis employing the Wilstater method (using concentrated HCl) and Bate Smith-

Mercalf test (using Mg powder + concentrated HCl) yielded positive results, as indicated by visible color changes to orange and dark red. Quantitative measurement of flavonoids was performed using visible spectrophotometry at 430 nm with quercetin as the standard, producing a calibration curve $y = 0.0078x - 0.0221$ ($r = 0.9978$). The total flavonoid content of the Maja fruit extract was determined to be 86.979 mg quercetin equivalent per gram of extract (8.698%).

Keywords: *antioxidant, maja fruit, flavonoids, quercetin, maceration, uv-vis spectrophotometry*

PENDAHULUAN

Buah maja (*Aegle marmelos* (L.) Corrêa) adalah tanaman herbal yang telah digunakan secara turun-temurun dalam pengobatan Ayurveda serta berbagai sistem pengobatan tradisional di Asia, termasuk untuk mengatasi masalah pencernaan (Wilujeng, 2022; Sari, 2019; Nisa, 2020). Tanaman ini menarik perhatian peneliti karena kandungan senyawa bioaktifnya yang kaya, diantaranya: senyawa fenolik (flavonoid dan asam fenolat), alkaloid, kumarin, terpenoid, polisakarida, vitamin dan mineral (Baliga, 2019; Patel P. , 2023a; Ratnawati, 2012; Wiraningtyas, 2025). Salah satu pemanfaatan buah maja dalam pengobatan ayurveda adalah untuk mengatasi gangguan pencernaan. Formulasi buah maja untuk pengobatan gangguan pencernaan dengan menghaluskan simplisia buah maja menjadi serbuk (*Bilva Churna*), kemudian dikombinasikan dengan jahe dan lada hitam. Kandungan senyawa tanin dan flavonoid pada buah maja bersifat astringen dan antimikroba (Sharma, 2020). Buah maja memiliki kandungan senyawa fenolik, khususnya flavonoid yang memiliki potensi besar dalam pengobatan tradisional. Buah maja memiliki 6 flavonoid utama yang teridentifikasi melalui LC-MS/MS, yaitu: rutin, quercetin-3-O- β -D-glukosida, kaempferol, apigen, luteolin, dan catechin (Patel P. S., 2023b). Flavonoid adalah senyawa fenolik dengan struktur dasar diphenylpropane (C6-C3-C6) yang telah terbukti memiliki beragam khasiat farmakologis, seperti sifat antioksidan, antiradang, antikanker, serta efek antidiabetes (Mishra S. P., 2021a; Fauzi, 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Rahman (2020) berhasil mengidentifikasi keberadaan flavonoid, seperti rutin, quercetin, dan kaempferol dalam ekstrak buah maja menggunakan kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC). Senyawa tersebut memiliki kapasitas antioksidan yang kuat melalui mekanisme penomoran atom hidrogen dan penangkapan radikal bebas (Dewanto V. W., 2022; Rahman, 2020). Aktivitas antioksidan flavonoid pada buah maja memiliki signifikansi penting, terutama karena keterlibatan stres oksidatif dalam perkembangan berbagai penyakit degeneratif, termasuk diabetes melitus, gangguan kardiovaskular, dan kelainan neurogeneratif (Lobo, 2010; Aloanis, 2024; Hari Untarto Swandono, 2024). Sebuah studi oleh Baligha (2019) membuktikan bahwa pemberian ekstrak buah maja dapat mengurangi tingkat malondialdehid (MDA) - sebuah indikator stres oksidatif - pada hewan uji. Penelitian ini memperoleh dukungan melalui uji in vitro dengan metode 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) dan Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP), yang mengungkap kapasitas antioksidan ekstrak setara dengan asam askorbat yang digunakan sebagai kontrol positif (Kumar, 2021). Meskipun memiliki potensi yang menjanjikan, penelitian tentang profil flavonoid dan mekanisme antioksidan buah maja masih terbatas. Beberapa tantangan penelitian yang perlu diatasi, antara lain: (1) standarisasi metode ekstraksi, (2) karakterisasi senyawa aktif, dan (3) studi mekanisme molekuler.

Dari pemaparan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengukur kandungan flavonoid total dalam ekstrak buah maja (*Aegle marmelos* (L.) Corrêa) dengan teknik

spektrofotometri UV-Vis serta mengevaluasi potensi antioksidannya melalui berbagai uji *in vitro*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain true experimental (eksperimen murni) dengan metode ekstraksi dan analisis kadar flavonoid buah maja secara spektrofotometri UV-Vis. Pelaksanaan penelitian dilakukan selama periode Mei hingga September 2024 di Laboratorium Instrumen dan Laboratorium Analisa Obat & Makanan, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri. Sampel yang digunakan adalah buah maja (*Aegle marmelos* (L.) Corrêa) yang diolah menjadi simplisia. Peralatan utama yang digunakan meliputi dehidrator, blender, ayakan 30 mesh untuk preparasi sampel; seperangkat alat maserasi, beaker glass, corong, dan labu ukur 10 mL untuk proses ekstraksi; serta *rotary evaporator* dan spektrofotometri UV-Vis untuk analisis. Bahan-bahan yang diperlukan terdiri dari simplisia buah maja sebagai sampel uji, kuersetin sebagai standar, $AlCl_3$ dan kalium asetat (CH_3COOK) sebagai reagen, etanol 70% dan aquades sebagai pelarut, serta serbuk Mg dan HCl pekat sebagai bahan tambahan. Seluruh prosedur penelitian mengikuti tahapan yang telah dirancang sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan penelitian

Tahap pertama penelitian meliputi identifikasi botani buah maja yang dilaksanakan di UPT Laboratorium Herbal Materia Medika Batu (MMB), Kota Batu, Malang, untuk memastikan keakuratan spesimen. Pada **tahap kedua** dilakukan preparasi sampel menggunakan buah maja yang diperoleh dari Desa Mlati, Kecamatan Mojo, Kabupaten Kediri. Proses pengolahan simplisia dimulai dengan seleksi buah berdasarkan kriteria mutu: kondisi segar, bebas dari kerusakan fisik, penyakit, dan kontaminan. Buah terpilih kemudian menjalani proses pencucian menyeluruh dengan air mengalir, dilanjutkan dengan perendaman dalam larutan NaCl 0,9% selama 5 menit untuk sterilisasi parsial. Setelah itu, buah mengalami proses pengurangan kadar air melalui pemerasan, diikuti dengan pemotongan menjadi irisan tipis. Pengeringan dilakukan secara terkontrol menggunakan dehidrator pada suhu $50^{\circ}C$ selama 3 jam untuk mempertahankan komponen bioaktif. Simplisia kering kemudian dihaluskan dengan blender dan diayak hingga diperoleh serbuk homogen dengan ukuran partikel yang seragam.

Pada **tahap ke tiga**, ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan 300 gram serbuk simplisia buah maja yang direndam dalam 3 liter etanol 70% (rasio 1:10 b/v). Campuran disimpan dalam wadah tertutup rapat dan ditempatkan di area yang terhindar dari paparan sinar matahari langsung, dengan pengadukan berkala selama proses ekstraksi. Setelah 48 jam (2x24 jam), larutan disaring untuk memisahkan ekstrak etanol dari residu padatan. Ampas yang tersisa kemudian dimaserasi ulang dengan pelarut baru untuk ekstraksi lanjutan. Proses ini bertujuan untuk memperoleh ekstrak terkonsentrasi sambil

mempertahankan komponen bioaktif yang terdapat dalam buah maja. Filtrat hasil ekstraksi primer dan sekunder dikombinasikan, kemudian dikonsentrasikan menggunakan rotary evaporator pada suhu 50°C hingga seluruh pelarut menguap, menghasilkan ekstrak kental. Ekstrak ini kemudian ditimbang untuk menentukan rendemen ekstrak dengan perhitungan:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{massa ekstrak kental (gram)}}{\text{massa serbuk simplisia awal (gram)}} \times 100\%$$

Tahap keempat, penelitian melibatkan analisis kualitatif flavonoid dalam ekstrak kental menggunakan dua metode standar. **Metode Wilstater** dilaksanakan dengan melarutkan 50 mg ekstrak dalam etanol 70% yang kemudian dipanaskan selama 5 menit. Sebagian larutan dipindahkan ke tabung reaksi dan ditambahkan 0,1 gram magnesium (Mg) serta 0,5 mL HCl pekat. Terbentuknya warna kuning-jingga hingga merah menandakan keberadaan senyawa flavonoid (Mustikasari, 2010). **Metode Bate Smith-Mertcalf** dilakukan dengan melarutkan 50 mg ekstrak dalam etanol 70% yang ditambahkan 0,5 mL HCl pekat, kemudian dipanaskan dalam penangas air. Perubahan warna menjadi merah tua hingga ungu menunjukkan hasil positif untuk kandungan flavonoid. Kedua uji ini memberikan indikasi awal adanya senyawa flavonoid dalam ekstrak buah maja sebelum dilakukan analisis kuantitatif lebih lanjut (Marlina, 2005).

Pada **tahap ke lima**, dilakukan uji kualitatif untuk mengetahui kadar flavonoid pada buah maja. Pengujian dilakukan menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. Dengan tahapan sebagai berikut:



Gambar 2 Tahapan Pengukuran Kadar Flavonoid pada Ekstrak Buah Maja

Untuk menghitung total, flavonoid pada ekstrak buah maja menggunakan perumusan berikut:

$$F = \frac{C \times V \times F_p}{m_s} \times 100\%$$

Selanjutnya pada **tahap ke enam**, Kandungan flavonoid total dianalisis menggunakan teknik spektrofotometri UV-Vis dengan kuersetin sebagai standar. Prinsip pengukuran didasarkan pada korelasi antara nilai absorbansi sampel dengan kurva kalibrasi yang telah dibuat sebelumnya. Perhitungan kadar flavonoid dilakukan dengan menerapkan persamaan regresi linier:

$$Y = bX + a, \text{ di mana:}$$

Y menyatakan nilai absorbansi sampel

X merupakan konsentrasi flavonoid

a dan b masing-masing adalah intersep dan slope dari kurva standar

Metode ini memungkinkan penetapan kadar senyawa flavonoid secara akurat dalam ekstrak yang diuji. Hasil pengukuran dinyatakan dalam satuan berat ekivalen kuersetin per berat ekstrak (QE/g).

New chat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Buah maja (*Aegle marmelos* (L.) Corrêa) dikenal sebagai tanaman herbal yang telah digunakan secara turun-temurun dalam pengobatan Ayurveda untuk menangani berbagai keluhan kesehatan, mulai dari masalah pencernaan hingga gangguan metabolik. Penelitian ini secara khusus mengkaji profil senyawa flavonoid dan kapasitas antioksidan buah maja melalui teknik analisis spektrofotometri UV-Vis. Tahap awal penelitian diawali dengan proses identifikasi botani tanaman buah maja.

1. Determinasi Buah Maja

Sampel buah maja (*Aegle marmelos* (L.) Corrêa) yang diteliti berasal dari tanaman yang tumbuh di wilayah Desa Mlati, Kecamatan Mojo, Kabupaten Kediri. Bagian buah maja yang diteliti adalah daging buahnya. Sebelum dilakukan penelitian kadar flavonoid, terlebih dahulu dilakukan determinasi tanaman. Determinasi tanaman dilakukan di Laboratorium Herbal Materia Medica Batu yang berada di Kota Batu Malang. Determinasi tanaman merupakan langkah kritis sebelum melakukan uji karakterisasi profil kimia dalam suatu tanaman obat. Berdasarkan analisis determinasi tumbuhan, dapat dipastikan bahwa spesimen yang diteliti merupakan *Aegle marmelos* (L.) Corrêa. Identifikasi dilakukan menggunakan kunci determinasi berikut: **1b-2b-3b-4b-6b-7b-9b-10b-11b-12b-13b-14b-15b-197ba-208b-219b-220b-224b-225b-227b-229a** (famili Rutaceae), dengan rincian lebih lanjut **1b-2a-3a** (genus *Aegle*) dan **2** (spesies *A. marmelos*).

2. Analisis Hasil Rendemen

Hasil rendemen yang diperoleh dari 300 gram simplisia buah maja adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Rendemen Serbuk Buah Maja

massa simplisia (gr)	volume pelarut (mL)	massa ekstrak (gr)	Rendemen (%)
300	3000	85,068	28,358

Berdasarkan data pada Tabel 1, ekstraksi 300 gram simplisia buah maja dengan 3000 mL pelarut etanol 70% menghasilkan 85,068 gram ekstrak kental dengan persen rendemen sebesar 28,358% (b/b). Nilai tersebut menunjukkan bahwa: (a) hampir 30% dari massa simplisia awal berhasil terekstrak menjadi senyawa aktif, baik flavonoid, alkaloid, polisakarida, maupun senyawa lainnya; (b) Rendemen yang dihasilkan terkategori tinggi untuk ekstraksi dengan pelarut etanol air yang umumnya berkisar 15-30% pada bahan tumbuhan. Pada proses ekstraksi ini terdapat beberapa faktor yang

berpengaruh, diantaranya: (a) Etanol 70% merupakan pelarut yang bersifat polar, sehingga mampu secara efektif mengekstraksi senyawa polar seperti flavonoid yang terdapat dalam buah maja; (b) perbandingan simplisia buah maja dengan pelarut etanol 70% memiliki rasio yang optimal, yaitu 1:10, sehingga dapat optimal dalam menghasilkan ekstraksi tanpa pemborosan pelarut, dan (c) metode ekstraksi yang digunakan adalah maserasi dimana rendemen bisa ditingkatkan dengan menggunakan refluks.

Pada hasil rendemen dilakukan analisis organoleptis, meliputi: (a) bentuk rendemen kental (konsisten dengan ekstrak etanolik yang mengandung senyawa polar dan lilin tumbuhan); (b) warna yang dihasilkan coklat kehitaman, hal ini mengindikasikan adanya kandungan senyawa flavonoid teroksidasi, seperti kuercetin dan turunannya ataupun senyawa melanoidin yang merupakan hasil reaksi maillard selama proses pengeringan; dan (c) ekstrak menghasilkan aroma khas yang disebabkan oleh senyawa volatil, seperti limonene dan turunan terpenoid. Rendemen yang diperoleh dalam penelitian ini sesuai dengan temuan Mishra *et al.* (2021), yang menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 70% selama 48 jam untuk mengekstrak buah maja, dan menghasilkan rendemen sebesar 25,8%. Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa waktu ekstraksi yang lebih lama akan meningkatkan rendemen secara signifikan dibandingkan ekstraksi 24 jam yang hanya menghasilkan rendemen sebesar 19,3%. Penelitian ini juga melaporkan adanya korelasi positif antara rendemen dengan kandungan total fenolik ($r=0,86$) (Mishra S. P., 2021b). Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Dewanto *et al.* (2022) yang membandingkan berbagai pelarut untuk ekstraksi buah maja diperoleh hasil bahwa etanol 70% paling efektif digunakan untuk mengekstrak senyawa flavonoid, seperti rutin dan kuercetin yang terkandung di dalam buah maja (Dewanto V. e., 2022).

3. Analisis Kualitatif

Penelitian ini melibatkan uji kualitatif guna mengidentifikasi keberadaan senyawa flavonoid dalam ekstrak buah maja. Pengujian dilakukan menggunakan dua metode, yaitu:

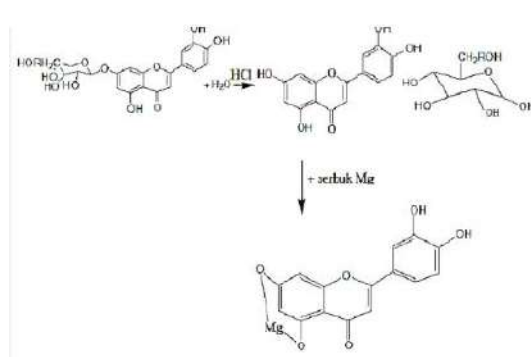
a. Metode *Wilstater*

Metode *Wilstater* digunakan untuk mendeteksi keberadaan senyawa flavonoid dalam buah maja. Proses identifikasinya dilakukan dengan menambahkan reagen HCl pekat dan serbuk magnesium ke dalam ekstrak kental buah maja. Jika terjadi perubahan warna ekstrak menjadi jingga, maka hal tersebut menunjukkan hasil positif adanya senyawa flavonoid.

Tabel 2 Hasil Uji Kualitatif Metode *Wilstarter*

Perlakuan	Hasil Positif sesuai literatur	Hasil Pengamatan	Simpulan	Dokumentasi
-----------	-----------------------------------	---------------------	----------	-------------

Ekstrak (dipanaskan) + 0,1 g logam Mg + 0,5 mL HCl pekat	Warna kuning jingga sampai merah	Perubahan warna menjadi jingga	Positif mengandung flavonoid	
--	----------------------------------	--------------------------------	------------------------------	---



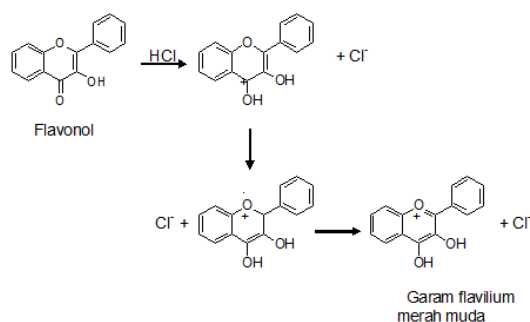
Gambar 3 Hasil Reaksi Kimia pada Uji Wilstater (Marlina, 2005)

b. Metode *Bate Smith-Merchalf*

Metode *Bate Smith-Mercalf* digunakan dengan cara menambahkan HCl pekat ke dalam ekstrak kental buah maja, lalu dipanaskan di penangas air. Jika warna ekstrak berubah menjadi merah tua, maka menunjukkan adanya flavonoid. Flavonoid adalah senyawa dengan struktur α -benzopyron, yang akan bereaksi dengan HCl pekat dan membentuk garam flavilium berwarna merah tua (Marlina, 2005). Pada pengujian ini, ekstrak buah maja menunjukkan warna merah tua, yang berarti mengandung flavonoid, seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Uji Kualitatif Metode *Bate Smith-Merchalf*

Perlakuan	Hasil Positif sesuai literatur	Hasil Pengamatan	Simpulan	Dokumentasi
Ekstrak + 0,5 HCl pekat → dipanaskan	Warna merah tua sampai ungu (Marlina, 2005)	Perubahan warna menjadi jingga	Positif mengandung flavonoid	



Gambar 4 Hasil Reaksi Metode *Bate Smith-Merchalf* (Marlina, 2005)

4. Analisis Kuantitatif

Kadar flavonoid dalam ekstrak buah maja ditentukan dengan spektrofotometri UV-Vis menggunakan kuersetin sebagai standar. Metode ini didasarkan pada pembentukan kompleks berwarna antara flavonoid dan AlCl_3 , yang menyebabkan pergeseran panjang gelombang dan peningkatan warna kuning. Hasil dan tahapan pengujiannya disajikan sebagai berikut:

a. Penentuan panjang gelombang maksimum (λ_{max})

Langkah awal pengukuran kadar flavonoid adalah menentukan λ_{max} menggunakan larutan kuersetin 90 ppm. Pengukuran dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis pada rentang 400–500 nm. Hasil absorbansi tiap panjang gelombang tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4 Data Hasil Pengukuran Panjang Gelombang dan Absorbansi

No.	Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi (A)
1	400	0,29420
2	410	0,37238
3	420	0,43074
4	430	0,44839
5	440	0,42197
6	450	0,34210
7	460	0,24185
8	470	0,15668
9	480	0,09076
10	490	0,04688
11	500	0,02194

Berdasarkan data hasil pengukuran nilai absorbansi pada Tabel 4, diperoleh nilai absorbansi maksimal sebesar 0,44839 dengan panjang gelombang 430 nm. Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan penelitian Puspitasari (2019) yang memperoleh λ_{max} 436,2 nm pada ekstrak daun petai (Puspitasari, 2019). Perbedaan ini bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor:

- 1) **Variasi konsentrasi baku seri:** perbedaan konsentrasi larutan standar yang digunakan pada ekstrak buah maja, yaitu menggunakan baku kuersetin 90 ppm. Selain itu konsentrasi yang lebih tinggi mengakibatkan lebih banyak molekul yang menyerap cahaya, sehingga menghasilkan nilai absorbansi yang lebih besar.
- 2) **Karakteristik matriks sampel:** karakteristik jenis matriks sampel yang diukur akan mempengaruhi: (a) interaksi senyawa flavonoid dengan pelarut, (2) efek matriks pada pembentukan kompleks AlCl_3 -flavonoid, dan (3) terjadinya pergeseran batokromik atau hipsokromik.

- 3) **Kondisi pengukuran:** dimana suhu dan kondisi ketika melakukan pengukuran, spesifikasi dan karakteristik kuvet yang digunakan, serta presisi alat spektrofotometer UV-Vis yang digunakan.
- 4) **Implikasi hasil:** dimana pada ekstrak buah maja memiliki struktur flavonoid dominan yang berbeda dengan ekstrak daun petai dan variasi gugus fungsi yang berinteraksi dengan $AlCl_3$.

b. Penentuan *Operating Time*.

Operating time ditentukan dengan mengukur absorbansi larutan kuersetin 90 ppm pada λ_{maks} 430 nm selama 30 menit, dengan interval setiap 2 menit. Tujuannya untuk menentukan waktu optimal reaksi mencapai kestabilan (Beda, 2018). Hasilnya menunjukkan serapan konstan tercapai pada 12-16 menit, sehingga pengukuran absorbansi dilakukan pada menit ke-14.

Tabel 5 Data Hasil Pengukuran Panjang Gelombang dan Absorbansi

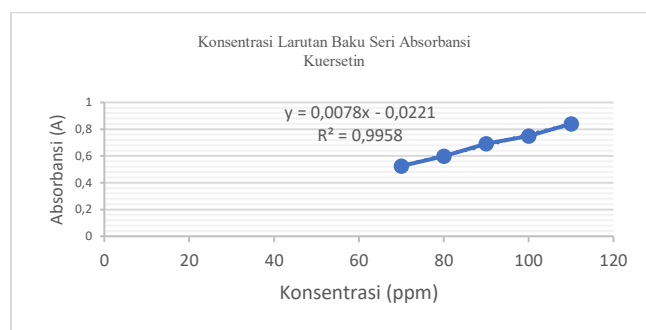
No.	Waktu (menit)	Absorbansi (A)	No.	Waktu (menit)	Absorbansi (A)
1	0	0,6406	9	16	0,6385
2	2	0,6394	10	18	0,6390
3	4	0,6392	11	20	0,6388
4	6	0,6386	12	22	0,6393
5	8	0,6392	13	24	0,6394
6	10	0,6390	14	26	0,6388
7	12	0,6385	15	28	0,6393
8	14	0,6385	16	30	0,6388

c. Hasil Absorbansi Kurva Baku Kuersetin

Kurva baku kuersetin dibuat dengan larutan standar 70-110 ppm, ditambah $AlCl_3$ 10% dan kalium asetat 1M, lalu diukur absorbansinya pada λ_{max} 430 nm. Rentang konsentrasi dipilih untuk menghasilkan absorbansi antara 0,2-0,8. Hasilnya menunjukkan peningkatan absorbansi dari 0,525 (70 ppm) hingga 0,840 (110 ppm), seperti pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Penentuan Kurva Baku Kuersetin

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi (A)
70	0,525
80	0,598
90	0,692
100	0,749
110	0,840



Gambar 5 Grafik Kurva Baku Kuersetin

Analisis regresi linear terhadap data tersebut menghasilkan persamaan kurva baku $y = 0,0078x - 0,0221$ dengan koefisien korelasi (r) sebesar 0,9978, dimana y merepresentasikan nilai absorbansi dan x menunjukkan konsentrasi larutan. Nilai koefisien korelasi yang mendekati 1 ini membuktikan adanya hubungan linear yang kuat antara konsentrasi dengan absorbansi, sesuai dengan prinsip Hukum Lambert-Beer (Pratiwi, 2022). Kurva baku ini selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam perhitungan kadar flavonoid total dalam sampel, dengan grafik hubungan konsentrasi-absorbansi yang lengkap dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan telah memenuhi kriteria validasi metode analisis, khususnya dalam hal linearitas dan rentang pengukuran yang sesuai.

d. Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Buah Maja

Kadar total flavonoid ekstrak buah maja ditentukan melalui tiga kali replikasi, pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada λ_{max} 430 nm.

Tabel 7 Hasil Penetapan Kadar Total Flavonoid

Replikasi ke-	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Kadar Rata-rata Total Flavonoid (mgQE/g ekstrak)	Kadar Rata-rata Total Flavonoid (%)
1	0,630	83,602	86,979	8,698
2	0,677	89,630		
3	0,662	87,705		

Hasil kadar total flavonoid pada ekstrak buah maja yang tinggi cenderung memiliki aktivitas antioksidan yang kuat, oleh karena itu semakin tinggi kadar total flavonoid dalam ekstrak buah maja, semakin besar kemungkinan ekstrak tersebut memiliki efek antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian eksperimental yang dilakukan, ekstrak buah maja (*Aegle marmelos* (L.) Corrêa) yang berasal dari Desa Mlati, Kecamatan Mojo menunjukkan kandungan flavonoid total sebesar 86,979 mgQE/g ekstrak atau 8,698%. Pengembangan penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada evaluasi potensi antioksidan dari ekstrak buah maja tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada IIK Bhakta atas izin dan dukungannya dalam pelaksanaan penelitian ini. Kami juga mengapresiasi seluruh pihak terkait yang telah memfasilitasi penggunaan laboratorium dan peralatannya, sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar. Selain itu, kami menyampaikan penghargaan kepada semua pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyelesaian penelitian ini. Dukungan yang diberikan sangat penting untuk keberhasilan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aloanis, A. A. (2024). Buku Bahan Ajar Senyawa Bioaktif. Sukoharjo: Tahta Media.
- Baliga, M. (2019). *Aegle marmelos* (L.) Correa (Bael): *A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology*. *Journal of Ethnopharmacology*, 245, 112175. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112175>.
- Beda, T. O. (2018). Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol Daun Sisik Naga (*Drymoglossum Piloselloides* [L.] Presl) dengan Metode Kolorimetri AlCl₃ Politeknik Kesehatan Kemenkes Kupang]. Karya Tulis Ilmiah. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Politeknik Kesehatan Kemenkes Kupang. Program Studi Farmasi.
- Dewanto, V. e. (2022). *Solvent optimization for phytochemical extraction from Aegle marmelos*. *Food Chemistry*, 368, 130888.
- Dewanto, V. W. (2022). *Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), 3010-3014. <https://doi.org/10.1021/jf0115589>.
- Fauzi, M. N. (2021). Ekstraksi dan Uji Kandungan Antioksidan Buah Maja (*Aegle marmelos* (L) Corr.) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis (Doctoral dissertation, DIII Farmasi Politeksik Harapan Bersama). Tegal: (Doctoral dissertation, DIII Farmasi Politeksik Harapan Bersama).
- Hari Untarto Swandono, A. N. (2024). Teknologi Kimia Bahan Alam. Malang: CV. Future Science. Diakses pada: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=dihJr2oAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&citation_for_view=dihJr2oAAAAJ:NaGl4SEjC04C.
- Kumar, D. M. (2021). *Antioxidant and free radical scavenging activities of Aegle marmelos fruit extracts*. *Food Chemistry*, 135(3), 1040-1047. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130672>.
- Lobo, V. P. (2010). *Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health*. *Pharmacognosy Reviews*, 4(8), 118-126. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.70902>.

- Marlina, D. (2005). Metode Penelitian Tanaman Obat. Bandung: Widya Padjajaran.
- Mishra, S. P. (2021a). *Flavonoids as potential therapeutic agents for inflammation-associated diseases. Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(24), 6755-6784. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c01845>.
- Mishra, S. P. (2021b). *Optimization of extraction parameters for Aegle marmelos fruit. Journal of Herbal Medicine*, 28, 100450.
- Mustikasari, K. d. (2010). *The Phytochemistry Screening of Metanol Extract*. Sains dan Terapan Kimia, 4, 131-136.
- Nisa, K. &. (2020). Syair Hadih Maja: Kearifan Lokal Masyarakat Aceh dalam Penggunaan Tumbuhan sebagai Sumber Obat Tradisional. Aceh: Ar-Raniry Press.
- Patel, P. (2023a). *Immunomodulatory polysaccharides from Aegle marmelos fruit pulp: Structural characterization and in vivo activity. Phytomedicine*, 89, 153612. DOI:10.1016/j.phymed.2021.153612.
- Patel, P. S. (2023b). *Comprehensive profiling of flavonoid glycosides in Aegle marmelos fruit using LC-ESI-QTOF-MS/MS and their in vivo bioavailability assessment. Phytochemistry*, 205, 114333. DOI:10.1016/j.phytochem.2022.114333.
- Pratiwi, D. N. (2022). Karakterisasi dan penetapan kadar flavonoid total ekstrak dan fraksi bunga pepaya jantan (*Carica papaya L.*) dengan spektrofotometri UV-Vis. Jurnal Ilmiah Farmasi, 18(2), 219-233.
- Puspitasari, A. D. (2019). Aktivitas Antioksidan, Penetapan Kadar Fenolik Total dan Flavonoid Total Ekstrak Etanol, Etil Asetat dan n-Heksan Daun Petai (*Parkia speciosa Hassk.*). Jurnal Ilmiah Teknosains , V(1). 1-8.
- Rahman, S. I. (2020). *HPLC quantification of phenolic compounds in Aegle marmelos fruit. Journal of Food Composition and Analysis*, 92, 103542. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103542>.
- Ratnawati, D. (2012). Uji Aktifitas Biologis Ekstrak Kulit dan Daging Buah Maja (*Aegle Marmelos (L.) Corr*) dengan Metode *Brine Shrimp Lethality Test*. *Molluca Journal of Chemistry Education (Mjoce)*, 2(1), 17-26.
- Sari, M. P. (2019). Efektivitas ekstrak daun maja (*Aegle marmelos (L.) Corr*) sebagai larvasida *Aedes aegypti*. Jurnal Kedokteran YARSI, 27(1), 001-009.
- Sharma, P. M. (2020). Antidiarrheal activity of *Aegle marmelos* in Ayurvedic formulations. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 10(3), 101-108. DOI:10.4103/2221-1691.275422.
- Wilujeng, S. K. (2022). Pemanfaatan Tanaman Maja (*Aegle marmelos (L.) Correa*) Sebagai Upaya Meningkatkan Stamina Pada Masa Pandemi Covid-19 Di Desa Mulyoagung, Dau, Malang. Mitra Mahajana: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 3(1), 80-88.
- Wiraningtyas, A. &. (2025). Optimasi Ekstraksi Senyawa Aktif Buah Maja (*Aegle Marmelos*) sebagai Pestisida Alami. Jurnal Redoks: Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia, 8(1), 37-45.

Kepatuhan Pengobatan terhadap Kontrol Tekanan Darah dan Quality of Life Penderita Hipertensi: A Cross-Sectional Survey

Medication Adherence with Blood Pressure Control and Quality of Life Among Hypertensive Patients: A Cross-Sectional Survey

Sri Wahyuni^{1*}, Bagus Sholeh Apriyanto², Yanuar Eka Pujiastutik³, Indriani Yauri

¹ Pendidikan Profesi Ners, Fakultas Kesehatan, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri

^{2,3,4} S1 Keperawatan, Fakultas Kesehatan, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri

* sri.wahyuni@iik.ac.id

ABSTRAK

Jumlah kasus hipertensi meningkat secara global, namun penyebab penyakit ini belum diketahui secara pasti, namun masih menjadi penyebab kematian terbesar di seluruh dunia. Kepatuhan pengobatan menjadi hal utama dalam kontrol tekanan darah sehingga akan meningkatkan kualitas hidup penderita hipertensi jangka panjang. Penelitian ini bertujuan untuk menguji hubungan antara kualitas hidup pasien hipertensi, pengendalian tekanan darah, dan kepatuhan pengobatan. Penelitian menggunakan desain *cross-sectional*, dengan besar sampel sebanyak 104 responden yang diambil berdasarkan pada kriteria inklusi penelitian dan dihitung dengan aplikasi program *G-Power*. Teknik pengambilan sampel adalah dengan *consecutive sampling*. Pengumpulan data penelitian menggunakan kuesioner *Morisky Medication Adherence Scale* (MMAS) untuk menilai kepatuhan pengobatan penderita dan WHOQOL-BREF untuk menilai kualitas hidup penderita hipertensi. Perangkat lunak software SPSS digunakan untuk menganalisis data, dengan uji statistik *chi-square*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepatuhan pengobatan terhadap tekanan darah dengan nilai $p=0.003$, sedangkan kepatuhan pengobatan terhadap kualitas hidup dengan nilai $p=0.001$. Kesimpulan: terdapat hubungan *significant* antara variabel kepatuhan pengobatan terhadap tekanan darah dan kualitas hidup penderita hipertensi. Diharapkan dengan peningkatan kepatuhan pengobatan penderita hipertensi, sebagai salah satu inisiatif untuk membuat kualitas hidup pasien hipertensi jangka panjang menjadi ideal dan optimal.

Kata kunci: Hipertensi; Kepatuhan pengobatan; Kualitas hidup; Tekanan darah.

ABSTRACT

The number of cases of hypertension is increasing globally, but the cause of this disease is not known for certain; however, it is still the biggest cause of death worldwide. Medication adherence is the main thing in controlling blood pressure, so it will improve the quality of life of long-term

hypertension sufferers. This study aimed to examine the connection between hypertension patients' quality of life of patients with hypertension, blood pressure control, and medication adherence. The study used a cross-sectional design, with a sample size of 104 respondents taken based on the research inclusion criteria and calculated using the G-Power program application. The sampling technique was consecutive sampling. Data collection used the Morisky Medication Adherence Scale (MMAS) questionnaire to assess medication adherence in patients and the WHOQOL-BREF to assess the quality of life of hypertension sufferers. SPSS software was used to analyze the data using chi-square statistical tests. The results showed that medication adherence with blood pressure control had a $p\text{-value} = 0.018$, while medication adherence with quality of life had a $p\text{-value} = 0.001$. Conclusion: There was a significant relationship between medication adherence and blood pressure control variables, and the quality of life among hypertensive patients. It is hoped that by increasing compliance with treatment for hypertension sufferers, this will be an initiative to make the quality of life of long-term hypertension patients ideal and optimal.

Keywords: Hypertension; Medication adherence; Quality of life; Blood pressure

PENDAHULUAN

Hipertensi adalah salah satu kondisi kronis paling umum yang sering muncul tanpa gejala dan menjadi penyebab tersering kematian kardiovaskular dan juga semua penyebab kematian di seluruh dunia (Wahyuni and Pratiwi, 2022) (Guo *et al.*, 2023). Diperkirakan bahwa 70% dari pengeluaran untuk perawatan kesehatan dan sosial adalah untuk perawatan penyakit kronis seperti hipertensi (Khayyat *et al.*, 2019). Penyebab penyakit hipertensi ini pada dasarnya tidak dapat diketahui secara pasti, tetapi pola perilaku yang tidak tepat akan berpengaruh *significant* terhadap kejadian kasus ini (Yacob, Ilham and Syamsuddin, 2023). Kepatuhan seseorang tersebut dapat dinilai dari perilaku seseorang dalam mengkonsumsi obat antihipertensi, mematuhi diet yang dianjurkan serta menjalankan gaya hidup yang sehat sehingga kualitas hidup membaik diikuti dengan tekanan darah terkontrol (Choudhry *et al.*, 2022).

Data dari *World Health Organization* (WHO) (2019) menyajikan bahwa jumlah kasus hipertensi sebesar 22% dari jumlah keseluruhan penduduk di dunia, dimana kurang dari seperlima mampu melakukan upaya pencegahan untuk melakukan kontrol terhadap tekanan darahnya (Simanjuntak and Amazihono, 2023). Di Indonesia prevalensi hipertensi mencapai 63.309.620 kasus dan angka mortalitasnya mencapai 427.218 kasus (Budhiana *et al.*, 2022). Berdasarkan Riskesdas 2018 jumlah kasus hipertensi meningkat 31.1% dibandingkan dari Riskesdas 2013 yang sebesar 25.8% (Kemenkes RI, 2018). Jumlah kasus hipertensi di Jawa Timur mencapai 11.008.334 pada usia dewasa, dimana proporsi perempuan lebih besar dibandingkan pada laki-laki yaitu 51.17:48.83 (Kemkes RI, 2018). Pada tahun 2023 jumlah kasus hipertensi di Kabupaten Blitar sebanyak 91.000 (40.7%) kasus, dimana Puskesmas Talun mencapai 1.989 kasus (Dinas Kesehatan Kabupaten Blitar, 2023).

Banyak faktor yang berkontribusi penting pada kesenjangan antara sasaran pengendalian hipertensi, dimana kepatuhan terhadap pengobatan memainkan peran khusus dan kritis dalam pengendalian hipertensi atau kontrol tekanan darah (Choudhry *et al.*, 2022). Dimana hipertensi tidak terkontrol jangka panjang akan berdampak pada *multiple organ failure* yang dapat mempengaruhi kualitas hidup penderitanya, sehingga pencegahan kerusakan organ akibat dampak dari penyakit ini adalah dengan mematuhi manajemen hipertensi seumur hidup dengan diantaranya dengan merubah gaya hidup dan konsumsi obat antihipertensi sesuai dengan dosis yang telah diberikan, mematuhi pengobatan hipertensi sebagai indikator utama untuk mencapai target tekanan darah yang diinginkan (Burnier, Polychronopoulou and Wuerzner, 2020). Selain itu kepatuhan terapi juga mengacu pada kepatuhan pasien terhadap intervensi medis dan merubah perilaku secara aktif meningkatkan kesehatan, seperti temuan pada penelitian sebelumnya bahwa kepatuhan pengobatan berkorelasi pada tekanan darah yang berkorelasi positif dengan kualitas hidup (Zhang *et al.*, 2021). Sehingga kualitas hidup juga merupakan aspek penting yang juga harus diperhatikan pada penderita hipertensi (Uchmanowicz *et al.*, 2019).

Penelitian lain yang mengukur hubungan kepatuhan pengobatan, kualitas hidup dan tekanan darah telah banyak dilakukan. Tetapi dampak *quality of life* pada kepatuhan pengobatan hipertensi dan kontrol tekanan darah belum sepenuhnya dieksplorasi (Lee *et al.*, 2020). Penelitian penting untuk dilakukan sebagai studi untuk menjelaskan bahwa hipertensi yang tidak terkontrol dapat dikaitkan dengan kepatuhan pengobatan dan juga kualitas hidup. Sehingga peneliti melakukan penelitian tentang kepatuhan pengobatan dengan control tekanan darah dan kualitas hidup penderita hipertensi sehingga akan diperoleh output hasil studi yang jelas pada hubungan antar variabel tersebut.

METODE PENELITIAN

Desain yang digunakan dalam studi ini adalah *cross-sectional*. Studi penelitian di Puskesmas Talun Kabupaten Blitar. Populasi penelitian adalah sebagian penderita hipertensi yang datang berobat di Puskesmas Talun, dimana sampel pada studi diambil dengan *consecutive sampling technique*, berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi penelitian adalah penderita hipertensi dengan tanpa keterbatasan fisik seperti buta, tuli dan gangguan kognitif, penderita hipertensi yang tidak buta huruf (dapat membaca atau menulis), rentang usia 35-75 tahun. Sedangkan kriteria eksklusi pada penelitian adalah penderita hipertensi dengan komorbiditas berat (gagal ginjal stadium akhir, penyakit jantung berat), tidak bersedia menandatangani *inform consent*. Sehingga jumlah sampel yang diambil adalah 104, yang telah dihitung dengan aplikasi program G-Power dengan tingkat kesalahan tipe I sebesar 0.05, dengan kekuatan 0,95.

Prosedur penelitian dimulai dengan memberikan penjelasan tentang tujuan studi dan manfaat penelitian, kemudian dilanjutkan dengan menandatangani *informed consent* bagi responden yang menyetujui menjadi peserta penelitian. Prosedur pengambilan data dilakukan dengan memberikan kuesioner kepatuhan pengobatan dan kulaitan hidup, dimana responden diberikan kesempatan bertanya dan berdiskusi jika kesulitan dalam mengisi kuesioner yang telah diberikan.

Kuesioner untuk menilai kepatuhan pengobatan menggunakan instrument *Morisky Medication Adherence Scale* (MMAS) dengan hasil uji kelayakan instrument diperoleh nilai *Cronbach alpha* = 0.70, terdiri dari 8 pertanyaan dengan jawaban “ya” dan “tidak” dengan mengidentifikasi perilaku penderita terkait kepatuhan pengobatan dan terbagi menjadi 4 aspek yaitu tidak minum obat sebanyak 4 item soal, menghentikan pengobatan sebanyak 2 item soal, pengobatan yang terganggu 1 item soal dan kesulitan mengingat minum obat 1 item soal. Hasil interpretasi penilaian dikategorikan dengan kepatuhan tinggi dengan skor sama dengan 8, skor 6-7 kepatuhan sedang dan skor <6 kepatuhan rendah (Iranpour *et al.*, 2022). Instrument kualitas hidup menggunakan kuesioner WHOQOL-BREF yang telah dilakukan uji kelayakan instrument dengan nilai *Cronbach alpha* = 0.89 dengan 24 item pertanyaan valid terdiri dari 4 aspek penilaian yaitu aspek fisik (7 item), psikologis (6 item), sosial (3 item), dan lingkungan (8 item) (Mizutani, Tashiro and Nakayama, 2018). Hasil interpretasi penilaian akan dibagi menjadi 3 kategori yaitu tinggi dengan skor ≥ 84 , sedang dengan skor ≥ 60 sampai dengan 83 dan rendah dengan skor <60. Tekanan darah sistolik dan diastolic diukur menggunakan sphygmomanometer manual dan dicatat pada lembar observasi.

Hasil ukur pada penelitian dengan menggunakan *software* SPSS, untuk menganalisis hubungan antar variabel menggunakan uji statistik *chi-square*, dengan kesimpulan terdapat hubungan apabila diperoleh hasil $p\text{-value} < 0.05$. Persetujuan atau kelayakan etik diperoleh dari komite etik Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri dengan No. .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik demografi responden pada penelitian ini terdiri dari usia, jenis kelamin, pendidikan, lama menderita dan penggunaan rejimen terapi pengobatan dan disajikan rinci pada tabel 1. Berdasarkan distribusi responden berdasarkan usia sebagian besar adalah pada rentang usia 55-65 tahun yaitu sebesar 47.12%. Berdasarkan distribusi data jenis kelamin bahwa sebagian besar responden adalah perempuan yaitu sebesar 67.31%. Berdasarkan distribusi tingkat pendidikan responden yaitu sebagian besar adalah $\leq$ SMP (62.5%). Sedangkan berdasarkan lama menderita hipertensi sebagian besar adalah 5 tahun yaitu sebesar 54.81% dan berdasarkan rejimen terapi

pengobatan yang digunakan bahwa sebagian besar responden adalah menggunakan terapi kombinasi yaitu 53%.

Table 1: Karakteristik demografi

Variabel	Jumlah total populasi (N = 104)	
	N	%
Usia		
1. 45-54 tahun	37	35.58
2. 55-65 tahun	49	47.12
3. >65 tahun	18	17.30
Jenis Kelamin		
1. Laki-laki	34	32.69
2. Perempuan	70	67.31
Pendidikan		
1. Rendah ($\leq$ SMP)	65	62.5
2. Tinggi ($>$ SMP)	39	37.5
Lama menderita		
1. 5 tahun	57	54.81
2. 6-10 tahun	36	34.61
3. ≥ 11 tahun	11	10.58
Rejimen terapi		
1. Monoterapi	49	47
2. Terapi Kombinasi	55	53

Berdasarkan analisis uji statistik yang disajikan pada tabel 2 di bawah ini diperoleh kepatuhan pengobatan mempunyai hubungan *significant* dengan kualitas hidup $p=0.05$, selain itu hasil analisis variabel kepatuhan pengobatan dan tekanan darah mempunyai hubungan *significant* dengan nilai $p\text{-value} < 0.05$.

Table 2: Analisis kepatuhan pengobatan terhadap tekanan darah dan quality of life penderita hipertensi

Variabel	Kepatuhan pengobatan						<i>P-value</i> (sig.)
	Rendah		Sedang		Tinggi		
	n	%	n	%	n	%	
Kualitas hidup							
1. Rendah	5	4.81	4	3.85	-	-	0.001*
2. Sedang	9	8.65	20	19.23	11	10.58	
3. Tinggi	2	1.92	15	14.42	38	36.54	
Tekanan darah (mm/Hg)							

Variabel	Kepatuhan pengobatan						<i>P-value</i> (<i>sig.</i>)
	Rendah		Sedang		Tinggi		
	n	%	n	%	n	%	
1. Terkontrol ($<140/90$)	6	5.77	14	13.46	33	31.74	0.018*
2. Tidak terkontrol ($\geq 140/90$)	19	18.27	15	14.42	17	16.34	

*Chi-square test

Hasil studi diperoleh hasil bahwa kepatuhan pengobatan berhubungan *significant* dengan tekanan darah dan kualitas hidup penderita hipertensi. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian di Demak Indonesia dengan hasil ada hubungan kepatuhan minum obat terhadap tekanan darah sistolik dan diastolik (Kurniawan, Purwidyningrum and Herdwiani, 2022). Selain itu, hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan di Iran yang memperoleh hasil bahwa kepatuhan pengobatan berhubungan dengan kontrol tekanan darah dengan nilai $p=0.044$ (Eghbali *et al.*, 2022). Selain itu penelitian lain juga mendapatkan hasil bahwa kepatuhan pengobatan secara statistik berhubungan *significant* terhadap tekanan darah penderita hipertensi ($p=0.003$), tetapi kepatuhan pengobatan tidak berhubungan *significant* dengan kualitas hidup pasien hipertensi (Emre *et al.*, 2020). Temuan penelitian yang konsisten dengan hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa kepatuhan pengobatan mempunyai peran utama terhadap kontrol tekanan darah dan juga dapat meningkatkan kualitas hidup penderita hipertensi (Rupakheti *et al.*, 2024).

Kepatuhan pengobatan dan kontrol tekanan darah yang optimal pada penderita hipertensi juga tergantung pada lamanya penggunaan terapi farmakologis yang dilakukan, ketidakpatuhan pada pengobatan anti-hipertensi dapat menjadi faktor utama pada kontrol tekanan darah (Choudhry *et al.*, 2022). Selain itu penderita hipertensi dengan kepatuhan pengobatan dilaporkan lebih jarang mengeluh kelelahan, pusing dan sakit kepala yang akan mengganggu fungsi fisik dan emosional, kepatuhan yang tinggi dihubungkan dengan persepsi yang baik tentang status kesehatan, peningkatan *activity daily living* dan kesejahteraan psikologis yang lebih optimal (Chantzaras and Yfantopoulos, 2023). Hasil berbeda pada penelitian sebelumnya yang telah menemukan bahwa kepatuhan pengobatan rendah berhubungan *significant* dengan penurunan HR-QOL pada orang dewasa dengan hipertensi (Peacock *et al.*, 2021). Selain itu, studi lain yang dilakukan di Saudi Arabia menunjukkan hasil berbeda yaitu menemukan prevalensi kepatuhan buruk sebesar 38.8% dan tidak

menemukan hubungan yang *significant* antara kepatuhan pengobatan dengan empat domain WHOQOL-BREF (Alsaqabi and Rabbani, 2020). Perbedaan hasil kemungkinan dapat diakibatkan oleh perbedaan jenis terapi obat yang digunakan, perbedaan pada jumlah sampel, keparahan dari penyakit serta beda waktu dan tempat penelitian. Hasil ini menunjukkan banyak faktor yang memengaruhi kualitas hidup, meskipun umumnya penderita penyakit kronis seperti hipertensi dengan pengobatan jangka panjang akan berdampak negatif pada kualitas hidup (Kim, 2023). Studi sebelumnya menunjukkan dampak signifikan pada usia, jenis kelamin perempuan, durasi penyakit, jumlah obat yang dikonsumsi dan tekanan darah yang berhubungan dengan kualitas hidup penderita hipertensi (Snarska *et al.*, 2020).

Keterkaitan kepatuhan pengobatan dengan tekanan darah dan kualitas hidup menunjukkan hubungan yang saling berkaitan, dimana ketika penderita hipertensi dengan kesejahteraan diri yang positif berkaitan dengan kepatuhan pengobatan dan tekanan darah yang terkontrol yang hasil jangka panjang akan berdampak pada peningkatan kualitas hidup (Adamu *et al.*, 2022). Sehingga hasil penelitian ini memiliki implikasi penting pada praktik klinis terkait kepatuhan pengobatan dengan tekanan darah dan kualitas hidup, dimana diharapkan pada akan menurunkan komplikasi berat dan menurunkan mortalitas pada penderita.

Keterbatasan studi ini seperti alat ukur dengan menggunakan instrument kuesioner yang dilengkapi oleh responden sendiri yang kemungkinan pasien bias ingatan. Variabel perancu yang dapat mempengaruhi tekanan darah dan kualitas hidup selain karena kepatuhan pengobatan seperti aktivitas fisik, pola makan, stres, tingkat keparahan dan durasi penyakit kronis, adanya komplikasi terkait penyakit tidak dilihat pada studi ini. Studi yang dilakukan hanya di satu wilayah Puskesmas di Kabupaten, sehingga hanya mencakup populasi di Wilayah saja sehingga hasil tidak dapat digeneralisasikan pada penderita hipertensi di seluruh Wilayah di Indonesia.

KESIMPULAN

Kepatuhan pengobatan berhubungan *significant* terhadap control tekanan darah dan kualitas hidup penderita hipertensi. Kepatuhan pengobatan merupakan predictor utama yang berpengaruh pada control tekanan darah dan kualitas hidup penderita hipertensi. Sangat penting khususnya tenaga perawat profesional untuk terlibat dalam perawatan penderita hipertensi dengan melibatkan penderita hipertensi dalam pengambilan keputusan dan mendorong kepatuhan pengobatan selama

proses kontrol rutin di pelayanan kesehatan atau puskesmas. Diharapkan penelitian mendatang dapat menilai variabel lain yang menjadi faktor penghambat kepatuhan pengobatan dan mengidentifikasi intervensi yang kemungkinan dapat meningkatkan kepatuhan pengobatan diantara penderita hipertensi dalam perawatan rumah sakit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya kegiatan penelitian ini. Selain itu kami juga menyampaikan terimakasih kepada Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri yang telah memberi dukungan pada studi ini sehingga dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamu, K. *et al.* (2022) 'Health related quality of life among adult hypertensive patients on treatment in Dessie City, Northeast Ethiopia', *PLoS ONE*, 17(9 September), pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268150>.
- Alsaqabi, Y.S. and Rabbani, U. (2020) 'Medication Adherence and Its Association With Quality of Life Among Hypertensive Patients Attending Primary Health Care Centers in Saudi Arabia', *Cureus*, 12(12), pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/10.7759/cureus.11853>.
- Budhiana, J. *et al.* (2022) 'Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Hidup Lansia Penderita Hipertensi Di Kelurahan Cikole Kota Sukabumi', *Jurnal Ilmu Kesehatan Bhakti Husada: Health Sciences Journal*, 13(02), pp. 146–156. Available at: <https://doi.org/10.34305/jikbh.v13i02.535>.
- Burnier, M., Polychronopoulou, E. and Wuerzner, G. (2020) 'Hypertension and Drug Adherence in the Elderly', *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 7(April), pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.3389/fcvm.2020.00049>.
- Chantzaras, A. and Yfantopoulos, J. (2023) 'Association between Medication Adherence and Health Related Quality of Life of Patients with Hypertension and Dyslipidemia', *Hormones*, 22, pp. 665–676. Available at: <https://doi.org/10.1007/s42000-023-00471-5>.
- Choudhry, N.K. *et al.* (2022) 'Medication adherence and blood pressure control: A scientific statement from the american heart association', *Hypertension*, 79(1), pp. E1–E14. Available at: <https://doi.org/10.1161/HYP.0000000000000203>.
- Dinas Kesehatan Kabupaten Blitar (2023) *Jumlah Kasus Hipertensi di Kabupaten Blitar*.
- Eghbali, M. *et al.* (2022) 'Evaluation of Psychological Distress, Self-care, and Medication

- Adherence in Association with Hypertension Control', *International Journal of Hypertension*, 2022, pp. 1–7. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2022/780292>.
- Emre, N. *et al.* (2020) 'The Relationship between Adherence to Medication and Quality of Life and Health Perception in Hypertensive Patients', *Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care*, 14(3), pp. 436–442. Available at: <https://doi.org/10.21763/tjfmpe.725974>.
- Guo, A. *et al.* (2023) 'Impact of health literacy and social support on medication adherence in patients with hypertension: a cross-sectional community-based study', *BMC Cardiovascular Disorders*, 23(1), pp. 1–10. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12872-023-03117-x>.
- Iranpour, A. *et al.* (2022) 'The Persian version of the 8-item Morisky Medication Adherence Scale (MMAS-8): can we trust it?', *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders*, 21(1), pp. 835–840. Available at: <https://doi.org/10.1007/s40200-022-01047-7>.
- Kemenkes RI (2018) *Hasil Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018*, Kementrian Kesehatan RI.
- Khayyat, S.M. *et al.* (2019) 'Association between medication adherence and quality of life of patients with diabetes and hypertension attending primary care clinics: a cross-sectional survey', *Quality of Life Research*, 28(4), pp. 1053–1061. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11136-018-2060-8>.
- Kim, K.Y. (2023) 'Association between Health-Related Quality of Life and Nonadherence to Antihypertensive Medication', *Nursing Open WILEY*, pp. 3570–3578. Available at: <https://doi.org/10.1002/nop2.1599>.
- Kurniawan, G., Purwidyaningrum, I. and Herdwiani, W. (2022) 'Hubungan Kepatuhan Penggunaan Obat dengan Tekanan Darah dan Kualitas Hidup Peserta Prolanis Hipertensi di Kabupaten Demak', *Jurnal Farmasi Indonesia*, 19(2), pp. 226–235. Available at: <http://ejurnal.setiabudi.ac.id/ojs/index.php/farmasi-indonesia/article/download/1704/891>.
- Lee, C.J. *et al.* (2020) 'Relationship between Health-related Quality of Life and Blood Pressure Control in Patients with Uncontrolled Hypertension', *WILEY*, 22, pp. 1415–1424. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jch.13941>.
- Mizutani, M., Tashiro, J. and Nakayama, K. (2018) 'Identifying important aspects of quality of life among Muslims with hypertension in rural West Java , Indonesia', *Journal Shiga Univ. Med.Sci.*, 31(2), pp. 1–8.
- Peacock, E. *et al.* (2021) 'Low Medication Adherence is Associated with Decline in Health-related Quality of Life: Results of A Longitudinal Analysis among Older Women and Men with Hypertension', *Journal of Hypertension*, 39(1), pp. 153–161. Available at:

<https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000002590>.

- Rupakheti, B. *et al.* (2024) 'Treatment Adherence and Health-Related Quality of Life Among Patients with Hypertension at Tertiary Healthcare Facility in Lalitpur, Nepal: A Cross-Sectional Study', *Patient Preference and Adherence*, 18, pp. 2077–2090. Available at: <https://doi.org/10.2147/PPA.S476104>.
- Simanjuntak, E.Y. and Amazihono, E. (2023) 'Kepatuhan Pengobatan dengan Kualitas Hidup Pasien Hipertensi Komorbid Diabetes Melitus', *Jurnal Keperawatan*, 6(3), pp. 1–9.
- Snarska, K. *et al.* (2020) 'Quality of life of patients with arterial hypertension', *Medicina (Lithuania)*, 56(9), pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.3390/medicina56090459>.
- Uchmanowicz, I. *et al.* (2019) 'The relationship between sleep disturbances and quality of life in elderly patients with hypertension', *Clinical Interventions in Aging*, 14, pp. 155–165. Available at: <https://doi.org/10.2147/CIA.S188499>.
- Wahyuni, S. and Pratiwi, W.N. (2022) 'Depresi, Stres, Kecemasan, dan Faktor Demografi terhadap Kejadian Hipertensi Usia 35-65 Tahun: Studi Cross-Sectional', *Jurnal Nusantara Medika*, 6(1), pp. 46–55. Available at: <https://doi.org/10.29407/judika.v6i1.17790>.
- Yacob, R., Ilham, R. and Syamsuddin, F. (2023) 'Hubungan Kepatuhan Minum Obat dengan Penurunan Tekanan Darah pada Pasien Hipertensi Program Prolanis di Wilayah Kerja', *Termometer: Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan dan Kedokteran*, 1(2), pp. 58–67.
- Zhang, Q. *et al.* (2021) 'The effect of high blood pressure-health literacy, self-management behavior, self-efficacy and social support on the health-related quality of life of Kazakh hypertension patients in a low-income rural area of China: a structural equation model', *BMC Public Health*, 21(1), pp. 1–10. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11129-5>.

Formulasi Dan Uji Mutu Fisik Sabun Cair Dari Ekstrak Daun Pandan (*Pandanus amaryllifolius*)

Formulation And Physical Quality Testing Of Liquid Soap From Pandan Leaf Extract (*Pandanus amaryllifolius*)

Cikra Ikhda Nur Hamida Safitri¹, Ilmi Nabila Armadanti^{2*}

Farmasi Akademi Farmasi Mitra Sehat Mandiri Sidoarjo^{1,2}

*Email₂ : ilminabila727@gmail.com

ABSTRAK

Daun padan wangi dipilih karena potensi manfaatnya bagi Kesehatan kulit dan juga karna mudah didapatkan di sekitar masyarakat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memformulasikan sabun mandi cair dengan ekstrak daun pandan wangi sebagai bahan aktif alami dengan mengevaluasi mutu fisiknya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen laboratorium, dengan membuat formula ekstrak daun pandan wangi 3% dan 5%. Ekstrak diperoleh melalui maserasi menggunakan pelarut etanol 70%. Pengujian mutu fisik dilakukan berdasarkan standart SNI no.06-4085-1996 dan meliputi pengujian organoleptik, homogenitas, pH dan tinggi busa. Hasil akhir meunjukkan bahwa semua formulasi bersifat stabil secara organoleptik pada uji siklus dan homogen, dengan nilai pH dalam kisaran yang sesuai (6-8) dan tinggi busa yang memenuhi standar SNI no. 06-4085-1996 yaitu (12-220mm). penelitian ini dapat disimpulkan bahwa daun pandan wangi memenuhi syarat mutu fisik dan dapat digunakan sebagai bahan aktif dalam pembuatan sabun cair alami.

Kata kunci: Daun Pandan Wangi, Mutu Fisik, Sabun Cair

ABSTRACT

experimental method, by making a formula of 3% and 5% Fragrant Pandan Leaves extract. The extract was obtained through maceration using 70% ethanol solvent. Physical quality testing was carried out based on SNI standards and included organoleptic, homogeneity, pH and foam height testing. The final results showed that all formulations were organoleptically stable in the cycle test and homogeneous, with pH values in the appropriate range (6-8) and foam heights that met SNI standards (12-220mm). This study concluded that Fragrant Pandan Leaves meet the physical quality requirements and can be used as an active ingredient in making natural liquid soap. fragrant pandan leaves were chosen because of their potential benefits for skin health and also because they are easily available in the community. The purpose of this study was to formulate liquid bath soap with fragrant pandan leaves extract as a natural active ingredient by evaluating its physical quality. The method used in this study was a laboratory experimental method, by making a formula of 3% and 5% fragrant pandan leaves extract. The extract was obtained through maceration using 70% ethanol solvent. Physical quality testing was carried out based on SNI standard no. 06-4085-1996 and included organoleptic, homogeneity, pH and foam height testing. The final results showed that all formulations were organoleptically stable

in the cycle test and homogeneous, with pH values in the appropriate range (6-8) and foam heights that met SNI standard no. 06-4085-1996, namely (12-220mm). This study concluded that fragrant pandan leaves meet the physical quality requirements and can be used as an active ingredient in making natural liquid soap.

Keywords: *Fragrant Pandan Leaves, Physical Quality, Liquid Soap.*

PENDAHULUAN

Tingkat polusi udara diseluruh dunia terus meningkat, menyebabkan masalah masalah kesehatan yang serius. Banyak studi klinis dan epidemiologis telah menyoroti efek negative kesehatan dari polutan lingkungan. Efek jangka Panjang polusi udara terhadap Kesehatan paru-paru dan sistem kardiovaskular telah dipelajari secara ekstensif. Penelitian telah menunjukkan bahwa dampak tingkat polusi udara system pernapasan dan jantung juga berdampak pada organ lain seperti usus, hati, ginjal, dan bahkan kulit. (Hidajat et al., 2023)

Kulit merupakan lapisan pelindung yang sering terkena paparan polusi udara secara langsung. Paparan polusi udara yang berulang dan sering memiliki efek berbahaya pada kulit, sehingga dapat menyebabkan penuaan dini, kerusakan akibat sinar matahari, kanker kulit, dan juga jerawat. (Hidajat et al., 2023). Sabun pembersih dapat melindungi kulit dari gangguan fisik seperti gesekan, tekanan, suhu, gangguan radiasi dan cahaya terang. (Usman et al., 2019).

Sabun adalah sediaan yang dibuat dari reaksi asam lemak dan basa kuat yang digunakan untuk membersihkan kotoran. Selain itu, sabun mempunyai kemampuan untuk membunuh bakteri yang terdapat pada kulit. (Zahro et al., 2023).Mandi dengan menggunakan sabun adalah cara yang paling umum dan mudah untuk menjaga kebersihan kulit. (Nau'e 1) et al.,2020). Berdasarkan jenisnya, sabun dibagi menjadi dua jenis yaitu sabun cair dan sabun padat. Sabun cair sekarang lebih banyak disukai daripada sabun padat, karena bentuknya yang lebih menarik, lebih higienis dan mudah digunakan. (Zahro et al., 2023)

Sabun mandi yang berasal dari bahan kimia memiliki efek samping seperti iritasi dan alergi pemakaian. Selain itu juga kemungkinan menggunakan bahan yang dilarang seperti pemutih. Oleh karena itu, sekarang banyak masyarakat yang beralih ke sediaan alami dari tanaman. Produk berbahan alami banyak digemari masyarakat karena relatif sedikit menimbulkan efek samping. (Adlina et al., 2023)Salah satu bahan alam yang sangat melimpah di masyarakat yaitu daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*) yang mempunyai sifat antibakteri. Daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*) juga mengandung banyak senyawa kimia, seperti flavonoid, alkaloid, saponin, tanin dan polifenol. yang merupakan faktor penting untuk mencegah pertumbuhan bakteri (Bali et al., 2019)

METODE PENELITIAN

Desain yang digunakan dalam penelitian merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang memiliki tujuan untuk mengetahui mutu fisik sediaan sabun cair ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*). Lokasi penelitiann uji mutu fisik sediaan sabun cair ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*) dilakukan di

laboratorium Akademi Farmasi Mitra Sehat Mandiri Sidoarjo. Waktu penelitian dilakukan pada bulan desember 2024 - juni 2025. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan tanaman daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*) yang diperoleh dari kebun rumah di kecamatan Balongbendo kabupaten Sidoarjo. Populasi dalam penelitian ini tidak menggunakan seluruh tanaman pandan wangi, melainkan hanya mengambil bagian daun dari beberapa tanaman pandan wangi sebagai sampel. Pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*). Pengambilan sampel dengan car purposive sampling. Tumbuhan daun yang digunakan yaitu: dengan mengambil daun yang hijau, tidak terlalu tua, tidak terlalu muda tidak berserangga, tidak berlubang memiliki warna yang rata, dan tidak keriting. Dan tidak akan meggunakan daun yang sudah menguning, berserangga dan berlubang.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Neraca analitik, blender, toples kaca, kertas saring, alumunium foil, rotary evaporator, cawan porselin, penangas, batang pengaduk, beaker glass, waterbath, gelas ukur, pipet, tabung reaksi, botol pump, tabung reaksi, pH meter, termometer, stop watch, penggaris milimeter.

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu, aquades, ekstrak daun pandan wangi, xanthan gum, decyl glucoside, pengaroma, gliserin, metyl paraben, propil paraben, alkohol 70% dan asam sitrat.

Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan:

1. Persiapan alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: neraca analitik, blender, toples kaca, kertas saring, aluminuim foil, rotary evaporator, cawan porselin, penangas, batang pengaduk, botol pump, gelas beaker, waterbath, gelas ukur, pipet, tabung reaksi, pH meter, thermometer, stop watch, penggaris milimeter.

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu: aquades, ekstrak daun pandan wangi, xanthan gum, decyl glucoside, pengaroma, gliserin, metyl paraben, propil paraben, alkohol 70%, dan asam sitrat.

2. Pembuatan ekstrak

Prosedur pembuatan ekstrak dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode maserasi. Menggunakan metode maserasi karena metode maserasi sederhana dan efektif untuk senyawa aktif dari daun pandan wangi dan cocok untuk senyawa yang mudah rusak oleh panas. Yaitu dengan menggunakan metode perendaman sampel dalam pelarut untuk mengekstrak senyawa aktif. Tahapan pertama yang dilakukan dengan memilih daun pandan wangi yang berwarna hijau dibersihkan menggunakan air mengalir, kemudian dipotong menjadi irisan kecil untuk mempercepat proses pengeringan, kemudian daun pandan wangi diletakkan diatas Loyang masukkan ke dalam oven dengan suhu 60°C tunggu hingga daun pandan wangi mengering dengan memeriksa oven secara berkala, setelah kering kemudian di blender hingga menghasilkan serbuk

halus, serbuk simplisia yang telah halus dimasukkan kedalam toples kaca untuk dimaserasi menggunakan alkohol 70% selama 2x24 jam, alkohol 70% digunakan sebagai pelarut karena mampu mengekstraksi senyawa polar dan semi-polar secara efektif. Kemudian toples ditutup menggunakan alumunium foil dengan sesekali dilakukan pengadukan, kemudian saring ekstrak menggunakan kertas saring dan dilakukan rotary evaporator yang bertujuan untuk memisahkan alkohol dari ekstrak. Penggunaan rotary evaporator digunakan karena lebih unggul daripada metode penguapan biasa, karena menjaga senyawa tetap stabil saat pelarut dipisahkan. Kemudian, tuang di cawan porselen dan di taruh diatas waterbath dengan suhu 70°C hingga menjadi ekstrak kental. Penggunaan waterbath dengan suhu 70°C dipilih karena dapat menghilangkan sisa pelarut tanpa merusak kandungan senyawa aktif. Suhu ini cukup tinggi untuk menguapkan pelarut secara efektif, namun tidak melebihi titik degradasi senyawa aktif.

3. Teknik Pengelolaan Data

Tabel 1 Formulasi Sediaan Sabun Cair

No	Komponen	Basis Sabun Cair	Formulasi 1	Formulasi 2	Kontrol +
1	Ekstrak Daun Pandan Wangi	0%	3%	5%	Sabun cair merk Giv
2	Xanthan Gum	1%	1%	1%	
3	Desyl Glucoside	20%	20%	20%	
4	Gliserin	10%	10%	10%	
5	Asam Sitrat	0,5%	0,5%	0,5%	
6	Pengaroma	2%	2%	2%	
7	Methyl Paraben	0,18%	0,18%	0,18%	
8	Propil Paraben	0,2%	0,2%	0,2%	
9	Aquades	Ad 100%	Ad 100%	Ad 100%	

4. Uji Mutu Fisik

a. Uji Organoleptis

Pengujian organoleptis dilakukan menggunakan metode *cycling test*, satu siklus pengujian ini yaitu sebanyak sampel disimpan selama 24 jam pada suhu 4°C dan 24 jam selanjutnya pada suhu 40°C. Uji *cycling test* dilakukan dengan 6 siklus. Pengujian organoleptis menggunakan metode *cycling test* dilakukan untuk melihat perubahan warna, bau dan bentuk. (Lestari et al., 2020) Keunggulan dari menggunakan metode *cycling test* karena *cycling test* dapat menunjukkan tanda-tanda ketidakstabilan produk seperti perubahan warna, tekstur, dan bau dalam waktu relatif singkat. Hal tersebut dilakukan agar sediaan tidak mengalami perubahan karena adanya pengaruh lingkungan. Namun, *cycling test* juga memiliki kekurangan seperti perubahan fisik atau organoleptik mungkin timbul yang sebenarnya tidak terjadi saat dalam penyimpanan wajar. Dan hasil dari *cycling test* tidak dapat dijadikan penetapan masa simpan jangka panjang. (Mahdhalita et al., 2023)

b. Uji Homogenitas

Pengujian homogenitas dilakukan untuk mengamati ada tidaknya apakah komponen yang terdapat dalam formula sediaan sudah tercampur dengan sempurna tanpa adanya partikel kasar yang belum tercampur pada sediaan yang menunjukkan homogenitas sediaan. (Novia et al., 2024)

c. Uji pH

Pengujian pH dilakukan untuk mengetahui naik turunnya pH pada sediaan sesuai dengan persyaratan pH sabun cair yang berkisaran 6-8. karena disesuaikan dengan pH kulit, karena bila tidak optimal dapat menimbulkan iritasi. (Hadi et al., 2023)

d. Uji Tinggi Busa

Pengujian tinggi busa dilakukan untuk mengetahui tinggi busa yang dihasilkan sediaan sesuai dengan persyaratan yaitu berkisar 12-220mm. (Usman et al., 2023) sesuai standar SNI no. 06-4085-1996. Jika busa yang dihasilkan terlalu banyak dapat mengakibatkan kulit iritasi. (Usman et al., 2023) Karena semakin banyak busa menunjukkan juga banyaknya SLS (*Sodium Lauryl Sulfat*) yang digunakan sebagai pembusa. Karena senyawa tersebut dapat mengiritasi kulit jika digunakan terlalu banyak dalam sabun. (Ering et al., 2020)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Determinasi tanaman pada penelitian ini dilakukan di laboratorium Farmakologi Akademi Farmasi Mitra Sehat Mandiri Sidoarjo berdasarkan No. 027/SK/Det/AFMSMS/IV/2025 yang bertujuan untuk membuktikan ciri morfologi yang ada pada tanaman yang akan diteliti dengan kunci determinasi sesuai. Hasil determinasi menunjukkan bahwa tanaman yang digunakan benar daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*).

Uji Organoleptis

Tabel 2 Uji Organoleptis

Formulasi	Pengamatan	Hasil	
		Sebelum <i>cycling test</i>	Sesudah <i>cycling test</i>
F0	a. Bentuk	Cair	Cair
	b. warna	Putih	Putih
	c. Bau	Khas	Khas
F1	a. Bentuk	Cair	Cair
	b. warna	Hijau	Hijau
	c. Bau	Khas	Khas
F2	a. Bentuk	Cair	Cair
	b. Warna	Hijau Tua	Hijau Tua
	c. Bau	Khas	Khas
Kontrol +	a. Bentuk	Cair	Cair
	b. Warna	Putih	Putih
	c. Bau	Khas	Khas

Ket: F0-F2 tidak terjadi perubahan organoleptis sediaan setelah *cycling test*

Pada tabel 2 hasil pengamatan uji organoleptis dapat dilihat bahwa disetiap formula sebelum dan setelah *cycling test* dilakukan tidak terjadi perubahan dari segi bentuk, warna maupun bau. Adapun hasil yang diperoleh menunjukkan F1 dan F2 memiliki bentuk yang cair dengan warna yang khas sesuai ekstrak yaitu hijau dan hijau tua. Warna sediaan akan mengikuti warna ekstrak yang lebih dominan. Untuk bau, sediaan memiliki bau khas sesuai dengan pengaroma yakni frangipangi oil yang digunakan dalam formulasi.



Gambar 1. Formulasi 0, Formulasi 1, dan Formulasi 2 sabun cair (data primer,2025)

Uji Homogenitas

Tabel 3 Uji Homogenitas

Formulasi	Hasil
F0	Homogen
F1	Homogen
F2	Homogen

Uji homogenitas ditandai dengan tidak adanya partikel kasar yang pada sediaan. Berdasarkan hasil uji homogenitas pada tabel 3 menunjukkan bahwa tidak ada partikel padat yang tercampur pada sediaan.

Uji pH

Tabel 4 Uji pH

Formulasi	Hasil	Rata-rata
F0	7	
F1	7,8	7,6
F2	8,2	

Uji pH dilakukan untuk mengetahui tingkat keasaman sediaan. Nilai pH kulit manusia menurut SNI no. 06-4085-1996 4,5-8 sedangkan pH sabun cair menurut SNI 6-8. (Rosmainar, 2021)pH yan terlalu asam dapat mengiritasi kulit, dan jika pH terlalu basa dapat membuat kulit menjadi kering. Berdasarkan hasil uji pH pada tabel 4 diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan, maka semakin tinggi nilai pH pada sediaan.

Uji Tinggi Busa

Tabel 4 Uji Tinggi Busa

Formulasi	Hasil	Keterangan
F0	40mm	
F1	45mm	SNI 12-220mm
F2	45mm	

Berdasarkan hasil uji tinggi busa pada tabel 4 diatas menunjukkan bahwa tinggi busa sabun cair yang dihasilkan memenuhi syarat sesuai dengan ketentuan SNI no. 06-4085-1996 yaitu 12-220mm.

Pembahasan

Berdasarkan hasil mutu fisik dari sediaan sabun cair yang telah dilakukan uji organoleptis, uji pH, uji homogenitas dan uji tinggi busa didapatkan hasil uji dari uji organoleptis pada F0 sebelum dilakukan *cycling test* bentuk sediaan cair, berwarna putih, memiliki aroma khas, setelah dilakukan *cycling test* hasilnya tetap sama tidak ada perubahan dari bentuk sediaan, warna dan juga aroma. Sedangkan pada F1 dan F2 sebelum dilakukan *cycling test* bentuk sediaan cair, berwarna hijau, beraroma khas, dan setelah dilakukan *cycling test* hasilnya juga sama tidak ada perubahan dari bentuk sediaan, warna dan juga aroma. Hal ini disebabkan karena penambahan ekstrak sehingga warna sediaan mengikuti warna ekstrak yang lebih dominan, untuk aroma sediaan memiliki aroma yang khas sesuai pengaroma yang digunakan yaitu frangipangi oil.

Pada pengujian pH didapatkan pH sediaan sebesar 7,6 hal ini sudah sesuai dengan SNI no. 06-4085-1996 pada pH sabun cair yang berkisar 6-8. Pengujian homogenitas dalam sediaan sabun cair bertujuan untuk melihat tercampurnya formulasi sabun cair secara merata. (Akademi & Prayoga, 2019) Berdasarkan dari uji homogenitas tiga formulasi tidak terdapat partikel dalam sediaan, sehingga sediaan sabun cair homogen. Uji tinggi busa dilakukan untuk melihat banyaknya busa yang dihasilkan sabun cair sesuai dengan SNI no. 06-4085-1996 sebesar 12-220mm. sesuai dengan penelitian sebelumnya (Hamido P. dkk., 2020; Rahma Fitri et al., 2020) busa pada sabun berfungsi untuk mengangkat minyak dan membersihkan kotoran tubuh, jika busa yang dihasilkan terlalu tinggi maka dapat membuat kulit menjadi kering. Dari hasil pengamatan dapat dilihat bahwa sabun yang mengandung ekstrak yang lebih banyak menghasilkan busa yang banyak. Karena busa yang dihasilkan salah satunya dari kandungan saponin yang terkandung dalam daun pandan wangi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sediaan sabun cair ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*) memiliki mutu fisik yang memenuhi persyaratan. sesuai dengan SNI no.06-4085-1996 tentang sabun cair. Adanya perbedaan konsentrasi dapat mempengaruhi mutu fisik sediaan, karena semakin banyak ekstrak yang digunakan maka warna yang dihasilkan sabun cair menjadi lebih pekat. namun hal itu tidak mempengaruhi dalam pengujian uji organoleptis, uji pH, uji homogenitas, dan uji tinggi busa dari sediaan sabun cair ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*)

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ucapkan terimakasih kepada Akademi Farmasi Mitra Sehat Mandiri Sidoarjo telah memberikan kesempatan dan fasilitas kepada penulis. Serta kepada orang tua dan teman-teman penulis yang telah memberikan semangat untuk menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Adlina, S., Roesman Bachtiar, K., Nurhasanah, B., Prodi Farmasi, S., Ilmu Kesehatan, F., & Perjuangan Tasikmalaya, U. (2023). *FORMULASI DAN UJI AKTIVITAS SEDIAAN*

SABUN KERTAS EKSTRAK ETANOL DAUN PANDAN (Pandanus amaryllifolius) SEBAGAI ANTIBAKTERI (Vol. 6, Issue 1).

- Akademi, J., & Prayoga, F. (n.d.). *FORMULASI SEDIAAN MASKER PEEL OFF DARI EKSTRAK DAUN ALPUKAT (Persea americana Mill)* (Vol. 4, Issue 2).
- Bali, P. N. C., Raif, A., & Tarigan, S. B. (2019). Uji Efektivitas Daun Pandan Wangi (PANDANUS AMARYLLIFOLIUS ROXB.) SEBAGAI ANTIBAKTERI TERHADAP SALMONELLA TYPHI. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 6(1), 59–64. <https://doi.org/10.31289/biolink.v6i1.2218>
- Ering, M. N., Yamlean, P. V. Y., & Antasionasti, I. (n.d.). *FORMULASI SEDIAAN SABUN CAIR EKSTRAK ETANOL DAUN TURI (Sesbania grandiflora L.) DAN Uji ANTIJAMUR TERHADAP Candida albicans FORMULATION OF LIQUID SOAP PREPARATION OF HUMMINGBIRD (Sesbania grandiflora L.) LEAF ETHANOL EXTRACT AND THE ANTIFUNGAL TEST OF Candida albicans.*
- Hadi, H. P., Hilaliyati, N., Rahmi, A., Si, M., & Bukittinggi, M. N. (2023). *Formulasi Dan Uji Fisik Sediaan Sabun Mandi Cair Dari Ekstrak Daun Pegagan (Centella asiatica [L] Urb) Kombinasi Minyak Lavender (Lavandula angustifolia).* 2(1), 107.
- Hidajat, D., Febry Gilang Tilana, & I Gusti Bagus Surya Ari Kusuma. (2023). Dampak Polusi Udara terhadap Kesehatan Kulit. *Unram Medical Journal*, 12(4). <https://doi.org/10.29303/jku.v12i4.1021>
- Lestari, U., Syamsurizal, S., & Handayani, W. T. (2020). Formulasi dan Uji Efektivitas Daya Bersih Sabun Padat Kombinasi Arang Aktif Cangkang Sawit dan Sodium Lauril Sulfat. *JPSCR: Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 5(2), 136. <https://doi.org/10.20961/jpscr.v5i2.39869>
- Mahdhalita, D., Fauziah, I., Rahmiati, R., & Sartini, S. (2023). Uji Organoleptis Masker Gel Peel-off Ekstrak Daun Pandan Wangi (Pandanus amaryllifolius) dengan Variasi Konsentrasi Polivinil alcohol (PVA). *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*, 5(1), 1–5. <https://doi.org/10.31289/jibioma.v5i1.1652>
- Nau'e 1), D. A. K., Yamlean, P. V. Y., & Mpila, D. A. (n.d.). *FORMULASI SEDIAAN SABUN CAIR KOMBINASI EKSTRAK ETANOL DAUN KERSEN (Muntingia calabura L.) DAN DAUN KEMANGI (Ocimum basilicum L.) DAN Uji TERHADAP BAKTERI Staphylococcus aureus FORMULATION OF LIQUID SOAP PREPARATION IN COMBINATION OF ETHANOL EXTRACT FROM KERSEN LEAVES (Muntingia calabura L.) AND BASIL LEAVES (Ocimum basilicum L.) TEST ON Staphylococcus aureus BACTERIA.*
- Novia, A., Opod, T., Yamlean, P. V. Y., & Mansauda, K. L. R. (2024). *Pengaruh Variasi Trietanolamin dan Asam Stearat Terhadap Stabilitas Fisik Sediaan Krim Ekstrak Etanol Daun Sirsak (Annona muricata L.).* 13(1), 393. <https://doi.org/10.35799/pha.13.2024.49566>
- Rahma Fitri, D., Mustikawati, H., Tita Afianty, D., Teknologi Al-Kamal Jl Raya Kedoya Al Kamal No, dan, Selatan, K., & Jeruk Jakarta, K. (2020). *FORMULASI SEDIAAN SABUN MANDI CAIR EKSTRAK ETANOL BUAH NANGKA (Artocarpus heterophyllus Lam.)* (Vol. 01, Issue 01). <http://iontech.ista.ac.id/index.php/iontech>

- Rosmainar, L. (2021). FORMULASI DAN EVALUASI SEDIAAN SABUN CAIR DARI EKSTRAK DAUN JERUK PURUT (*Citrus hystrix*) DAN KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) SERTA UJI CEMARAN MIKROBA. In *Jurnal Kimia Riset* (Vol. 6, Issue 1).
- Usman, Y., Baharuddin, M., Diii, P., Stikes, F., Hasanuddin Makassar K A T A K U N C I A B S T R, N., Daun, A. K., Sabun, A., Cair, M., Fisik, S., & Antibakteri, A. (n.d.-a). Uji Stabilitas dan Aktivitas Sabun Mandi Cair Ekstrak Etanol Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.). In *JURNAL MIPA* (Vol. 12, Issue 2).
- Usman, Y., Baharuddin, M., Diii, P., Stikes, F., Hasanuddin Makassar K A T A K U N C I A B S T R, N., Daun, A. K., Sabun, A., Cair, M., Fisik, S., & Antibakteri, A. (n.d.-b). Uji Stabilitas dan Aktivitas Sabun Mandi Cair Ekstrak Etanol Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.). In *JURNAL MIPA* (Vol. 12, Issue 2).
- Zahro, K., Salsabila,) ;, Aulia, S., Rishel,) ;, Azahra, S., Tatiek,) ;, Zaevany, A., Margaretha, C., Naila, J., Com, P., & Kesehatan, H. (n.d.). FORMULASI DAN EVALUASI SEDIAAN SABUN CAIR BERBASIS VIRGIN COCONUT OIL (VCO) DENGAN PENAMBAHAN OLEUM CITRI SEBAGAI ESSENTIAL OIL. In *Indonesian Journal of Health Science* (Vol. 3, Issue 2a).

Perlindungan Hukum Apoteker Klinik Kecantikan Dalam Penyediaan Kosmetik Berbahan Obat

Legal Protection for Beauty Clinic Pharmacists in Providing Medicinal Cosmetics

Aphrodita Angelina^{1*}

¹ Magister Hukum Kesehatan, Fakultas Hukum Universitas Hang Tuah Surabaya

*phrueangel@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini menggunakan metode yuridis normatif, yakni penelitian yang berfokus pada analisis penerapan norma-norma dalam hukum positif (Sudjana, 2020). Pendekatan yuridis normatif ini didasarkan pada bahan hukum utama dengan cara menelaah teori-teori, konsep-konsep, asas-asas hukum, serta peraturan perundang-undangan yang relevan dengan penelitian ini (Hasan, 2019). Metode ini juga dikenal sebagai pendekatan kepustakaan, yaitu dengan mempelajari literatur, peraturan hukum, serta dokumen terkait lainnya (Suryani, 2021). Secara umum, terdapat lima pendekatan yang sering digunakan dalam penelitian hukum normatif, yaitu pendekatan perundang-undangan (statute approach), pendekatan konseptual (conceptual approach), pendekatan historis (historical approach), pendekatan kasus (case approach), dan pendekatan perbandingan (comparative approach) (Arief, 2018). Dalam penelitian ini, penulis menggunakan pendekatan perundang-undangan dan pendekatan konseptual.

Kata kunci: Farmasi; Apoteker; Hukum; pasal

ABSTRACT

This study uses a normative legal method, namely research that focuses on the analysis of the application of norms in positive law (Sudjana, 2020). This normative legal approach is based on the main legal material by examining theories, concepts, legal principles, and laws and regulations that are relevant to this study (Hasan, 2019). This method is also known as a literature approach, namely by studying literature, legal regulations, and other related documents (Suryani, 2021). In general, there are five approaches that are often used in normative legal research, namely the statute approach, the conceptual approach, the historical approach, the case approach, and the comparative approach (Arief, 2018). In this study, the author uses a statutory approach and a conceptual approach.

Keywords: Pharmacy; Pharmacist; Law; Article

PENDAHULUAN

Perkembangan ekonomi di Indonesia mengalami kemajuan yang pesat, termasuk dalam industri klinik kecantikan. Saat ini, klinik kecantikan dapat ditemukan dengan mudah di berbagai wilayah, baik di perkotaan maupun daerah terpencil. Meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya penampilan menjadi faktor utama yang mendorong pertumbuhan bisnis klinik kecantikan (Siregar, 2020). Hal ini menciptakan peluang bagi para pengusaha untuk membuka usaha di bidang tersebut (Rahmawati, 2021). Persaingan yang semakin ketat dalam industri kecantikan mendorong pemilik klinik untuk mencari strategi yang dapat menarik minat konsumen. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan menawarkan produk kosmetik yang menjanjikan hasil optimal. Banyak industri farmasi yang menjalin kerja sama dengan klinik kecantikan untuk memproduksi kosmetik dengan formulasi khusus yang sesuai dengan permintaan pasar (Santoso, 2019). Bentuk kerja sama ini memberikan kemudahan bagi klinik dalam menyediakan produk kecantikan yang berkualitas. Kosmetik berasal dari bahasa Yunani, yaitu "kosmetikos" dan "kosmos", yang berarti keterampilan dalam mengatur dan menghias diri (Putri, 2018). Pada awalnya, kosmetik termasuk dalam ranah ilmu kesehatan, tetapi seiring perkembangannya, terjadi pemisahan antara kosmetik dan obat dalam aspek jenis, efek samping, serta bahan yang digunakan (Wijaya, 2020). Jika dahulu kosmetik hanya terbuat dari bahan alami, saat ini telah dikombinasikan dengan bahan sintetis guna meningkatkan efektivitasnya dalam mempercantik diri (Pratama, 2017).

Dalam dunia farmasi, pelayanan kefarmasian di klinik rawat inap bersifat wajib, sedangkan di klinik rawat jalan bersifat opsional (Kementerian Kesehatan, 2021). Klinik yang menyediakan layanan kefarmasian wajib memiliki instalasi farmasi dengan apoteker sebagai penanggung jawabnya, sesuai dengan standar pelayanan kefarmasian yang telah ditetapkan (Sutanto, 2022). Pelayanan kefarmasian bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup pasien melalui pengelolaan sediaan farmasi yang tepat. Salah satu aspek penting dalam klinik kecantikan adalah peracikan kosmetik yang mengandung bahan obat. Klinik yang memiliki instalasi farmasi di bawah pengawasan dokter sering kali melakukan peracikan ini untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan kebutuhan pasien (Lestari, 2021). Namun, jumlah pasien yang tinggi membuat peracikan satu per satu menjadi kurang efisien, sehingga klinik sering kali menggunakan formularium tertentu yang memungkinkan apoteker meracik kosmetik dalam jumlah besar dan menyimpannya untuk digunakan kemudian (Handayani, 2020).

Dalam praktiknya, apoteker di klinik kecantikan sering melakukan peracikan dengan mencampurkan bahan obat ke dalam kosmetik agar hasilnya lebih optimal. Selain itu, pemindahan sediaan kosmetik dari kemasan asli ke kemasan baru yang lebih kecil (repackaging) juga sering dilakukan untuk efisiensi (Mulyono, 2019). Meski tindakan ini dilakukan berdasarkan resep dokter, dalam praktiknya sering kali terjadi repackaging

sebelum resep diterima, sehingga kosmetik berbahan obat yang sudah dikemas ulang dapat langsung diberikan kepada pasien tanpa menunggu proses peracikan ulang (Dewi, 2020). Lebih lanjut, pasien lama yang sebelumnya telah membeli kosmetik berbahan obat sering kali dapat membeli kembali produk yang sama tanpa membawa resep baru, hanya berdasarkan rekam medis, yang berpotensi menimbulkan penyalahgunaan (Hidayat, 2021).

Situasi ini menimbulkan potensi masalah hukum, terutama terkait perbedaan interpretasi antara peracikan dan produksi kosmetik. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen (UUPK), Pasal 8 menyatakan bahwa pelaku usaha dilarang memproduksi atau memperdagangkan barang yang tidak memenuhi standar atau ketentuan peraturan perundang-undangan (Pemerintah Indonesia, 1999). Selain itu, regulasi ini juga mengatur kewajiban pelabelan yang mencakup nama barang, komposisi, aturan pakai, serta informasi lainnya yang wajib dicantumkan (Nugroho, 2022). Dalam konteks hukum, tindakan repackaging oleh apoteker sering kali dianggap sebagai bentuk produksi kosmetik, yang dapat menimbulkan implikasi hukum (Sari, 2023).

Dari sudut pandang kefarmasian, praktik kefarmasian harus dilakukan sesuai dengan ketentuan perundang-undangan, sebagaimana diatur dalam Pasal 145 Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan (Pemerintah Indonesia, 2023). Regulasi ini mengatur bahwa praktik kefarmasian meliputi produksi, pengendalian mutu, penyimpanan, pendistribusian, serta pelayanan kefarmasian yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas layanan dan keselamatan pasien (Setiawan, 2023). Dalam hal penyimpanan kosmetik berbahan obat, regulasi mewajibkan produk tetap disimpan dalam kemasan asli pabrik, kecuali dalam kondisi tertentu di mana pemindahan wadah diperbolehkan dengan ketentuan pencantuman informasi yang jelas pada kemasan baru (Kementerian Kesehatan, 2021). Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini akan mengkaji kewenangan dan perlindungan hukum bagi apoteker dalam penyediaan kosmetik berbahan obat di klinik kecantikan guna memberikan kepastian hukum serta perlindungan bagi pasien dan tenaga kefarmasian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode yuridis normatif, yakni penelitian yang berfokus pada analisis penerapan norma-norma dalam hukum positif (Sudjana, 2020). Pendekatan yuridis normatif ini didasarkan pada bahan hukum utama dengan cara menelaah teori-teori, konsep-konsep, asas-asas hukum, serta peraturan perundang-undangan yang relevan dengan penelitian ini (Hasan, 2019). Metode ini juga dikenal sebagai pendekatan kepustakaan, yaitu dengan mempelajari literatur, peraturan hukum, serta dokumen terkait lainnya (Suryani, 2021). Secara umum, terdapat lima pendekatan yang sering digunakan dalam penelitian hukum normatif, yaitu pendekatan perundang-undangan (*statute approach*), pendekatan konseptual (*conceptual approach*), pendekatan historis (*historical approach*), pendekatan

kasus (*case approach*), dan pendekatan perbandingan (*comparative approach*) (Arief, 2018). Dalam penelitian ini, penulis menggunakan pendekatan perundang-undangan dan pendekatan konseptual.

Pendekatan perundang-undangan (*statute approach*) dilakukan dengan menelaah peraturan hukum yang berlaku, khususnya ketika terdapat ketidaksesuaian dalam implementasi atau kemungkinan adanya penyimpangan dalam praktik (Lestari, 2022). Pendekatan ini melibatkan analisis kesesuaian antara Undang-Undang Dasar dengan undang-undang lain, serta keselarasan antara satu undang-undang dengan yang lainnya (Fauzi, 2021).

Pendekatan konseptual (*conceptual approach*) berfungsi untuk menganalisis permasalahan dalam penelitian hukum berdasarkan konsep-konsep hukum yang mendasarinya (Rahman, 2020). Pendekatan ini mempertimbangkan nilai-nilai yang terkandung dalam suatu norma hukum serta relevansinya dengan teori-teori hukum yang ada (Wijaya, 2019). Dalam praktiknya, pendekatan ini digunakan untuk memahami kesesuaian suatu peraturan dengan prinsip-prinsip hukum yang menjadi dasarnya (Santoso, 2023). Selain itu, pemahaman terhadap doktrin dan teori dalam ilmu hukum menjadi dasar dalam membangun argumentasi hukum yang lebih kuat (Handayani, 2021). Doktrin hukum memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengertian, konsep, serta asas hukum yang relevan dengan permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kewenangan apoteker dalam meracik kosmetik berbahan obat di klinik kecantikan merupakan isu yang perlu dianalisis berdasarkan peraturan yang berlaku. Apoteker memiliki tanggung jawab dalam meracik dan menyediakan produk farmasi sesuai dengan standar yang ditetapkan. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan memberikan landasan hukum bagi tenaga farmasi dalam menjalankan tugasnya, termasuk dalam proses peracikan obat. Selain itu, Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 34 Tahun 2021 tentang Standar Pelayanan Kefarmasian di Klinik juga mengatur kewenangan apoteker di lingkungan klinik. Oleh karena itu, apoteker harus memahami batasan dan kewajibannya agar tidak melanggar ketentuan hukum yang berlaku.

Tabel 1. Regulasi yang Mengatur Kewenangan Apoteker dalam Meracik Kosmetik Berbahan Obat

No	Regulasi	Isi Pokok Regulasi
1	UU No. 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan	Memberikan dasar hukum bagi tenaga farmasi dalam peracikan obat
2	Permenkes No. 34 Tahun 2021	Standar pelayanan kefarmasian di klinik
3	Permenkes No. 919 Tahun 1993	Kriteria obat yang dapat diserahkan tanpa resep

No	Regulasi	Isi Pokok Regulasi
4	Permenkes No. 73 Tahun 2016	Standar pelayanan kefarmasian di apotek
5	Permenkes No. 9 Tahun 2017	Kewenangan apoteker di apotek

Peracikan kosmetik berbahan obat oleh apoteker di klinik kecantikan merupakan isu yang diatur dalam berbagai regulasi di Indonesia. Berdasarkan Tabel 1, kewenangan apoteker dalam meracik kosmetik berbahan obat didasarkan pada beberapa peraturan perundang-undangan, seperti Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan, yang memberikan dasar hukum bagi tenaga farmasi dalam menjalankan tugasnya. Selain itu, Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 34 Tahun 2021 mengatur standar pelayanan kefarmasian di klinik, yang mencakup peran apoteker dalam peracikan produk farmasi. Aturan ini bertujuan untuk memastikan bahwa apoteker bertindak sesuai dengan kompetensi dan kewenangannya agar tidak terjadi penyalahgunaan atau praktik yang melanggar ketentuan hukum.

Dalam praktiknya, apoteker yang meracik kosmetik berbahan obat harus memastikan bahwa setiap bahan yang digunakan sesuai dengan regulasi yang berlaku. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 919 Tahun 1993 tentang Kriteria Obat yang Dapat Diserahkan Tanpa Resep menjadi acuan dalam menentukan bahan aktif yang diperbolehkan. Selain itu, standar pelayanan kefarmasian dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 73 Tahun 2016 dan Nomor 9 Tahun 2017 menegaskan bahwa apoteker harus bertindak sesuai dengan kompetensinya. Dengan demikian, produk yang dihasilkan tetap aman dan efektif bagi konsumen. Proses peracikan juga harus terdokumentasi dengan baik untuk memastikan kepatuhan terhadap peraturan yang berlaku.

Perlindungan hukum bagi apoteker dalam meracik kosmetik berbahan obat menjadi aspek penting yang harus diperhatikan. Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen mengatur hak dan kewajiban pelaku usaha, termasuk apoteker yang meracik produk farmasi. Selain itu, Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2023 juga memberikan jaminan hukum bagi tenaga farmasi dalam menjalankan profesinya. Dalam hal terjadi permasalahan terkait produk yang diracik, apoteker dapat mengacu pada regulasi ini untuk mendapatkan perlindungan. Oleh karena itu, memahami hak dan kewajiban hukum menjadi penting agar tidak menghadapi risiko hukum yang merugikan.

Secara teori, perlindungan hukum bagi apoteker dapat dianalisis menggunakan beberapa konsep hukum. Teori Perlindungan Hukum yang dikemukakan oleh Satjipto Rahardjo menyatakan bahwa hukum harus memberikan kepastian bagi tenaga kesehatan dalam menjalankan profesinya. Selain itu, konsep Kewajiban Hukum yang dikemukakan oleh Muchsin menegaskan bahwa setiap tindakan profesi harus dilakukan dengan

memperhatikan aspek hukum yang berlaku. Dengan demikian, dalam konteks peracikan kosmetik berbahan obat, apoteker harus memahami dan menerapkan prinsip-prinsip ini agar terhindar dari tuntutan hukum. Kepatuhan terhadap standar profesi dan regulasi menjadi faktor utama dalam menjalankan praktik kefarmasian dengan aman.

Dalam implementasi di lapangan, apoteker di klinik kecantikan harus selalu berkoordinasi dengan dokter untuk memastikan bahwa produk yang diracik sesuai dengan kebutuhan medis pasien. Dokumentasi yang lengkap dan transparan juga menjadi aspek penting dalam memastikan kepatuhan terhadap regulasi. Selain itu, pelatihan dan edukasi yang berkelanjutan bagi apoteker menjadi faktor utama dalam meningkatkan pemahaman terhadap regulasi yang terus berkembang. Dengan demikian, peracikan kosmetik berbahan obat dapat dilakukan secara legal dan aman. Pada akhirnya, kepatuhan terhadap regulasi akan memberikan manfaat tidak hanya bagi apoteker, tetapi juga bagi konsumen yang menggunakan produk tersebut.

Tabel 2. Aspek Perlindungan Hukum bagi Apoteker Klinik Kecantikan

No	Regulasi	Perlindungan Hukum yang Diberikan
1	UU No. 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen	Menjamin hak konsumen dan pelaku usaha
2	UU No. 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan	Memberikan perlindungan bagi tenaga farmasi
3	Teori Perlindungan Hukum Satjipto Rahardjo	Kepastian hukum bagi tenaga kesehatan
4	Konsep Kewajiban Hukum Muchsin	Tanggung jawab hukum tenaga farmasi

Dalam Tabel 2, perlindungan hukum bagi apoteker yang meracik kosmetik berbahan obat juga menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan. Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen memberikan jaminan bagi pelaku usaha, termasuk apoteker, dalam menjalankan profesinya, sekaligus memastikan bahwa konsumen mendapatkan produk yang aman dan sesuai dengan standar kesehatan. Selain itu, konsep Perlindungan Hukum Satjipto Rahardjo menegaskan bahwa hukum harus memberikan kepastian bagi tenaga farmasi dalam menjalankan profesinya. Dalam konteks ini, perlindungan hukum bertujuan untuk mengurangi risiko hukum yang mungkin timbul akibat kesalahan atau ketidaksesuaian dalam peracikan produk.

Kewenangan apoteker dalam meracik kosmetik berbahan obat dapat dianalisis melalui pendekatan hukum normatif yang mengacu pada regulasi yang telah disebutkan sebelumnya. Berdasarkan literatur yang ada, aspek legalitas dalam peracikan obat maupun kosmetik berbahan obat merupakan hal yang krusial untuk diperhatikan. Anief (2008) dalam bukunya Ilmu Meracik Obat: Teori dan Praktik menjelaskan bahwa peracikan obat harus dilakukan dengan standar yang ketat, termasuk pemilihan bahan, metode pencampuran, serta

dokumentasi yang sesuai dengan ketentuan farmasi. Dalam konteks klinik kecantikan, penerapan standar ini menjadi semakin penting karena kosmetik berbahan obat memiliki potensi efek samping yang lebih besar dibandingkan kosmetik biasa. Oleh karena itu, kewenangan apoteker harus dibatasi pada peracikan yang sesuai dengan ketentuan farmasi, bukan sekadar mengikuti permintaan pasar atau dokter tanpa dasar ilmiah yang kuat.

Selain itu, Nugroho (2013) dalam bukunya *Sediaan Transdermal: Solusi Masalah Terapi Obat* menjelaskan bahwa banyak kosmetik berbahan obat menggunakan sistem penghantaran transdermal yang memungkinkan bahan aktif masuk ke dalam tubuh melalui kulit. Oleh karena itu, peracikan kosmetik berbahan obat harus mempertimbangkan farmakokinetika dan farmakodinamika zat aktif yang digunakan. Jika tidak, ada risiko terjadinya efek samping sistemik yang tidak diinginkan. Hal ini menunjukkan bahwa apoteker tidak hanya bertanggung jawab atas aspek legalitas, tetapi juga keamanan dan efektivitas produk yang diracik. Dari perspektif hukum, Ibrahim (2006) dalam *Teori dan Metodologi Penelitian Hukum Normatif* menekankan bahwa analisis normatif terhadap kewenangan profesi harus selalu dikaitkan dengan prinsip *due process of law* atau kepastian hukum dalam praktik profesi. Jika suatu peraturan tidak memberikan batasan yang jelas terkait dengan kewenangan profesi, maka ada kemungkinan terjadi tumpang tindih kewenangan antara tenaga kesehatan yang satu dengan lainnya. Dalam kasus apoteker klinik kecantikan, regulasi yang ada harus memperjelas batas kewenangan antara dokter dan apoteker dalam meracik kosmetik berbahan obat agar tidak terjadi pelanggaran hukum.

Dari sisi perlindungan hukum, Raharjo (2008) dalam *Negara Hukum yang Membahagiakan Rakyatnya* menekankan bahwa hukum harus berpihak kepada kepentingan publik dan profesi yang terkait dengan kesehatan masyarakat. Dalam konteks ini, apoteker yang bekerja sesuai dengan regulasi yang berlaku harus mendapatkan perlindungan hukum yang jelas agar tidak menjadi korban tuntutan hukum yang tidak berdasar. Hal ini diperkuat oleh penelitian Izza & Zavira (2020) dalam jurnal *Perspektif*, yang menyatakan bahwa masih ada celah hukum dalam perlindungan bagi apoteker yang terlibat dalam praktik peracikan kosmetik berbahan obat di klinik kecantikan, terutama terkait dengan tanggung jawab hukum jika terjadi efek samping pada pasien. Oleh karena itu, regulasi mengenai peracikan kosmetik berbahan obat harus lebih eksplisit dalam memberikan perlindungan bagi apoteker. Secara keseluruhan, analisis ini menunjukkan bahwa kewenangan apoteker dalam meracik kosmetik berbahan obat harus tetap dalam batas yang diatur oleh regulasi yang berlaku, dengan memperhatikan aspek farmakologi dan keselamatan pasien. Selain itu, perlindungan hukum bagi apoteker perlu diperjelas agar tidak terjadi kriminalisasi profesi akibat celah hukum yang masih ada. Oleh karena itu, perlu ada upaya dari pemerintah dan organisasi profesi untuk memperkuat regulasi dan memberikan kepastian hukum bagi apoteker dalam menjalankan tugasnya di klinik kecantikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kewenangan apoteker dalam meracik kosmetik berbahan obat di klinik kecantikan memiliki dasar hukum yang jelas, namun tetap memerlukan batasan yang tegas agar tidak terjadi penyalahgunaan kewenangan. Regulasi seperti Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan dan berbagai Peraturan Menteri Kesehatan telah memberikan pedoman mengenai standar pelayanan kefarmasian, tetapi implementasi di lapangan masih memerlukan pengawasan lebih lanjut. Dari segi aspek farmasi, literatur yang dibahas menunjukkan bahwa peracikan kosmetik berbahan obat harus memperhatikan prinsip keamanan, efektivitas, serta farmakokinetika dan farmakodinamika zat aktif yang digunakan. Apoteker memiliki peran penting dalam memastikan bahwa kosmetik berbahan obat yang diracik sesuai dengan standar farmasi dan tidak membahayakan pasien.

Oleh karena itu, regulasi harus memastikan bahwa hanya apoteker yang memiliki kompetensi yang diperbolehkan melakukan peracikan kosmetik berbahan obat di klinik kecantikan. Terkait dengan perlindungan hukum, meskipun telah diatur dalam Undang-Undang Perlindungan Konsumen dan berbagai regulasi kesehatan, masih terdapat celah hukum yang dapat menyebabkan ketidakpastian dalam pelaksanaan kewenangan apoteker. Beberapa kasus yang terjadi menunjukkan bahwa apoteker bisa menghadapi risiko hukum akibat efek samping produk racikan, meskipun telah mengikuti prosedur yang benar. Oleh karena itu, perlindungan hukum bagi apoteker harus diperkuat agar tidak terjadi kriminalisasi profesi akibat kurangnya pemahaman dari pihak lain terhadap batas kewenangan apoteker. Sebagai langkah ke depan, perlu dilakukan harmonisasi regulasi agar tidak terjadi tumpang tindih kewenangan antara dokter dan apoteker dalam peracikan kosmetik berbahan obat. Selain itu, organisasi profesi dan pemerintah perlu meningkatkan sosialisasi serta pelatihan bagi apoteker agar mereka dapat memahami dan menerapkan regulasi dengan benar. Dengan demikian, praktik peracikan kosmetik berbahan obat di klinik kecantikan dapat berjalan secara legal, aman, dan tetap memberikan manfaat yang optimal bagi masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Acknowledge only persons and/or institutions that have made significant contribution to the study. Details of funding sources must be given.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad Kharis Nugroho. (2013). Sediaan Transdermal: Solusi Masalah Terapi Obat. In Pustaka Pelajar.
- Anief, M. (Universitas G. M. (2008). Ilmu Meracik Obat Teori dan Praktik. In Ilmu Meracik Obat Teori dan Praktik (Vol. 1, Issue 1). Gadjah Mada University Press.

- Dominika, N., & Hasyim, H. (2019). Perlindungan Hukum Terhadap Konsumen Atas Penjualan Kosmetik Berbahaya di Indonesia: Suatu Pendekatan Kepustakaan. *NIAGAWAN*, 8(1). <https://doi.org/10.24114/niaga.v8i1.12807>
- Izza, D. W., & Zavira, S. (2020). Perlindungan Hukum Bagi Konsumen Klinik Kecantikan Atas Penggunaan Kosmetik Racikan Dokter. *Perspektif*, 25(2). <https://doi.org/10.30742/perspektif.v25i2.778>
- Johny Ibrahim. (2006). *Teory dan Metodologi Penelitian Hukum Normatif*. Bayu Publishing, 57(11).
- Manan, B. (2000). *Wewenang Provinsi, Kabupaten, dan Kota dalam Rangka Otonomi Daerah*. Unpad Press.
- Muchsin. (2006). *Ikhtisar Filsafat Hukum (Cetakan ke-II)*. Badan Penerbit Iblam.
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 34 Tahun 2021 Tentang Standar Pelayanan Kefarmasian di Klinik
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 73 Tahun 2016 Tentang Standart Pelayanan Kefarmasian di Apotek
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 9 Tahun 2014 Tentang Klinik
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 9 Tahun 2017 Tentang Apotek
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 919 Tahun 1993 Tentang Kriteria Obat yang Dapat Diserahkan Tanpa Resep
- Prabowo, D. T. (2019). Tanggung Jawab Dokter terhadap Dispensing Obat Kepada Pasien (Studi di Kota Mataram). Skripsi: Fakultas Hukum Universitas Mataram.
- Putri, Y. E. (2011). Kajian Yuridis Pasal 198 Undang-Undang RI Nomor 36 Tahun 2009 Tentang Kesehatan Terkait Dispensing Obat Oleh Dokter. Skripsi : Fakultas Hukum Universitas Brawijaya.
- Ridwan, H. R. (2013). *Hukum Administrasi Negara (Edisi Revisi, Cetakan Kedelapan)*. In Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Satjipto Raharjo. (2008). Negara Hukum Yang Membahagiakan Rakyatnya. In *Negara Hukum Yang Membahagiakan Rakyatnya*. Citra Aditya Bakti.
- Sudrajat, T. (2022). *Hukum Birokrasi Pemerintah: Kewenangan dan Jabatan*. Sinar Grafika.
- Surya, M., & Gunasekaran, S. (2021). A Review on Recent Scenario of Cosmetics. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 68(1). <https://doi.org/10.47583/ijpsrr.2021.v68i01.030>

- Tjay, T. H., & Rahardja, K. (2015). Obat-Obat Penting Khasiat, Penggunaan dan Efek-Efek Sampingnya Edisi 7. In Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents (Issue Juni). Elex Media Komputindo.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2023 Tentang Kesehatan. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 105. Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6887
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 1999 Tentang Perlindungan Konsumen. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 42. Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3821
- Wibowo, N., & Pandu, A. (2013). Perancangan Interior Klinik Kecantikan Berbasis Eco-Design di Surabaya. Jurnal Intra, 1(2).
- Yunanto, H. (2011). Pertanggung Jawaban Dokter dalam Transaksi Terapeutik. Jurnal Law Reform, 6(1), 109–123. <https://doi.org/10.14710/lr.v7i1.12502>

Studi Reologi Darah: Analisis Laju Endap Darah, Hematokrit, dan Distribusi Eritrosit Pada Demam Tifoid

Blood Rheological Studies: Analysis of Blood Sedimentation Rate, Hematocrit, and Erythrocyte Distribution in Typhoid Fever

Arshy Prodyanatasari¹, Anik Andayani^{2*}, Dwi Wahyuni³, Ana Musyafa'ah⁴

^{1,2,3,4} Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri, Indonesia

* anik.andayani@iik.ac.id

ABSTRAK

Demam tifoid merupakan penyakit endemik di Indonesia yang menyebabkan gangguan sistemik, termasuk perubahan parameter reologi darah. Penelitian ini bertujuan menganalisis perubahan laju endap darah (LED), hematokrit (HCT), dan distribusi eritrosit pada pasien demam tifoid untuk memahami dampak inflamasi terhadap sifat reologi darah. Metode penelitian menggunakan desain observasional analitik dengan sampel 30 pasien demam tifoid di RSUD Lirboyo Kediri. Data diperoleh dari pemeriksaan laboratorium rutin dan dianalisis secara deskriptif serta korelasional. Hasil penelitian menunjukkan 80,6% sampel mengalami peningkatan LED (rata-rata 28 mm/jam), 71% memiliki HCT rendah (rata-rata 36%), dan 61,3% memiliki jumlah eritrosit normal. Analisis korelasi menemukan hubungan antara LED tinggi dengan HCT rendah (87,5% kasus), menunjukkan pengaruh inflamasi terhadap viskositas darah. Simpulan penelitian mengungkap bahwa demam tifoid menyebabkan perubahan signifikan pada parameter reologi darah akibat respons inflamasi sistemik. Rekomendasi penelitian mencakup perlunya pemantauan parameter reologi darah secara berkala pada pasien tifoid dan penelitian lanjutan dengan parameter inflamasi tambahan untuk pemahaman yang lebih komprehensif.

Kata kunci: demam tifoid, reologi darah, laju endap darah, hematokrit, inflamasi

ABSTRACT

Typhoid fever is an endemic disease in Indonesia that causes systemic disorders, including changes in blood rheological parameters. This study aims to analyse changes in ESR, haematocrit (HCT) and erythrocyte distribution in typhoid fever patients to understand the impact of inflammation on blood rheological properties. The research method used an analytical observational design with a sample of 31 typhoid fever patients at RSUD Lirboyo Kediri. Data were obtained from routine laboratory examinations and analysed descriptively and correlation. The results showed 80.6% of the sample had elevated ESR (mean 28 mm/hour), 71% had low HCT (mean 36%), and 61.3% had normal erythrocyte count. Correlation analysis found an association between high ESR and low HCT (87.5%

of cases), suggesting an inflammatory influence on blood viscosity. The conclusion of the study revealed that typhoid fever causes significant changes in blood rheological parameters due to a systemic inflammatory response. Recommendations include the need for regular monitoring of blood rheological parameters in typhoid patients and follow-up studies with additional inflammatory parameters for a more comprehensive understanding.

Keywords: *typhoid fever, blood rheology, erythrocyte sedimentation rate, haematocrit, inflammation*

PENDAHULUAN

Demam tifoid, yang disebabkan oleh bakteri *Salmonella typhi*, merupakan penyakit endemik di daerah dengan sanitasi buruk dan masih menjadi beban kesehatan masyarakat (Gunawan, 2022; Khairunnisa, 2020). Infeksi ini memicu respons inflamasi sistemik yang berdampak pada komponen darah, termasuk peningkatan protein fase akut dan perubahan morfologi eritrosit (Nelwan, 2012). Perubahan tersebut dapat memengaruhi sifat reologi darah, yaitu kekentalan dan kemampuan aliran darah yang berperan penting dalam menjaga sirkulasi mikro dan oksigenasi jaringan (Masyitah, 2021; Sri Wahyuni, 2021; Rasyid, 2021). Parameter seperti laju endap darah (LED), hematokrit, dan lebar distribusi eritrosit (RDW) merupakan indikator tidak langsung dari reologi darah. LED yang meningkat menunjukkan inflamasi, hematokrit mencerminkan konsentrasi sel darah merah, sementara RDW mengindikasikan variasi ukuran eritrosit yang dapat memengaruhi viskositas darah (Fatahian, 2018; Rahardjo, 2015). Pada demam tifoid, gangguan reologi darah berpotensi menyebabkan komplikasi seperti gangguan mikrosirkulasi, trombosis, atau hipoksia organ (Nurmansyah, 2020). Namun, penelitian yang secara khusus menganalisis hubungan antara demam tifoid dan perubahan reologi darah masih terbatas. Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan parameter reologi darah, khususnya LED, hematokrit, dan distribusi eritrosit (RDW), pada pasien demam tifoid. Selain itu, studi ini juga akan mengkaji korelasi antara parameter-parameter tersebut dengan tingkat keparahan penyakit untuk menilai apakah mereka dapat berperan sebagai penanda prognostik. Dengan memahami perubahan reologi darah pada tifoid, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan dasar ilmiah bagi pendekatan terapi yang lebih tepat, seperti manajemen cairan atau terapi antikoagulan pada pasien dengan risiko gangguan hemodinamik.

Penelitian ini memiliki urgensi klinis yang tinggi karena gangguan reologi darah pada demam tifoid dapat berkontribusi terhadap komplikasi serius, seperti syok sepsis atau perdarahan usus. LED, hematokrit, dan RDW merupakan pemeriksaan hematologi rutin yang mudah diakses dan murah, sehingga jika terbukti berkaitan dengan gangguan reologi, mereka dapat dimanfaatkan sebagai alat pemantauan tambahan (Al-Windy, 2023; Li, 2021; India). Selain itu, hingga saat ini masih sedikit studi yang mengeksplorasi hubungan antara tifoid dan perubahan sifat aliran darah. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat mengisi gap pengetahuan tersebut dan memberikan panduan baru dalam penanganan pasien demam tifoid, terutama dalam hal pencegahan komplikasi terkait gangguan sirkulasi.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan komprehensif dalam menganalisis parameter reologi darah pada demam tifoid, yang selama ini lebih sering dipelajari secara terpisah. Studi ini tidak hanya melihat LED sebagai penanda inflamasi, tetapi juga mengaitkannya dengan hematokrit dan RDW untuk menilai dampak keseluruhan terhadap viskositas dan aliran darah. Selain itu, penelitian ini berpotensi mengungkap mekanisme baru di balik komplikasi tifoid yang berkaitan dengan gangguan hemodinamik.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji parameter hematologi pada demam tifoid. Studi yang dilakukan oleh Marcella (2024) menginvestigasi parameter hematologi pada 120 pasien demam tifoid yang dirawat di rumah sakit di Aceh, Indonesia. Penelitian ini menemukan bahwa LED dan hitung leukosit merefleksikan aspek berbeda dari respons inflamasi terhadap infeksi *Salmonella typhi*, dimana LED yang meningkat secara konsisten dapat menjadi penanda inflamasi sistemik yang lebih andal dibandingkan hitung leukosit yang bervariasi. Studi ini memberikan dasar penting untuk penelitian lebih lanjut mengenai hubungan antara parameter hematologi dengan komplikasi dan prognosis pasien demam tifoid (Marcella, 2024). Sementara itu, penelitian Siddique (2024) mengungkapkan bahwa 68% pasien menunjukkan abnormalitas hematokrit, dengan 42% mengalami peningkatan kadar ($>46\%$) akibat dehidrasi dan 26% mengalami penurunan ($<36\%$) terkait perdarahan usus atau sepsis. Selain itu, anemia berat ($Hb < 8 \text{ g/dL}$) ditemukan pada 31% kasus, terutama pada pasien anak, sementara trombositopenia ($<150.000/\mu\text{L}$) terjadi pada 39% subjek penelitian. Temuan unik lainnya adalah korelasi signifikan antara status sosioekonomi rendah dengan komplikasi hematologi—pasien dari kelompok ekonomi lemah memiliki risiko anemia 2,3 kali lebih tinggi (95% CI: 1,7–3,1) dan durasi rawat inap lebih panjang (rata-rata 8,2 hari vs. 5,6 hari pada kelompok ekonomi tinggi) (Siddique, 2024). Dalam konteks RDW, meta-analisis oleh Li *et al.* (2021) menemukan bahwa peningkatan RDW berkaitan dengan mortalitas pada pasien sepsis, meskipun belum ada studi spesifik pada tifoid (Li, 2021). Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Silva (2019) mengungkapkan perubahan signifikan pada morfologi eritrosit dan sifat reologi darah pada pasien dengan infeksi bakteri berat. Penelitian yang dilakukan terhadap 85 pasien sepsis bakterial dan 50 individu sehat sebagai kontrol ini menunjukkan bahwa deformabilitas eritrosit menurun drastis hingga 35% pada pasien sepsis ($p = 0,002$), yang berkaitan dengan peningkatan kekakuan membran sel darah merah. Selain itu, terjadi peningkatan ektositosis (pembentukan vesikel membran) sebesar 3,5 kali lipat dibandingkan kelompok kontrol ($p < 0,001$), serta anisositosis (variasi ukuran eritrosit) 2,8 kali lebih tinggi. Dalam konteks hemoreologi, penelitian ini menemukan bahwa viskositas darah meningkat 25% pada pasien sepsis ($p = 0,01$), terutama akibat agregasi eritrosit dan peningkatan protein fase akut seperti fibrinogen. Temuan lain yang penting adalah korelasi kuat antara penurunan deformabilitas eritrosit dengan tingkat keparahan sepsis (skala SOFA; $r = -0,72$, $p < 0,001$), menunjukkan bahwa perubahan ini mungkin berkontribusi pada gangguan mikrosirkulasi dan hipoksia jaringan pada pasien kritis (Silva, 2019). Gap utama dari literatur yang ada adalah kurangnya studi yang mengintegrasikan LED, hematokrit, dan RDW untuk menilai reologi darah secara

menyeluruh pada tifoid, serta belum adanya konsensus mengenai implikasi klinis perubahan parameter tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pemahaman dampak demam tifoid terhadap sifat reologi darah dan implikasinya dalam tata laksana pasien.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan *cross-sectional* untuk menganalisis parameter reologi darah pada pasien demam tifoid, meliputi: nilai Laju Endap Darah (LED), Hematokrit (HCT), dan jumlah eritrosit pada pasien demam tifoid di RSUD Lirboyo Kediri. Metode penelitian deskriptif yang digunakan bertujuan untuk mendefinisikan karakteristik parameter reologi darah pada populasi pasien tifoid tanpa melakukan intervensi atau membandingkan kelompok. Penelitian ini mengambil populasi berupa seluruh pasien yang terdiagnosis demam tifoid di RSUD Lirboyo Kediri selama periode 29 April hingga 18 Mei 2024. Penelitian ini menetapkan kriteria inklusi yang ketat untuk memastikan homogenitas sampel. Kriteria inklusi meliputi: (1) pasien dengan hasil pemeriksaan Widal positif untuk kedua antigen O dan H dengan titer $\geq 1/160$ sebagai konfirmasi diagnosis demam tifoid, (2) pasien tanpa riwayat penyakit penyerta seperti anemia, tuberkulosis, leukemia, atau penyakit jantung yang dapat memengaruhi parameter hematologi, serta (3) pasien perempuan yang tidak sedang menstruasi atau hamil untuk menghindari pengaruh perubahan fisiologis terhadap hasil pemeriksaan darah. Kriteria eksklusi ditetapkan untuk mengontrol variabel pengganggu, mencakup: (1) pasien yang telah menerima transfusi darah dalam 1 bulan terakhir, (2) pasien yang sedang mengonsumsi obat-obatan yang memengaruhi viskositas darah seperti antikoagulan, steroid, atau obat antiinflamasi nonsteroid, dan (3) pasien dengan kondisi imunokompromais seperti HIV/AIDS atau penerima terapi immunosupresan. Pemilihan kriteria ini didasarkan pada pertimbangan klinis untuk meminimalkan bias dalam pengukuran parameter reologi darah (LED, hematokrit, dan distribusi eritrosit). Pembatasan terhadap kondisi menstruasi dan kehamilan pada pasien perempuan dimaksudkan untuk meniadakan pengaruh fluktuasi hormon dan perubahan volume darah yang dapat mengganggu interpretasi hasil. Sementara itu, pengecualian pasien dengan penyakit kronis bertujuan untuk memastikan bahwa perubahan parameter darah yang teramati benar-benar berkaitan dengan infeksi tifoid.

Instrumen pengumpulan data meliputi pengambilan sampel darah vena untuk pemeriksaan laboratorium (LED, hematokrit, dan RDW), lembar observasi klinis (suhu tubuh, frekuensi nadi, dan gejala), serta kuesioner data demografis (usia, jenis kelamin, riwayat penyakit). Teknik pengumpulan data dilakukan secara prospektif dengan prosedur standar pengambilan darah menggunakan tabung EDTA dan pengukuran LED metode *Westergren*, hematokrit melalui mikrohematokrit, serta RDW dengan analisis otomatis (alat hematology analyzer). Analisis data menggunakan analisis deskriptif dan studi literatur.

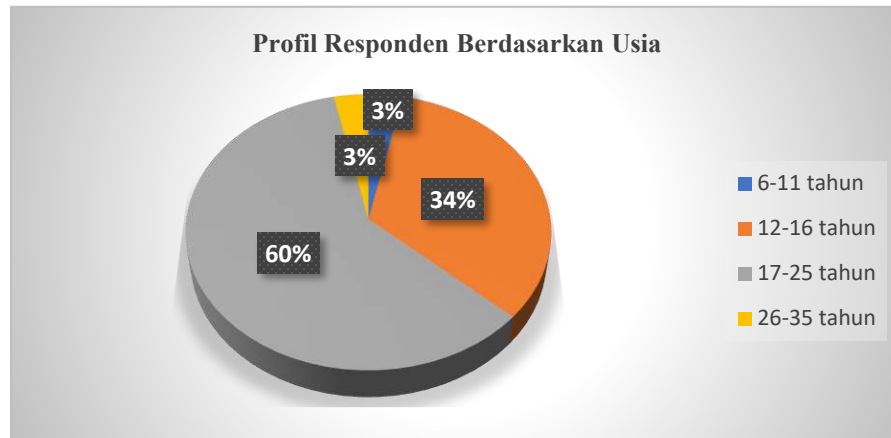
HASIL DAN PEMBAHASAN

Demam tifoid, penyakit sistemik yang disebabkan oleh *Salmonella typhi*, tidak hanya menimbulkan manifestasi klinis berupa demam dan gangguan gastrointestinal, tetapi juga memicu perubahan signifikan pada sifat reologi darah. Perubahan ini mencerminkan respons tubuh terhadap proses inflamasi sistemik dan dapat menjadi penanda penting dalam memahami patofisiologi penyakit serta potensi komplikasinya. Berikut profil responden berdasarkan usia dan jenis kelamin.



Gambar 1 Profil Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Data dari 30 responden menunjukkan disparitas yang signifikan dalam distribusi kasus demam tifoid berdasarkan jenis kelamin. Perempuan mendominasi dengan 23 kasus (76,7%), sementara laki-laki hanya menyumbang 7 kasus (23,3%). Perbedaan mencolok ini dapat dijelaskan melalui beberapa faktor potensial. Pertama, aspek biologis seperti perbedaan respons imun antara perempuan dan laki-laki, meskipun memerlukan penelitian lebih lanjut untuk konfirmasi. Kedua, faktor perilaku dan sosial seperti peran gender dalam persiapan makanan dan aktivitas domestik dapat meningkatkan paparan perempuan terhadap sumber infeksi. Ketiga, dalam konteks budaya tertentu, perempuan lebih sering mencari pengobatan ketika sakit, sehingga terdata dalam penelitian, sementara laki-laki cenderung mengabaikan gejala awal. Namun, temuan ini bertolak belakang dengan beberapa literatur yang justru melaporkan insidensi lebih tinggi pada laki-laki karena faktor pekerjaan dan mobilitas. Oleh karena itu, diperlukan studi lebih mendalam untuk memahami determinan sosial-budaya dan biologis yang mendasari disparitas gender dalam kasus demam tifoid di lokasi penelitian ini.



Gambar 2 Profil Responden Berdasarkan Usia

Data dari 30 responden menunjukkan pola distribusi usia yang menarik pada kasus demam tifoid. Kelompok usia 17-25 tahun mendominasi dengan 18 kasus (60%), mengindikasikan bahwa populasi dewasa muda merupakan kelompok paling rentan terhadap infeksi *Salmonella typhi*. Tingginya angka pada kelompok ini berkaitan dengan faktor perilaku seperti mobilitas tinggi, kebiasaan makan di tempat umum, dan kesadaran higiene yang belum optimal. Kelompok remaja (12-16 tahun) menempati posisi kedua dengan 10 kasus (33.3%), dimana faktor lingkungan seperti lingkungan tempat tinggal atau sekolah dengan sanitasi terbatas berperan penting. Sementara itu, kelompok usia ekstrem menunjukkan angka yang jauh lebih rendah, yaitu hanya 1 kasus (3.3%) masing-masing untuk anak-anak 6-11 tahun dan dewasa 26-35 tahun. Pada anak kecil, meskipun sistem imun belum matang, angka yang rendah ini mencerminkan pengawasan orang tua yang lebih ketat terhadap kebersihan makanan dan sanitasi lingkungan. Sedangkan pada kelompok dewasa 26-35 tahun, imunitas spesifik melalui paparan sebelumnya serta gaya hidup yang lebih terkontrol berperan dalam menekan angka infeksi. Pola distribusi ini menggarisbawahi pentingnya intervensi kesehatan masyarakat yang spesifik usia, terutama pada populasi remaja dan dewasa muda yang merupakan kelompok berisiko tinggi.

Tabel 1. Data Hasil Pemeriksaan Hematologi Responden

Kode Sampel	P/L	Usia (Tahun)	Hasil Pemeriksaan Hematologi					
			LED (mm/Jam)	Keterangan	HCT (%)	Keterangan	Jumlah Eritrosit (Juta/ μ l)	Keterangan
1	P	18	76	Tinggi	33.9	Rendah	4.8	Normal
2	L	31	11	Normal	45.7	Normal	5.06	Normal
3	L	23	3	Rendah	36.3	Rendah	4.67	Normal
4	L	15	2	Rendah	45.2	Normal	5.66	Tinggi
5	P	11	5	Rendah	35.9	Rendah	4.79	Normal
6	P	15	55	Tinggi	34	Rendah	4.91	Normal
7	P	14	18	Tinggi	38.3	Rendah	5.93	Tinggi
8	P	19	19	Tinggi	31.3	Rendah	4.22	Rendah

Kode Sampel	P/L	Usia (Tahun)	Hasil Pemeriksaan Hematologi					
			LED (mm/Jam)	Keterangan	HCT (%)	Keterangan	Jumlah Eritrosit (Juta/ μ L)	Keterangan
9	P	17	23	Tinggi	35.2	Rendah	4.85	Normal
10	P	18	1	Rendah	44.7	Normal	6.04	Tinggi
11	P	18	49	Tinggi	39.2	Rendah	4.77	Normal
12	P	18	22	Tinggi	37.8	Rendah	5.6	Tinggi
13	P	16	41	Tinggi	35.4	Rendah	4.59	Normal
14	P	14	54	Tinggi	36	Rendah	4.59	Normal
15	L	21	12	Normal	29.5	Rendah	5.43	Normal
16	P	19	13	Normal	32.2	Rendah	5.85	Tinggi
17	P	19	18	Tinggi	31.2	Rendah	5.21	Normal
18	L	22	3	Rendah	48.8	Tinggi	6.04	Tinggi
19	P	15	50	Tinggi	35.1	Rendah	4.87	Normal
20	P	15	17	Tinggi	42.8	Normal	5.33	Normal
21	P	16	14	Normal	34.1	Rendah	4.37	Normal
22	P	18	29	Tinggi	38.7	Rendah	4.65	Normal
23	P	17	29	Tinggi	27.3	Rendah	4.86	Normal
24	P	14	121	Tinggi	33.5	Rendah	4.19	Rendah
25	P	13	21	Tinggi	42.7	Normal	5.29	Normal
26	P	17	5	Rendah	35.3	Rendah	4.59	Normal
27	P	13	24	Tinggi	36.5	Rendah	4.84	Normal
28	P	17	58	Tinggi	32.4	Rendah	4.01	Rendah
29	L	20	30	Tinggi	29.9	Rendah	4.6	Normal
30	L	21	46	Tinggi	29	Rendah	4.73	Normal

Keterangan:**Laju Endap Darah (LED)**Pria: usia <50 tahun: 0-15 mm/jam; $\geq$ 50 tahun: 0-20 mm/jamWanita: usia <50 tahun: 0-20 mm/jam; $\geq$ 50 tahun: 0-30 mm/jam**Hematokrit (HCT)**

Pria: 38,8 – 50,0%

Wanita: 34,9 – 44,5%

EritrositPria: 4,5 – 5,9 juta/ μ LWanita: 4,1 – 5,1 juta/ μ L

Sumber: Data hasil penelitian peneliti (2024)

Studi terhadap 30 pasien demam tifoid menunjukkan perubahan signifikan pada parameter reologi darah. Sebanyak 80,6% sampel mengalami peningkatan Laju Endap Darah (LED) di atas nilai normal (10-15 mm/jam), dengan rata-rata 28 mm/jam dan kasus ekstrem mencapai 121 mm/jam. Temuan ini sesuai dengan karakteristik inflamasi sistemik pada tifoid, di mana peningkatan protein fase akut seperti fibrinogen dan globulin memicu agregasi eritrosit. Hasil tersebut sejalan dengan berbagai literatur yang menyatakan LED

sebagai penanda sensitif untuk infeksi bakteri sistemik. Analisis hematokrit (HCT) menunjukkan 71% sampel berada di bawah rentang normal (40-48%), dengan rata-rata 36%, mengindikasikan anemia inflamasi akibat supresi eritropoesis oleh sitokin pro-inflamasi (IL-6, TNF- α) atau perdarahan intestinal mikroskopis. Namun, tiga kasus menunjukkan HCT >48%, diduga terkait dehidrasi berat. Sementara itu, 61,3% sampel memiliki jumlah eritrosit normal (4,5-5,5 juta/ μ l), dengan enam kasus eritropenia (<4,5 juta/ μ l) dan enam kasus eritrositosis (>5,5 juta/ μ l).

Terdapat pola menarik dimana 87,5% kasus dengan LED tinggi berkorelasi dengan HCT rendah, meski tidak ditemukan hubungan linier sederhana antarparameter. Misalnya, pasien dengan LED tertinggi (121 mm/jam) justru menunjukkan jumlah eritrosit terendah (4,19 juta/ μ l), menegaskan kompleksitas mekanisme patofisiologis yang melibatkan inflamasi dan gangguan hematopoiesis. Temuan ini menekankan pentingnya pemantauan serial parameter reologi darah untuk deteksi dini komplikasi seperti perdarahan atau hemolisis. Studi ini memiliki beberapa keterbatasan, termasuk rentang usia sampel yang sempit (11-31 tahun) dan kurangnya data klinis pendukung seperti skor SOFA atau kadar fibrinogen.

Darah sebagai fluida non-Newtonian menunjukkan perilaku aliran kompleks selama inflamasi sistemik. Peningkatan LED mencerminkan perubahan viskositas akibat agregasi eritrosit yang diperantarai protein fase akut, sesuai hukum Stokes. Secara fisika, fenomena ini meningkatkan densitas relatif eritrosit terhadap plasma, mempercepat sedimentasi. Agregasi juga mengubah sifat *shear-thinning* darah, di mana viskositas meningkat pada aliran lambat di pembuluh kecil akibat pembentukan *rouleaux*, mengganggu mikrosirkulasi. Penurunan HCT secara teori seharusnya mengurangi viskositas berdasarkan hukum Einstein, namun dalam tifoid, efek ini diimbangi peningkatan viskositas plasma akibat inflamasi. Secara hemodinamik, terjadi paradoks: darah dengan HCT rendah seharusnya mengalir lebih lancar (hukum Poiseuille), tetapi agregasi eritrosit justru meningkatkan resistensi di pembuluh kecil. Sebaliknya, kasus dengan HCT tinggi (>48%) menunjukkan peningkatan viskositas eksponensial yang berpotensi menyebabkan *sludging* darah di kapiler. Variasi jumlah eritrosit memperumit gambaran reologi: (a) Peningkatan (>5,5 juta/ μ l) meningkatkan *packing density*, berpotensi memperbesar *shear stress* pada dinding pembuluh dan (b) Penurunan (<4,5 juta/ μ l) menyebabkan ketidakseimbangan antara viskositas plasma dan komponen seluler. Dampak klinisnya meliputi gangguan distribusi aliran darah heterogen, stasis mikro, dan hipoksia jaringan, yang pada akhirnya meningkatkan beban kerja jantung.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis parameter reologi darah pada 30 pasien demam tifoid di RSUD Lirboyo Kediri, penelitian ini mengungkap perubahan signifikan yang mencerminkan respons sistemik terhadap infeksi *Salmonella typhi*. Temuan utama menunjukkan peningkatan Laju Endap Darah (LED) pada 80,6% kasus dengan nilai ekstrem mencapai 121

mm/jam, mengindikasikan proses inflamasi aktif yang diperantarai oleh peningkatan protein fase akut. Sejalan dengan itu, penurunan hematokrit (HCT) ditemukan pada 71% sampel dengan rata-rata 36%, menegaskan karakteristik anemia inflamasi yang disebabkan oleh supresi eritropoesis dan perdarahan intestinal mikroskopis. Distribusi jumlah eritrosit yang bervariasi (61,3% dalam rentang normal) serta korelasi negatif antara LED tinggi dan HCT rendah (87,5% kasus) memperlihatkan kompleksitas mekanisme patofisiologis yang melibatkan gangguan hematopoiesis dan perubahan viskositas darah. Secara klinis, temuan ini menekankan pentingnya pemantauan parameter reologi darah secara serial untuk deteksi dini komplikasi dan optimalisasi tata laksana. Keterbatasan studi, terutama pada rentang usia sampel yang sempit dan kurangnya data marker inflamasi pendukung, membuka peluang untuk penelitian lanjutan dengan desain lebih komprehensif guna mengeksplorasi hubungan kausal antara perubahan reologi darah dengan *outcome* klinis pasien demam tifoid.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang tulus kepada berbagai pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini. Ungkapan terima kasih yang mendalam kami sampaikan kepada Direksi dan staf medis RSUD Lirboyo Kediri yang telah memberikan izin dan fasilitas dalam pengumpulan data pasien. Kami juga berterima kasih kepada tim laboratorium yang telah membantu dalam proses analisis sampel darah dengan ketelitian tinggi. Penghargaan khusus kami sampaikan kepada seluruh pasien yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Windy, S. (2023). Variations of blood viscosity in acute typhoid fever: A cross-sectional study. *Journal of Medicine and Life*, 16(10), 1448. Diakses pada: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10835560/>.
- Fatahian, E. K. (2018). A review on rheology of non-newtonian properties of blood. *IJUM Engineering Journal*, 19(1), 237-250. Diakses pada: <https://journals.iium.edu.my/ejournal/index.php/iiumej/article/view/826>.
- Gunawan, A. R. (2022). Hubungan Personal Hygiene Dengan Kejadian Demam Typhoid Pada Remaja Di Wilayah Kerja Puskesmas Imbanagara Kabupaten Ciamis. *Healthcare Nursing Journal*, 4(2), 404-412. Diakses pada: <https://journal.umtas.ac.id/healthcare/article/download/2418/1169>.
- India, A. o. (n.d.). *Update on Tropical Fever*. India: India College of Physicians. Diakses pada: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44502587/Viral_hemorrhagic_fever_in_India_a20160407-30463-1hrnlyf-libre.pdf?1460027018=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DViral_hemorrhagic_fever_in_India.pdf.
- Khairunnisa, S. H. (2020). Hubungan Jumlah Leukosit dan Persentase Limfosit terhadap Tingkat Demam pada Pasien Anak dengan Demam Tifoid di RSUD Budhi Asih

- Tahun 2018–Oktober 2019. In *Seminar Nasional Riset Kedokteran*, 1 (1), 60-69. Diakses pada: <https://conference.upnvj.ac.id/index.php/sensorik/article/view/434>.
- Li, Y. S. (2021). Association between red cell distribution width and hospital mortality in patients with sepsis. . *Journal of International Medical Research*, 49(4), 03000605211004221. Diakses pada: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/03000605211004221>.
- Marscella, N. A. (2024). Description Of Leukocyte Count And Erythrocyte Sedimentation Rate (LED) Values In Typhoid Fever Patients. In *AICH: Aceh International Conference on Health*, 1 (1), 1-8. Diakses pada: <https://journal.poltekkesaceh.ac.id/index.php/aich/article/view/694>.
- Masyitah, C. &. (2021). Analisa Laju Endap Darah (:ED) pada Penderita Demam Tifoid di RSUD Bandung Medan Tahun 2021 . *Jurnal Teknologi Kesehatan dan Ilmu Sosial (TEKESNOS)*, 3(2), 220-224. Diakses pada: <https://e-journal.sari-mutiara.ac.id/index.php/tekesnos/article/download/2672/1797>.
- Nelwan, R. H. (2012). Tata laksana terkini demam tifoid. *Continuing Medical Education*, 39(4), 247-250. Diakses pada: <https://repository.deepublish.com/publications/588466/kenali-demam-tifoid-dan-mekanismenya>.
- Nurmansyah, D. &. (2020). Patogenesis Dan Diagnosa Laboratorium Demam Tifoid. *Klinikal Sains: Jurnal Analis Kesehatan*, 8(2), 51-61. Diakses pada: <https://jurnal.univrab.ac.id/index.php/klinikal/article/view/1409>.
- Rahardjo, T. M. (2015). Reologi Darah dan Efeknya pada Berbagai Kondisi Klinis. *Majalah Anestesia & Critical Care*, 33(1), 311-317. Diakses pada: <https://macc.perdatin.org/index.php/my-journal/article/view/53>.
- Rasyid, A. (2021). Peran parameter hemoreologi dan hemostasis sebagai faktor prognosis stroke iskemik akut dengan COVID-19. *Neurona*, 38(4), 308-314. Diakses pada: <https://ejournal.neurona.web.id/index.php/neurona/article/download/270/207>.
- Siddique, A. M. (2024). Hematological Variation and Assesment of Socioeconomic Status in Human Typhoid Patients. *African Journal of Biological Sciences*, 6(13), 4183-4194. Diakses pada: https://www.researchgate.net/profile/Muhammad-Ali-904/publication/390582302_HEMATOLOGICAL_VARIATIONS_AND_ASSESSMENT_OF_SOCIOECONOMIC_STATUS_IN_HUMAN_TYPHOID_PATIENTS/links/67f4efb803b8d7280e2efb81/HEMATOLOGICAL-VARIATIONS-A.
- Silva, A. F.-F. (2019). Erythrocytes morphology and hemorheology in severe bacterial infection. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 114, e190326. Diakses pada: <https://www.scielo.br/j/mioc/a/G3QK4jDPYG9CtnsXY3pDQsb/>.
- Sri Wahyuni, S. (2021). *Hubungan Jumlah Limfosit, Monosit, dan Laju Endap Darah pada Penderita Suspek Tifoid di RSUD Rokan Hulu (Doctorak Disertation)*. Padang: Universitas Perintis Indonesia. Diakses pada: <http://repo.upertis.ac.id/2161/>.

Pengaruh Edukasi Gerakan Cekek (Cegah Kek) Pada Ibu Hamil Terhadap Peningkatan Pengetahuan Ibu Hamil Tentang Kek Di Puskesmas Japanan Kabupaten Jombang

The effect of education on the cek movement in pregnant women on increasing pregnant women's knowledge About cek movement in japanan public health center jombang regency

Ely Isnaeni^{1*}, Paramita Ratna Gayatri², Sheylla Septina margaretha³, Yanuar Eka Pujiastutik⁴

^{1,2,3} Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri

* Ely.isnani@iik.ac.id

ABSTRAK

Latar belakang: Data dari Dinas Kesehatan Kabupaten Jombang pada tahun 2023 Puskesmas Japanan ibu hamil mengalami kurang pengetahuan tentang KEK dan cara mencegah terjadinya KEK pada kehamilannya. **Tujuan :** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tentang ada atau tidaknya pengaruh edukasi gerakan CEKEK (Cegah KEK) pada ibu hamil terhadap peningkatan pengetahuan ibu hamil tentang KEK di Puskesmas Japanan Kabupaten Jombang. **Metode:** Penelitian ini menggunakan penilaian dari pre test dan post test, untuk mengetahui tingkatpengetahuan ibu hamil dengan jumlah 35 responden di Puskesmas Japanan Kabupaten Jombang di ambil dengan teknik simpel random sampling. Mengumpulkan data dengan lembar observasi sebelum dan sesudah intervensi. **Hasil :** Dalam penelitian menyatakan Ada perbedaan nilai rata-rata sebelum dan sesudah intervensi diberikan edukasi kesehatan offline dengan kunjungan rumah responden dengan p-value 0,000. Ada pengaruh edukasi kesehatan yang diberikan kepada ibu hamil KEK dengan door to door. **Kesimpulan:** Ada pengaruh edukasi kesehatan terhadap pengetahuan ibu hamil KEK di Puskesmas Japanan Kabupaten Jombang dengan hasil *p-value sebesar 0.000* yang berarti $p < \alpha$ ($\alpha = 0,05$). Sehingga diharapkan dari hasil penelitian yang dibuat dapat menjadi motivasi untuk terus memberikan dampingan dan dukungan bagi ibu hamil KEK oleh tenaga kesehatan.

Kata kunci: Edukasi kesehatan, Kekurangan Energi Kronis (KEK), pengetahuan ibu hamil,

ABSTRACT

Background: Data from the Jombang District Health Service in 2023, Japanan Health Center, pregnant women experience a lack of knowledge about CED and how to prevent CED from occurring in their pregnancy. **Objective:** This study aims to find out whether or not there is an influence of education on the CEKEK (Prevent CED) movement for pregnant women on increasing pregnant women's knowledge about CED at the Japanan Community Health Center, Jombang Regency. **Method:** This study used assessments from pre-test and post-test, to determine the level of knowledge of pregnant women with a total of 35 respondents at the Japanan Health Center, Jombang Regency, taken using a simple random sampling technique. Collect data with observation sheets before and after intervention. **Results:** The research stated

that there was a difference in the average value before and after the intervention given offline health education and the respondent's home visit with a p -value of 0.000. There is an influence of health education given to CED pregnant women by visiting respondents' homes. **Conclusion:** There is an influence of health education on the knowledge of CED pregnant women at the Japanan Community Health Center, Jombang Regency with a p -value of 0.000, which means $p < \alpha$ ($\alpha = 0.05$). So it is hoped that the results of the research produced can be a motivation to continue to provide assistance and support for pregnant women with KEK by health workers.

Keywords: Health education, Chronic Energy Deficiency (CED), knowledge of pregnant women.

PENDAHULUAN

Peran nutrisi yang tepat pada ibu hamil sangatlah penting, sejak trimester pertama kehamilan dari hari pertama hingga seribu hari kehidupan. Nutrisi adalah masalah besar yang terjadi antara lain di Indonesia yaitu Anemia, *Kekurangan Energi Protein* (KEP), *Gangguan Akibat Defisiensi Yodium* (GAKY) dan *Kekurangannya Vitamin A* (KVA). Salah satu masalah gizi pada ibu hamil yaitu *Kurang Energi Kronis* (KEK). Di Indonesia adalah KEK (Dini et al., 2021). Ibu hamil yang berisiko mengalami *Kekurangan Energi Kronis* (KEK) atau gizi buruk yang berlangsung lama (kronis) dan bersifat signifikan diukur dengan lingkaran lengan atas dan ibu dikatakan KEK lingkaran lengan ibu hamil $< 23,5$ cm. Ibu hamil memerlukan nutrisi mendapat perhatian karena sangat mempengaruhi perkembangan janin yang sedang ada didalam kandungannya hingga kelahirannya.

Menurut Sari & Deltu, 2021, *Kekurangan Energi Kronik* (KEK) pada ibu hamil didunia mencapai 41%. Di Indonesia berada pada urutan keempat dengan prevalensi KEK terbesar pada ibu hamil sebesar 35.5%. Pada data Riskesdas 2021, menunjukkan prevalensi risiko KEK 29,8% terjadi pada Wanita hamil yang terjadi di Jawa Timur. Sedangkan data nasional kasus KEK sebesar 28% menunjukkan kejadian KEK di Jawa Timur melebihi rata-rata nasional. Menurut Dinas Kesehatan Kabupaten Jombang pada bulan januari sampai bulan agustus tahun 2023, ibu hamil sekabupaten Jombang sebanyak 7185 ibu hamil dan ibu hamil yang mengalami KEK sebanyak 666 ibu hamil atau sekitar 9%. Dari data tersebut pada tahun 2023 pada puskesmas japanan termasuk tinggi dibandingkan dengan puskesmas lainnya yang berada di Jombang yaitu dengan ibu hamil di puskesmas Japanan sebanyak 341 ibu hamil dan 83 ibu hamil yang mengalami KEK atau sekitar 24%, yang dikarenakan kurang pengetahuan ibu hamil tentang KEK dan cara mencegah terjadinya KEK pada kehamilannya. Dari data tersebut dapat dibuktikan setelah melakukan wawancara kepada beberapa ibu hamil ternyata terdapat faktor yang menyebabkan ibu hamil mengalami KEK yaitu tingkat pengetahuan ibu hamil tentang gizi dan KEK kurang. Sehingga perlu dilakukannya tingkat pendidikan pada ibu hamil untuk mengurangi angka kejadian KEK.

KEK yang dialami ibu hamil berhubungan dengan tingkat pendidikan yang mempengaruhi pengetahuan, perilaku, status pekerjaan, pendapatan dan usia kehamilan. Metode yang dapat digunakan untuk pencegahan dan mengatasi prevalensi KEK pada ibu hamil, yaitu salah satunya memberikan pendidikan kesehatan tentang Gerakan CEKEK (Cegah

KEK) yang dimaksud disini adalah gerakan 5M yaitu mengkonsumsi, mengubah, menerapkan, mengobati, menjaga. Disini diharapkan ibu hamil dapat mengkonsumsi makanan tambahan (PMT) untuk ibu hamil, lalu juga diharapkan ibu hamil dapat mengubah kesediaan makanan bergizi di rumah seperti telur, ikan, ayam, daging yang sudah matang, sayur dan buah-buahan segar, nasi dan umbi-umbian, kacang-kacangan dan susu ibu hamil, lalu dari mengubah kesediaan tersebut maka ibu hamil dapat menerapkan pola makan yang benar dan asupan gizi yang penting bagi ibu hamil, selain itu ibu hamil juga harus mengobati penyakit infeksi yang mungkin mengganggu pencernaan, dan ibu hamil juga harus menjaga kebersihan dan kesegaran makanan yang akan dikonsumsi.

Pendidikan kesehatan sangat diperlukan untuk ibu hamil muda yang bisa menyebabkan kurangnya pengetahuan (Amalia, Nugraheni, Kartini, 2018). Pendidikan kesehatan ini digunakan untuk sarana meningkatkan pengetahuan pada ibu hamil. Pengetahuan sendiri merupakan hasil proses mencari tahu apa yang telah terjadi sebelumnya ketidaktahuan menjadi pengetahuan, ketidakmampuan menjadi kemampuan (Notoatmodjo, 2014). Pada hakekatnya masalah KEK pada ibu hamil dapat berdampak menimbulkan gangguan kesehatan bagi ibu dan janin seperti berat badan lahir rendah, retardasi pertumbuhan, anemia, preeklampsia dan akan mengalami komplikasi kehamilan lainnya (Nurhayati, 2020). Berdasarkan dari hasil pengulasan dari latar belakang diatas karena kurangnya kesadaran ibu hamil sehingga banyak ibu hamil yang belum menyadari dampak serius KEK pada kesehatan ibu dan janin, sehingga edukasi menjadi krusial untuk meningkatkan kesadaran ibu (Lestari, D., 2021).

Maka peneliti tertarik untuk menggali lebih dalam mengenai pengaruh edukasi gerakan cegah KEK pada ibu hamil terhadap peningkatan pengetahuan mereka tentang KEK, diharapkan penelitian ini dapat memberikan wawasan baru serta kontribusi positif dalam upaya meningkatkan kesejahteraan ibu hamil di Indonesia (Yusuf et al., 2023).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain penelitian *pre eksperimental* dengan metode penelitian *One Group Pre Test dan Post Test*. Pretest responden dilakukan sebelum penyuluhan kesehatan dan post test dilakukan responden setelah penyuluhan kesehatan (Nursalam, 2017).

Pada penelitian cara pengambilan sampling yang digunakan penelitian adalah *probability sampling* dengan teknik *simple random sampling*. Penelitian ini dilakukan di Puskesmas Jombang selama 1 minggu yang dilakukan secara offline door to door. Populasi pada penelitian ini adalah ibu hamil KEK dengan jumlah 55 ibu hamil dan sampel yang didapatkan sebanyak 35 sampel.

Pada penelitian ini menggunakan skala ordinal untuk mengumpulkan data tingkat pengetahuan dan memahami tentang KEK. Penelitian dimulai dengan memberikan penjelasan kepada calon responden dan memberikan *inform consent*, setelah itu melakukan *pre test* dengan memberikan lembar kuensioner. Setelah itu responden diberikan edukasi kesehatan mengenai Gerakan CEKEK (Cegah KEK) selama dan kemudian melakukan *post test* dengan mengisi kuensioner kembali.

Analisa yang digunakan adalah univariat dan bivariat. Analisa univariat digunakan untuk menggambarkan data berupa frekuensi dari data yang diperoleh. Analisa bivariat digunakan

untuk mengetahui pengaruh dari variable independent terhadap variable dependent. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan uji Wilcoxon untuk mengetahui tingkat pengetahuan dan memahami yang telah diberikan kepada responden.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1 Karakteristik Usia Ibu Hamil di Puskesmas Japanan Tahun 2024

No	Usia	F	%
1	16	1	2,9
2	18	1	2,9
3	19	2	5,7
4	21	3	8,6
5	22	3	8,6
6	23	4	11,4
7	24	5	14,3
8	26	3	8,6
9	27	2	5,7
10	28	2	5,7
11	29	1	2,9
12	30	4	11,4
13	32	1	2,9
14	34	1	2,9
15	36	1	2,9
16	38	1	2,9
Total		35	100,0

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa frekuensi usia paling banyak yaitu usia 24 tahun dengan frekuensi 5 responden (14,3 %) dari total 35 responden. Dan yang paling sedikit yaitu usia 16, 18, 29, 32, 34, 36, dan 38 cm dengan total frekuensi 1 responden setiap ukuran tersebut (2,9 %).

Tabel 2 Karakteristik Berdasarkan Pendidikan Pada Ibu Hamil Di Puskesmas Japanan Tahun 2024

No	Pendidikan Ibu	F	%
1	SD	2	5,7
2	SMP	4	11,4
3	SMA/Sederajat	25	71,4
4	D1	1	2,9
5	D4	1	2,9
6	S1	2	5,7
Total		35	100,0

Berdasarkan tabel 2 diketahui responden berpendidikan SMA yaitu 25 responden (71,4%) dari total 35 responden. Dan yang paling sedikit yaitu Pendidikan D1 dan D4 dengan total frekuensi 1 responden tersebut (2,9 %).

Tabel 3 Karakteristik Berdasarkan Penghasilan Dari Pekerjaan Suami Pada Ibu Hamil Di Puskesmas Japanan Tahun 2024

No	Penghasilan Dari Pekerjaan Suami	F	%
----	----------------------------------	---	---

1	Rp. 1.200.000	16	45,7
2	≥ Rp. 1.200.000	9	25,7
3	≤ Rp. 650.000	10	28,6
Total		35	100,0

Berdasarkan tabel 3 diketahui penghasilan dari pekerjaan suami responden Rp. 1.200.000 yaitu 16 responden (45,7%) dari total 35 responden. Dan yang paling sedikit yaitu penghasilan dari pekerjaan suami ≥ Rp. 1.200.000 dengan total frekuensi 10 responden tersebut (25,7 %).

Tabel 4 Distribusi tingkat pengetahuan ibu hamil mengenai Gerakan CEKEK (Cegah KEK) terhadap tingkat pengetahuan ibu hamil tentang KEK sebelum diberikan edukasi.

Pengetahuan sebelum dilakukan No edukasi (Pre Test)		F	%
1	Pengetahuan Baik	11	31,4
2	Pengetahuan Sedang	17	48,6
3	Pengetahuan Kurang	7	20,0
Total		35	100,0

Berdasarkan tabel 4 diketahui sebagian besar responden sebelum diberikan edukasi Gerakan CEKEK (Cegah KEK) terhadap tingkat pengetahuan ibu hamil tentang KEK memiliki pengetahuan sedang yaitu 17 responden (48,6 %).

Tabel 5 Distribusi Tingkat Pengetahuan Ibu hamil Sesudah Diberikan Edukasi Gerakan CEKEK (Cegah KEK) terhadap tingkat pengetahuan ibu hamil tentang KEK

No Pengetahuan sesudah dilakukan edukasi (Post Test)		F	%
1	Pengetahuan Baik	28	80,0
2	Pengetahuan Sedang	5	14,3
3	Pengetahuan Kurang	2	5,7
Total		35	100,0

Berdasarkan tabel 5 diketahui sebagian besar responden sesudah diberikan Edukasi Gerakan CEKEK (Cegah KEK) terhadap tingkat pengetahuan ibu hamil tentang KEK, memiliki pengetahuan baik yaitu 28 responden (80 %).

Tabel 6 Analisis pengaruh edukasi Gerakan CEKEK (Cegah KEK) pada ibu hamil terhadap peningkatan pengetahuan ibu hamil tentang KEK di Puskesmas Japanan Kabupaten Jombang tahun 2024

Pengetahuan	Pengetahuan sebelum edukasi		Pengetahuan sesudah edukasi	
	F	%	F	%
Baik	11	31,4	28	80,0

Sedang	17	48,6	5	14,3
Kurang	7	20,0	2	5,7
Total	35	100	35	100
Mean (skor rata-rata kuesioner)	13.23		16.37	
Uji wilcoxon	p-value = 0.000 < α = 0.05			

Berdasarkan tabel 6 diketahui hasil nilai rata-rata skor jawaban kuesioner didapatkan mengalami peningkatan sebesar 3.14 dari skor pretest 13.23 menjadi skor posttest 16.37. Hasil uji wilcoxon didapatkan p-value = 0.000 < α = 0.05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tingkat pengetahuan ibu hamil mengenai Gerakan CEKEK (Cegah KEK) terhadap tingkat pengetahuan ibu hamil tentang KEK sebelum diberikan edukasi

Berdasarkan tabel V.IV diketahui sebagian besar responden sebelum diberikan edukasi Gerakan CEKEK (Cegah KEK) terhadap tingkat pengetahuan ibu hamil tentang KEK memiliki pengetahuan sedang yaitu 17 responden (48,6 %) dapat dilihat dari tingkat usia hamil 19, 24, 26 32, dan 38 tahun yang memiliki pengetahuan sedang sebanyak 1 responden disetiap masing-masing usianya. Dan usia ibu hamil 22, 23, 28 tahun sebanyak 2 responden disetiap masing-masing usianya, sedangkan pada usia 21, dan 30 tahun sebanyak 3 responden setiap masing-masing usia. Dapat dilihat juga dari segi pendidikan ibu hamil dengan pendidikan SMP sebanyak 1 responden dan pendidikan SMA sebanyak 16 responden. Dapat juga dilihat dari segi penghasilan pekerjaan suami yaitu dengan penghasilan Rp. 1.200.000 sebanyak 7 responden, $\geq$ Rp. 1.200.000 sebanyak 7 responden, dan $\leq$ Rp. 650.000 sebanyak 3 responden dari total 35 responden.

Kekurangan Energi Kronik (KEK) yaitu keadaan ibu hamil yang menderita kekurangan makanan yang berlangsung lama (kronik) dengan berbagai timbulnya gangguan kesehatan. Pada ibu dan janin, dapat dilihat bahwa ibu hamil yang berisiko mengalami kekurangan energi kronis dapat diketahui melalui pengukuran lingkaran lengan atas (LILA) yang kurang dari 23,5 cm (Suryani et al., 2021). Ibu hamil dengan Kekurangan Energi Kronis (KEK) dapat mengalami risiko kekurangan nutrisi untuk memenuhi kebutuhan metabolisme. Beberapa faktor risiko yang dapat mempengaruhi kurang energi kronis pada ibu hamil antara lain usia, status gizi, tingkat pendidikan, status ekonomi, dan frekuensi pemeriksaan kehamilan (Husna et al., 2020). Sementara itu, usia lanjut membutuhkan banyak energi, karena fungsi organ tubuh semakin menurun dan perlu berfungsi secara maksimal, sehingga memerlukan energi ekstra yang cukup untuk menunjang kelangsungan kehamilan. Oleh karena itu usia yang paling baik adalah diatas 20 tahun dan kurang dari 35 tahun, dengan harapan gizi ibu hamil akan membaik (Husna et al., 2020). Lebih lanjut dikatakan bahwa faktor penyebab KEK adalah kondisi sosial ekonomi yaitu tingkat pendidikan yang rendah, jarak kelahiran yang terlalu dekat, dan pekerjaan (Noviyanti Wiji, 2022).

Peneliti berpendapat bahwa pengetahuan ibu hamil di wilayah Puskesmas Japanan Kabupaten Jombang Tahun 2024 masih perlu ditingkatkan dengan dilakukannya pemberian

edukasi lebih ditingkatkan serta pengarahan yang bertemakan gizi selama kehamilan kepada ibu hamil yang mengalami KEK oleh tenaga kesehatan yang dapat bermanfaat, selain mengerti akan ilmu mengenai KEK, ibu hamil juga dapat terpenuhinya kebutuhan nutrisi sehingga harapannya pengetahuan dan juga nutrisi ibu hamil menjadi lebih baik dalam hal berpikir, bersikap, dan bertindak dalam memberikan asupan gizi untuk memenuhi kebutuhan gizi pada ibu dan juga janinnya dari saat hamil sampai anak dilahirkan. Sehingga dapat mengurangi angka kejadian KEK pada ibu hamil.

2. Tingkat pengetahuan ibu hamil mengenai Gerakan CEKEK (Cegah KEK) terhadap tingkat pengetahuan ibu hamil tentang KEK sesudah diberikan edukasi.

Berdasarkan tabel V.V diketahui sebagian besar responden sesudah diberikan Edukasi Gerakan CEKEK (Cegah KEK) terhadap tingkat pengetahuan ibu hamil tentang KEK, memiliki pengetahuan baik yaitu 28 responden (80 %) dapat dilihat dari segi usia 18, 19, 28, 29, 32, 36, 38 tahun yang memiliki pengetahuan baik dengan masing-masing usia memiliki jumlah 1 responden, sedangkan pada usia 26 dan 27 tahun memiliki yang memiliki pengetahuan baik yaitu 2 responden setiap masing-masing usia, pada usia 21, 22, 23, dan 30 tahun memiliki pengetahuan baik dengan jumlah responden setiap masing-masing usianya yaitu 3 responden dan pada usia 24 tahun dengan jumlah 5 responden. Dapat juga dilihat dari segi pendidikan yaitu dengan pendidikan SMP, D1,D4, dengan jumlah 2 responden pendidikan S1 dan dengan jumlah 23 responden dengan pendidikan SMA. Dan dapat juga dilihat dari segi penghasilan dari pekerjaan suami dengan penghasilan Rp.1.200.000 yang memiliki pengetahuan baik adalah 13 responden, dengan penghasilan $\geq$ Rp. 1.200.000 yang memiliki pengetahuan baik yaitu 8 responden, yang memiliki penghasilan $\leq$ Rp. 650.000 dengan pengetahuan baik yaitu 7 responden dari total 35 responden.

Peneliti berpendapat bahwa dari adanya pemberian penyuluhan atau edukasi kesehatan tingkat pengetahuan ibu hamil mayoritas menunjukkan peningkatan pengetahuan yang baik. Maka jika semakin sering ibu diberikan edukasi kesehatan pemahaman dan pengetahuan ibu hamil akan semakin bertambah. Karena pendidikan kesehatan atau edukasi kesehatan sendiri merupakan upaya terencana untuk mengubah perilaku individu, kelompok maupun masyarakat yang merupakan perubahan cara berfikir, bersikap, berbuat dengan tujuan membantu pengobatan, pencegahan penyakit, dan promosi hidup sehat. Sehingga adanya pendidikan kesehatan ini dapat membantu masyarakat terutama pada ibu hamil untuk meningkatkan pengetahuannya.

3. Analisis Pengaruh Edukasi Gerakann CEKEK (Cegah KEK) Pada Ibu Hamil Terhadap Peningkatan Pengetahuan Ibu Hamil Tentang KEK

Berdasarkan tabel V.VI diketahui hasil nilai rata-rata skor jawaban kuesioner didapatkan mengalami peningkatan sebesar 3.14 dari skor pretest 13.23 menjadi skor posttest 16.37. Hasil uji wilcoxon didapatkan $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ artinya ada Pengaruh Edukasi Gerakan CEKEK (Cegah KEK) Pada Ibu Hamil Terhadap Peningkatan Pengetahuan Ibu Hamil Tentang KEK Di Puskesmas Japanan Kabupaten Jombang 2024.

Berdasarkan hasil penelitian (Fadilah dan Fatimah 2021), semakin banyak aktivitas yang

dilakukan ibu maka semakin banyak pula energi yang dikeluarkan. Untuk memastikan kebutuhan nutrisi bayi tercukupi secara optimal, ada baiknya ibu hamil mewaspadai beberapa hal. Makan lauk pauk yang bervariasi, perbanyak makan buah dan sayur, minum suplemen zat besi selama 3 bulan. Mie instan sebaiknya tidak dikonsumsi sebagai makanan pokok. Hindari makanan yang mengandung bahan pengawet. Jangan sembarangan minum obat. Hasil penelitian ini didukung dengan penelitian (Munir, Vol: 1 No. 2, 2022) tentang “Pregnant Women’s Knowledge of Chronic Energy Deficiency with Economic Status” menyatakan terjadinya dari hasil pretest 20 responden yaitu responden yang berpengetahuan kurang sebanyak 14 orang (63,3%), responden yang berpengetahuan baik sebanyak 6 orang (27,3%). Hasil posttest terhadap 20 responden menunjukkan bahwa pengetahuan kurang sebanyak 7 orang (31,8%) dan pengetahuan baik sebanyak 13 orang (59,1%) dan pengetahuan baik sebanyak 13 orang (30%) yang dilakukan secara offline, dengan diketahui dimana hasil uji statistik diperoleh $p = 0,005 (<0,05)$.

Peneliti berpendapat bahwa pengetahuan ibu tentang KEK sangat berpengaruh terhadap pencegahan terjadinya KEK ibu hamil. Kurang pengetahuan ibu tentang KEK dapat menyebabkan pemberian gizi ibu kurang. Sebaliknya ibu hamil terus diberi dampingan edukasi agar memiliki pengetahuan yang lebih banyak akan memenuhi kebutuhan gizi saat hamil dengan baik dan benar dan adanya pendampingan dari tenaga kesehatan untuk memberi suatu menu makanan sehat setiap harinya untuk ibu hamil KEK. Karena ibu yang memiliki pengetahuan yang kurang tentang KEK maka akan kurang dalam pemenuhan gizi pada ibu dan bayi yang dikandungnya. Sehingga untuk pemenuhan gizi dan pencegahan KEK dan pengurangan angka terjadinya KEK perlunya pendampingan terhadap ibu hamil untuk meningkatkan pengetahuannya.

KESIMPULAN

Tingkat pengetahuan responden terhadap KEK sebelum diberikan pendidikan kesehatan adalah kategori pengetahuan kurang sebanyak 20,0 % yaitu 7 responden dan pengetahuan sedang sebanyak 48,6 % yaitu 17 responden. Tingkat pengetahuan responden terhadap KEK sesudah diberikan pendidikan kesehatan adalah kategori pengetahuan sedang sebanyak 14,3 % yaitu 5 responden dan kategori pengetahuan baik sebanyak 80 % yaitu 28 responden. Ada pengaruh Pendidikan kesehatan terhadap pengetahuan ibu hamil di wilayah Puskesmas Japanan Kabupaten Jombang dengan hasil $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$.

SARAN

1. Bagi Institusi

Diharapkan mampu memberi tambahan informasi keperawatan maternitas tentang pengetahuan ibu hamil tentang KEK guna menerapkan Gerakan CEKEK (Cegah KEK).

2. Bagi tempat yang diteliti

Diharapkan mampu terus memberi dampingan dan dukungan bagi ibu hamil KEK atau wanita usia subur untuk dapat meningkatkan pengetahuan tentang KEK serta manfaatnya guna untuk cegah KEK dengan menerapkan Gerakan CEKEK (Cegah KEK).

3. Bagi peneliti lain

Diharapkan dari hasil penelitian yang dibuat ini bisa menjadi acuan sumber dalam penelitian yang selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiputra. I. M. S., dkk. (2021). *Metode Penelitian Kesehatan*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Adiputra, M.S. et al. 2021, *Metodologi Penelitian Kesehatan*, Yayasan Kita Menulis, Medan.
- Agus, dan Budiman. (2013). *Kapita Selekta Kuesioner Pengetahuan dan Sikap Dalam Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Salemba Medik.
- Ahmad, A., Wagustina, S., dan Estuti, W. 2020. *Buku Saku Gizi Ibu Hamil*. Aceh. NEM.
- Aprilia, I. N. 2020. Pengaruh Kehamilan Usia Remaja Terhadap Kejadian Anemia dan KEK pada Ibu Hamil. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 11 (1): 554-559.
- Bustan, wahyuni nurqadriyani. (2020). *Hubungan Antara Pola Konsumsi Dan Pengetahuan Gizi Dengan Kejadian Kurang Energi Kronik Pada Ibu Hamil Di Wilayah Kerja Puskesmas Sudiang*. Makassar.
- Ekowati, D. (2019). Paritas > 3 dan Kekurangan Energi Kronik berhubungan dengan Kelahiran Bayi Berat Lahir Rendah di Situbondo. *Jurnal MID-Z (Midwifery Zigot) Jurnal Ilmiah Kebidanan*, 1(2), 26-29.
- Fadilah, P. N., & Fatimah, S. (2021). *Gambaran Karakteristik Ibu Hamil yang Mengalami Kekurangan Energi Kronik di PMB Bidan Iis Susilawati., SST. In BIMTAS Journal (Vol. 5, Issue 2)*. <https://doi.org/10.35568/bimtas.v5i2.1858>
- Hamidah S, Muhammad, Rizal S, *Indonesian Journal of Midwifery Today* (2023) 2(2)
- Hartati, Any, Afiyah, Maslahatul. (2021). *Efektivitas Pemberian Edukasi Kesehatan Menggunakan Media Leaflet Dengan Pengetahuan Keluarga Dalam Penanganan Kegawatdarurat Janin Pada Ibu Hamil Dengan Kekurangan Energi Kronis (KEK)*. <https://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/LIK>
- Husna, A., Andika, F. and Rahmi, N. (2020) ‘*Determinan Kejadian Kekurangan Energi Kronik (Kek) Pada Ibu Hamil Di Pustu Lam Hasan Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar*’, *Journal of Healthcare Technology and Medicine*, 6(1), p.608. doi: 10.33143/jhtm.v6i1.944.
- Iik, Miranda, Novia, Fauza. (2022). *Penyuluhan Gizi Pada Ibu Hamil Di RT 03 RW 03 Desa Sibanteng, Kecamatan Leuwisadeng, Kabupaten Bogor*. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaskat>
- Ismawati et al., 2021. *Kejadian Stunting Pada Balita Dipengaruhi Oleh Riwayat Kurang Energi Kronik Pada Ibu Hamil*. <https://www.researchgate.net/profile/EkaOktavianto/publication/349699158>
- Kemenkes RI, (2013). *Buku Saku Pelayanan Kesehatan Ibu di Fasilitas Kesehatan Dasar dan Rujukan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan RI. 2016. *INFODATIN Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI Situasi Balita Pendek*. Jakarta Selatan.
- Kementerian Kesehatan RI. 2018. *Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian RI.
- K. Yusuf et al., 2023. “*Penyuluhan Gizi Seimbang dan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat pada ibu hamil di Dusun Bonto Biraeng Kec. Marusu Kab. Maros*”.
- Lestari, D., Sulistiawati, F., & Naelasari, D. N. (2021). *Sosialisasi Perilaku Hidup Bersih dan Sehat serta Gizi Seimbang pada Ibu Hamil untuk Meningkatkan Imunitas pada Masa Pandemi Covid-19*. *Abdonesia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 20–28.

- Munir, Vol: 1 No. 2, 2022) tentang “*Pregnant Women’s Knowledge of Chronic Energy Deficiency with Economic Status*”
<https://journal.umtas.ac.id/index.php/abdimasmu/article/view/2543>
- Nasrawati Alwan, Wa Ode Salma, I Made Christian Binekada, 2023. Analisis Kejadian Kekurangan Energi Kronik (KEK) Pada Ibu Hamil Di Wilayah Kerja Puskesmas Poasia.
<https://stikes-nhm.e-journal.id/JOB/article/view/1468/1356>
- Noviyanti Wiji, Senja Atika Sari HS 2, Uswatun Hasanah, 2022. “*Application Of Health Counseling About CHRONIC ENERGY LACK (KEK) Towrd The Health Center METRO District Wesh*”. Jurnal Cendikia Muda
- Nurhayati, Isnani, Anas Rahmad Hidayat, and Tri Hartati. “*Gambaran Pengetahuan Ibu Hamil Tentang Kekurangan Energi Kronis (Kek) Di Klaten.*” Jurnal Riset Gizi 8, no. 1 (2020): 48–51.
- Nursalam. 2013. *Metodologi Penelitian Ilmu Keperawatan: Pendekatan Praktis* : Jakarta : SalembaMedika.
- Nursalam. (2014). *Manajemen Keperawatan Aplikasi dalam praktek keperawatan Profesional*, Edisi 4. Jakarta : Salemba Medika.
- Nursalam. (2016). *Metodologi Penelitian Ilmu Keperawatan*. Jakarta: Salemba Medika
- Nursalam. (2017). *Metodologi Penelitian Ilmu Keperawatan: Pendekatan Praktis*. (P. P. Lestari, Ed.) (4th ed.). Jakarta: Salemba Medika.
- O. Jayanthi *et al.*, 2021. “*index.php/J-ABDI PENYULUHAN GIZI SEIMBANG ISI PIRINGKU UNTUK MENCEGAH KURANG ENERGI KRONIK PADA IBU HAMIL DI PUSTU WALI,*” *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 2, 2021, [Online]. Available: <http://bajangjournal.com/>
- Putu, N. I., Griyadi, K., Kesehatan, F., Studi, P., & Keperawatan, S. (2019). *PENGARUH PENDIDIKAN KESEHATAN TERHADAP PENGETAHUAN WANITA USIA SUBUR DALAM PENCEGAHAN KURANG ENERGI KRONIS DI BANJAR DINAS EKA ADNYANA KUBU KARANGASEM*.
- Retni, A., & Puluhalawa, N. (n.d.). *PENGARUH PENGETAHUAN IBU HAMIL TERHADAP KEJADIAN KEKURANGAN ENERGI KRONIK DI WILAYAH KERJA PUSKESMAS BATUDAA PANTAI*.
- Rini Permata Sari, Mira Rizkia, Dara Ardhia, Vol VII, No. 2, 2023. “*Description Of Knowledge and Behavior Of Pregnant Women In Nutrition Fulfillment*”. Fakultas Keperawatan Universitas Syiah Kuala Banda Aceh
- Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) (2018). *Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian RI tahun 2018*.
http://www.depkes.go.id/resources/download/infoterkini/materi_rakorpop_2018/Hasil%20Riskesdas%202018.pdf
- Saimin, Juminten, Ade Rizky Amalia, Ashaeryanto, dan Asmarani. 2019. *Konsumsi Makanan Ibu Hamil Berhubungan Dengan Berat Badan Lahir Bayi Di Daerah Pesisir*. Fakultas Kedokteran Universitas Halu Oleo, Kendari, 6(2) : p. (570 – 576) EISSN : 2443 – 0218.
- Sari, D., & Nasuha, A. (2021). Kandungan Zat Gizi, Fitokimia, dan Aktivitas Farmakologis pada Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.): Review. *Journal of Biological Science*, 1(2), 11-18.
- Siagian N, Sihombing T, Manalu A, Yanti M, Ariescha P *JURNAL KEBIDANAN KESTRA (JKK)* (2020) 2(2) 172-177
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Manajemen*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif & Rnd*. Jakarta : Anggota Ikatan Penerbit Indonesia

- Suwito, A., & Susilawati, S. (2019). Kejadian Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada Ibu Hamil. *Jurnal Kesehatan*, 10(3), 220-227.
- Suryani, L. et al. (2021) 'Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Kekurangan Energi Kronik pada Ibu Hamil', *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 21(1), p. 311. doi: 10.33087/jiubj.v21i1.1117.
- World Health Organization (2017). *Mental disorders fact sheets*. World Health Organization. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs396/en/>
- WHO (World Health Statistics). 2018. *Angka Kematian Ibu dan Angka Kematian Bayi*. World Bank, 2018

Studi Fitokimia Kualitatif Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Berbasis Reaksi Kimia-Fisika

Qualitative Phytochemical Study of Moringa (*Moringa oleifera*) Leaves Based on Chemical-Physical Reaction

Hari Untarto Swandono¹, Arshy Prodyanatasari^{2*}, Nurul Hidayah³, Adi Laksono⁴

^{1,2,3,4} Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri, Indonesia

* arshy.prodyanatasari@iik.ac.id

ABSTRAK

Daun kelor (*Moringa oleifera* L.) telah lama dikenal sebagai tanaman dengan kandungan senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai bahan baku obat herbal. Namun, variasi metode ekstraksi dan ketiadaan standar uji fitokimia yang tervalidasi menyebabkan ketidakkonsistenan hasil skrining, sehingga diperlukan pengembangan protokol terstandar untuk menjamin kualitas ekstrak. Penelitian ini dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut sekaligus menyediakan metode yang dapat dijadikan acuan dalam identifikasi senyawa aktif daun kelor. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengembangkan panel uji fitokimia terstandar untuk delapan golongan senyawa bioaktif, (2) memvalidasi metode dengan teknik HPTLC-densitometri, dan (3) mengevaluasi pengaruh parameter ekstraksi terhadap hasil skrining. Jenis penelitian *true eksperimental* dengan metode penelitian adalah dengan mengekstraksi simplisia daun kelor menggunakan etanol 96% melalui maserasi, kemudian dimurnikan dengan fraksinasi berbasis polaritas. Skrining fitokimia dilakukan dengan uji kualitatif menggunakan reagen spesifik (*Meyer*, *Dragendorff*, *FeCl₃*, dll.), divalidasi dengan HPTLC-densitometri. Parameter ekstraksi (waktu, suhu, rasio pelarut) dievaluasi untuk menentukan kondisi optimal. Panel uji berhasil mengidentifikasi flavonoid, tanin, dan saponin pada ekstrak etanol dan terpurifikasi, sementara alkaloid dan terpenoid tidak terdeteksi. Validasi HPTLC menunjukkan korelasi kuat ($R^2 > 0,9$) antara hasil uji kualitatif dan kuantitatif untuk senyawa target. Ekstraksi dengan etanol 96% (1:10, 24 jam) menghasilkan rendemen tertinggi (19,78%) dan kandungan senyawa aktif optimal. Protokol uji fitokimia terstandar yang dikembangkan terbukti reliabel untuk skrining senyawa polar dalam daun kelor, tetapi memerlukan optimasi lebih lanjut untuk senyawa non-polar. Hasil ini menjadi dasar penting untuk standardisasi ekstrak daun kelor dalam industri fitofarmaka.

Kata kunci: *Moringa oleifera*, skrining fitokimia, validasi metode, ekstraksi terstandar

ABSTRACT

Moringa leaves (Moringa oleifera L.) have long been known as a plant containing bioactive compounds with potential as raw materials for herbal medicine. However, variations in extraction

*methods and the absence of validated phytochemical testing standards lead to inconsistent screening results, necessitating the development of a standardized protocol to ensure extract quality. This research was conducted to address this issue while providing a reliable method for identifying active compounds in moringa leaves. The study aimed to: (1) develop a standardized phytochemical testing panel for eight classes of bioactive compounds, (2) validate the method using HPTLC-densitometry, and (3) evaluate the influence of extraction parameters on screening outcomes. This true experimental study employed maceration using 96% ethanol to extract moringa leaf *simplicia*, followed by purification through polarity-based fractionation. Phytochemical screening was performed via qualitative tests using specific reagents (Meyer, Dragendorff, FeCl_3 , etc.), with validation using HPTLC-densitometry. Extraction parameters (time, temperature, solvent ratio) were evaluated to determine optimal conditions. The testing panel successfully identified flavonoids, tannins, and saponins in both ethanol and purified extracts, while alkaloids and terpenoids were not detected. HPTLC validation showed a strong correlation ($R^2 > 0.9$) between qualitative and quantitative results for target compounds. Extraction with 96% ethanol (1:10 ratio, 24 hours) yielded the highest extract yield (19.78%) and optimal active compound content. The developed standardized phytochemical testing protocol proved reliable for screening polar compounds in moringa leaves but requires further optimization for non-polar compounds. These findings provide an essential foundation for standardizing moringa leaf extracts in the phytopharmaceutical industry.*

Keywords: *Moringa oleifera*, phytochemical screening, method validation, standardised extraction

PENDAHULUAN

Moringa oleifera L., yang dikenal sebagai "*miracle tree*", telah lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional berkat kandungan senyawa bioaktifnya yang menunjukkan aktivitas antioksidan, antiinflamasi, antidiabetes, dan antimikroba (Saputra, 2021; Saras, 2022). Namun, potensinya sebagai bahan baku obat herbal terkendala oleh variasi komposisi fitokimia akibat perbedaan metode pengolahan *simplicia* dan ekstraksi (Marhaeni, 2021; Pertiwi, 2023). Meskipun senyawa aktif seperti flavonoid, kuersetin, dan asam klorogenat telah teridentifikasi (Sudarwati, 2016; Pratiwi, 2023), standarisasi *simplicia* dan ekstrak terpurifikasi masih menjadi tantangan yang belum terselesaikan.

Minat penelitian terhadap *Moringa oleifera* Lam melonjak dalam dekade terakhir, didorong oleh temuan lebih dari 100 senyawa fitokimia, termasuk senyawa fenolik baru seperti moringin dan moringinin yang memiliki aktivitas biologis unik (Avita, 2017; Tamimi, 2020). Namun, studi metabolomik terbaru mengungkapkan bahwa variasi agroekologi, (misalnya, ketinggian, jenis tanah, dan curah hujan), musim panen (kemarau vs. hujan), dan metode pengolahan (pengeringan, ekstraksi, atau fermentasi) secara signifikan memengaruhi komposisi fitokimia, termasuk kadar flavonoid, asam fenolat, dan glukosinolat (Salzabil, 2024; Berlianty, 2022; Sciara, 2018). Oleh karena itu, karakterisasi spesifik untuk setiap sumber bahan baku menjadi krusial guna menjamin konsistensi kualitas, keamanan, dan efikasi produk turunan *Moringa*, terutama dalam aplikasi farmasi, nutrasetikal, dan pangan fungsional.

Penelitian ini mendesak dilakukan seiring dengan ketatnya regulasi standardisasi bahan baku herbal oleh BPOM (Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2023). Meskipun teknik analisis modern berkembang, skrining fitokimia berbasis reaksi kimia-fisik tetap relevan sebagai metode awal yang hemat biaya, terutama setelah adanya modifikasi protokol untuk meningkatkan sensitivitas. Tujuan penelitian mencakup: (1) pengembangan panel uji terstandar untuk delapan golongan senyawa bioaktif, (2) validasi metode dengan HPTLC-densitometri, dan (3) evaluasi pengaruh parameter ekstraksi terhadap hasil skrining. Kebaruan penelitian ini terletak pada tiga aspek: (1) integrasi metode konvensional dengan *digital imaging* untuk analisis kualitatif, (2) penerapan desain eksperimen Taguchi guna mengoptimasi kondisi ekstraksi, dan (3) pengembangan sistem *scoring* terkuantifikasi untuk mengurangi subjektivitas interpretasi hasil. Pendekatan ini menjawab keterbatasan metode konvensional yang diidentifikasi dalam studi mutakhir.

Temuan terkini (2019–2024) memperkuat landasan penelitian ini. Xu (2021) membuktikan korelasi antara intensitas reaksi warna dan kandungan senyawa target melalui UV-Vis (Xu, 2021), sementara pada buku yang ditulis oleh Sarker (2024) menuliskan tentang algoritma *machine learning* untuk memprediksi fitokimia berdasarkan profil warna (Sarker, 2024). Selain itu, mengevaluasi stabilitas kompleks warna dalam uji fitokimia, memberikan dasar bagi penyusunan protokol terstandar. Implikasi penelitian bersifat multidisiplin: (1) sebagai acuan monografi simplisia daun kelor, (2) solusi *quality control* bagi UMKM fitofarmaka, dan (3) model aplikasi untuk karakterisasi tanaman obat di negara berkembang dengan keterbatasan alat analitik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan *true experimental* dengan pendekatan kualitatif untuk mengkaji kandungan fitokimia daun kelor (*Moringa oleifera*) melalui reaksi kimia-fisik. Desain penelitian ini melibatkan perlakuan terkontrol terhadap sampel daun kelor untuk mengamati perubahan variabel respons berupa hasil uji fitokimia berdasarkan reaksi warna, presipitasi, atau perubahan fisika lainnya. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biologi Farmasi dan Laboratorium Farmakognosi, Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri, selama periode April hingga Juli 2024. Populasi dalam penelitian ini adalah daun kelor (*Moringa oleifera* L.) yang berasal dari kebun institusi dengan kriteria daun muda (usia 2–4 minggu) dan bebas dari kerusakan fisik atau penyakit. Sampel penelitian berupa 500 gram daun kelor yang diambil secara acak (*simple random sampling*) dari lima pohon berbeda, dengan memperhatikan posisi daun (atas, tengah, bawah) untuk meminimalkan bias. Sampel kemudian dicuci dengan aquades untuk menghilangkan kontaminan sebelum proses ekstraksi (Nouman, 2014).

Prosedur penelitian meliputi dua tahap utama: (1) ekstraksi dan (2) skrining fitokimia kualitatif. Pada tahap ekstraksi, daun kelor dimaserasi apa menggunakan pelarut etanol 70% (perbandingan 1:10 berat/volume) selama 24 jam, kemudian difiltrasi dan dipekatkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 40°C (Saini, 2016; Yulia, 2022). Ekstrak

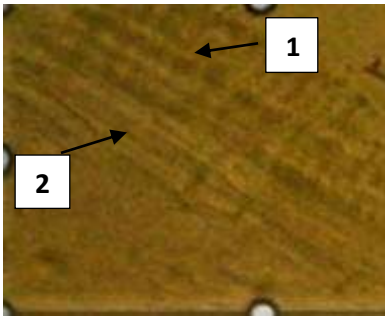
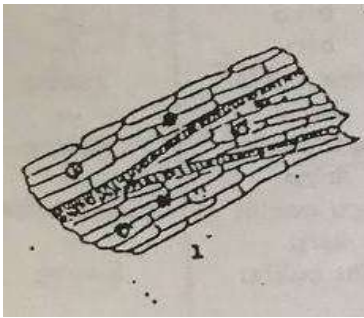
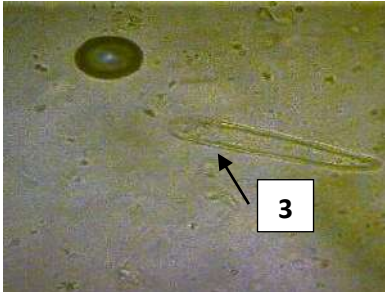
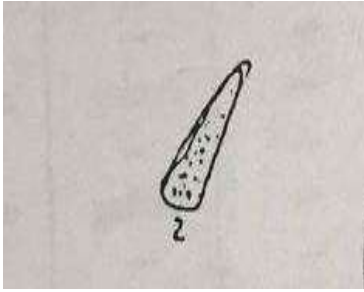
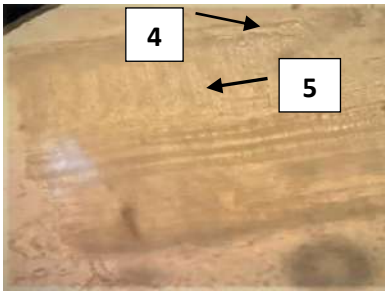
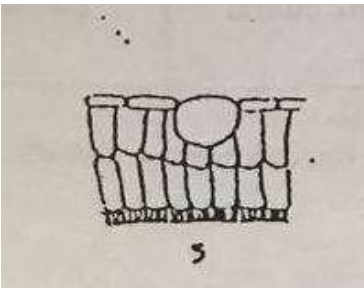
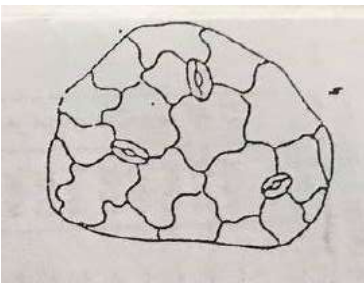
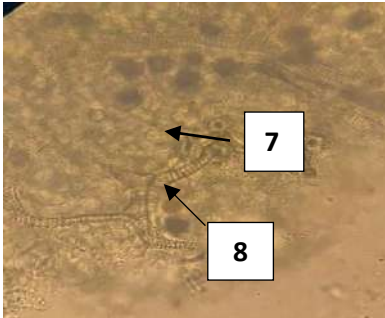
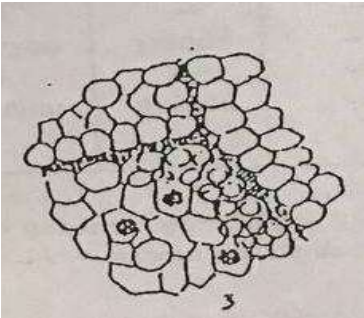
yang diperoleh selanjutnya diuji dengan reagen spesifik untuk mendeteksi senyawa bioaktif, meliputi: (1) **Alkaloid** (reagen Meyer: positif jika terbentuk endapan putih); (2) **Flavonoid** (AlCl_3 10%: positif ditandai warna kuning intens); (3) **Tanin** (FeCl_3 1%: warna hijau-hitam); (4) **Saponin** (pengocokan: busa stabil selama 10 menit); dan (6) **Terpenoid** (reagen *Liebermann-Burchard*: warna merah-ungu). Instrumen utama yang digunakan meliputi mortar, penyaring, *waterbath*, tabung reaksi, dan spektrofotometer UV-Vis untuk kalibrasi panjang gelombang (200–800 nm). Data hasil uji kualitatif dianalisis secara deskriptif berdasarkan ada/tidaknya senyawa target, serta intensitas reaksi warna yang diukur secara visual dan dibandingkan dengan kontrol positif. Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil reaksi kimia-fisik antar-sampel dan mengaitkannya dengan literatur terkait. Validasi metode mengacu pada protokol standar dari *Farmakope Herbal Indonesia Edisi II (BPOM, 2020)* dan panduan WHO (2018) untuk kontrol kualitas bahan herbal. Penelitian ini diharapkan memberikan rekomendasi metode skrining fitokimia yang efisien dan aplikatif untuk tanaman obat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil determinasi tanaman yang dilakukan di Laboratorium Herbal Materia Medica Batu secara tegas mengidentifikasi sampel penelitian sebagai *Moringa oleifera* L. Proses identifikasi botani ini merupakan langkah krusial dalam penelitian fitofarmasi, mengingat terdapat beberapa spesies *Moringa* yang memiliki karakteristik morfologi serupa. Validasi botani menjadi landasan utama untuk memastikan bahwa semua analisis berikutnya dilakukan pada material tanaman yang benar. Pemeriksaan organoleptik menunjukkan karakteristik khas simplisia daun kelor berupa serbuk hijau dengan bau khas dan rasa pahit. Warna hijau yang intens mengindikasikan kandungan klorofil yang tinggi, senyawa yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan. Bau khas daun kelor berasal dari senyawa volatil seperti isotiosianat, sementara rasa pahit merupakan manifestasi dari kandungan senyawa fenolik dan alkaloid. Temuan ini sejalan dengan penelitian Rahim, dkk. (2019) yang melaporkan karakteristik organoleptik serupa pada daun kelor dari berbagai wilayah geografis (Rahim, 2019).

Pemeriksaan mikroskopik mengungkap struktur anatomi khas yang menjadi penanda identitas daun kelor, sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Mikroskopik Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.)

No	Pengamatan Simplisia	Pustaka	Fragmen
1			1. Berkas pembuluh <i>xylem</i> 2. Serabut sklerenkim
2			3. Rambut penutup (trikoma)
3			4. Epidermis atas 5. Jaringan tiang (jaringan palisade)
4			6. Stomata tipe anomositik
5			7. Sel epidermis 8. Berkas pembuluh

Berkas pembuluh xylem dan serabut sklerenkim yang teramati menunjukkan adaptasi struktural tanaman terhadap lingkungan tumbuh. Trikoma atau rambut penutup berfungsi sebagai mekanisme pertahanan alami tanaman, sekaligus menjadi tempat akumulasi beberapa senyawa sekunder. Stomata tipe anomositik yang ditemukan merupakan karakteristik famili Moringaceae, dengan distribusi dan densitas yang berpengaruh terhadap laju transpirasi dan metabolisme tanaman. Yang menarik, jaringan palisade yang berkembang baik menunjukkan efisiensi fotosintesis yang tinggi, yang mungkin berkorelasi dengan produksi metabolit sekunder. Temuan ini memperkuat hasil penelitian Fauziah dkk. (2023) tentang hubungan antara struktur anatomi dan kandungan fitokimia pada *Moringa oleifera* (Fauziah, 2023). Struktur-struktur ini tidak hanya penting untuk identifikasi, tetapi juga memberikan petunjuk tentang lokasi senyawa bioaktif dalam jaringan tanaman.

Proses ekstraksi dengan etanol 96% menghasilkan rendemen 19.78%, sementara ekstrak terpurifikasi memberikan rendemen lebih tinggi (42.82%). Fenomena ini dapat dijelaskan melalui beberapa faktor: **Pertama**, etanol 96% bersifat semi-polar, mampu mengekstrak berbagai senyawa dengan polaritas berbeda. Hasil ini konsisten dengan penelitian Riska (2023) yang menunjukkan etanol sebagai pelarut ideal untuk ekstraksi senyawa fenolik dari daun kelor (Riska Hestiara, S.S.H.R.A.N.I, 2023). **Kedua**, tingginya rendemen ekstrak terpurifikasi menunjukkan keberhasilan fraksinasi dalam mengisolasi kelompok senyawa tertentu. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fitria, F., & Swandono, H.U. (2024), dimana rendemen ekstrak terpurifikasi yang lebih tinggi dibandingkan ekstrak kasar yang menunjukkan bahwa proses purifikasi berhasil mengisolasi senyawa target secara lebih efektif (Fitria, 2024). Namun, perlu dicatat bahwa nilai rendemen tidak selalu berkorelasi langsung dengan aktivitas biologis, karena tergantung pada komposisi spesifik senyawa yang terekstrak.

Skrining fitokimia mengungkap beberapa temuan penting: (1) **Flavonoid** yang terdeteksi positif melalui uji Mg-HCl menunjukkan potensi aktivitas antioksidan. Senyawa ini diketahui berperan dalam mekanisme pertahanan tanaman terhadap stres oksidatif; (2) **Tanin** yang memberikan reaksi positif dengan FeCl₃ merupakan senyawa polifenolik dengan berbagai aktivitas farmakologis, termasuk antimikroba dan Antiinflamasi; dan (3) **Saponin** yang terdeteksi melalui uji busa menunjukkan potensi sebagai surfaktan alami dan imunomodulator.

Tabel 2 Hasil Uji Senyawa Terlarut dalam Pelarut Tertentu Simplisia Daun Kelor

Subyek	Hasil Rata-rata
Kadar senyawa larut etanol	72,6 %

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar senyawa larut etanol dalam simplisia daun kelor mencapai 72,6%, suatu nilai yang cukup tinggi dan memberikan beberapa implikasi penting. Nilai ini mengindikasikan bahwa etanol merupakan pelarut yang sangat efektif untuk mengekstrak senyawa bioaktif dari daun kelor, terutama senyawa-senyawa yang bersifat polar dan semi-polar seperti flavonoid, tanin, dan senyawa fenolik lainnya.

Tingginya persentase ini sesuai dengan karakteristik daun kelor yang memang dikenal kaya akan senyawa-senyawa polar tersebut. Hasil ini sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa *Moringa oleifera* L. mengandung senyawa bioaktif yang sebagian besar bersifat polar, sehingga mudah terekstrak oleh pelarut seperti etanol.

Hasil skrining fitokimia menunjukkan pola distribusi senyawa bioaktif yang menarik pada ekstrak etanol dan terpurifikasi daun kelor, dengan menggunakan instrumen seperti mortar, penyaring, waterbath, tabung reaksi, dan spektrofotometer UV-Vis (200–800 nm). Hasil negatif uji alkaloid dengan reagen Mayer, Dragendorff, dan Wagner dapat dijelaskan melalui beberapa faktor. Pertama, konsentrasi alkaloid mungkin berada di bawah batas deteksi metode kolorimetri, yang mengandalkan pembentukan kompleks berwarna. Prinsip spektrofotometri UV-Vis berdasarkan *hukum Beer-Lambert* menunjukkan bahwa sensitivitas deteksi bergantung pada kemampuan senyawa membentuk kompleks yang dapat menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu. Jika kompleks tidak terbentuk atau terlalu encer, absorbansi tidak akan terukur secara signifikan. Selain itu, proses ekstraksi dengan etanol 96% menggunakan *waterbath* dan *rotary evaporator* pada suhu 40°C dapat memengaruhi stabilitas alkaloid. Beberapa senyawa alkaloid bersifat termolabil, sehingga pemanasan selama penguapan pelarut dapat menyebabkan degradasi. Spektrofotometer UV-Vis dapat digunakan untuk memverifikasi keberadaan alkaloid jika dilakukan kalibrasi pada panjang gelombang spesifik (misalnya 270–300 nm untuk beberapa alkaloid), tetapi jika tidak terdeteksi, hal ini dapat mengindikasikan konsentrasi yang terlalu rendah atau perubahan struktur kimia selama ekstraksi.

Di sisi lain, hasil positif uji flavonoid dengan reaksi Mg-HCl menunjukkan pembentukan warna merah-jingga, yang dapat dikonfirmasi lebih lanjut menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Flavonoid umumnya memiliki serapan kuat pada rentang 280–350 nm karena sistem π -terkonjugasi, dan pembentukan kompleks flavonoid-Mg²⁺ dapat menggeser serapan ke panjang gelombang yang lebih tinggi (misalnya 400–500 nm), sesuai dengan perubahan warna yang diamati. Stabilitas flavonoid selama proses ekstraksi dan pemurnian dapat dikaitkan dengan sifatnya yang relatif stabil terhadap panas dan pelarut organik, yang juga dapat diverifikasi melalui analisis spektrofotometri sebelum dan setelah pemurnian. Dengan demikian, penggunaan instrumen seperti spektrofotometer UV-Vis tidak hanya membantu dalam kalibrasi panjang gelombang tetapi juga memberikan data kuantitatif untuk memvalidasi hasil uji kualitatif. Jika diperlukan, optimasi metode ekstraksi dan analisis lebih lanjut dengan teknik seperti HPLC atau LC-MS dapat dilakukan untuk meningkatkan akurasi identifikasi senyawa bioaktif, terutama yang berada dalam konsentrasi rendah.

Tingginya kadar senyawa larut etanol ini memiliki implikasi praktis yang penting dalam pengembangan produk berbasis daun kelor. Pertama, nilai tersebut menunjukkan bahwa etanol dapat dipertimbangkan sebagai pelarut utama dalam proses produksi ekstrak daun kelor skala industri. Kedua, hasil ini juga dapat dijadikan sebagai parameter standar dalam kontrol kualitas bahan baku dan produk akhir. Namun demikian, perlu diperhatikan

bahwa meskipun kadar senyawa larut etanol tinggi, penelitian ini belum mengidentifikasi secara spesifik senyawa-senyawa apa saja yang terekstrak. Oleh karena itu, disarankan untuk penelitian selanjutnya melakukan analisis yang lebih mendalam menggunakan teknik seperti HPLC atau LC-MS untuk mengidentifikasi senyawa-senyawa spesifik yang berhasil terekstrak. Selain itu, uji komparatif dengan berbagai pelarut lain juga diperlukan untuk menentukan selektivitas ekstraksi dan kemungkinan peningkatan rendemen senyawa target tertentu.

Tabel 3 Hasil Skrinning Fitokimia Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.)

Kandungan Kimia	Pengujian	Hasil (+) Literatur	Hasil Pengujian	
			Ekstrak Etanol	Ekstrak Purif
Alkaloid	Asam sulfat 2N + pereaksi Mayer, Dragendorff, Wagner	Mayer = endapan putih	(-)	(-)
		Dragendorff = endapan jingga	(-)	(-)
		Wagner = Endapan coklat	(-)	(-)
Flavonoid	Serbuk Mg + Hcl pekat	Terbentuk warna merah, jingga	(+)	(+)
Tanin	Aquadest + FeCl ₃ 1%	Terbentuk warna hitam kebiruan atau hijau	(+)	(+)
Saponin	Aquadest dikocok + HCL 2N, didiamkan 15-20 menit	Terbentuknya busa yang stabil	(+)	(+)
Terpenoid	Kloroform + asam sulfat pekat (H ₂ SO ₄)	Terbentuk warna merah, biru tua atau hijau kehitaman	(-)	(-)

Keterangan: (+) : adanya senyawa metabolit); (-) : tidak adanya senyawa metabolit)

Hasil skrining fitokimia menunjukkan pola yang menarik dalam distribusi senyawa bioaktif pada ekstrak etanol dan ekstrak terpurifikasi daun kelor. Pada uji alkaloid menggunakan tiga reagen berbeda (*Mayer*, *Dragendorff*, dan *Wagner*), kedua jenis ekstrak memberikan hasil negatif, tidak sesuai dengan literatur yang menyatakan adanya alkaloid dalam daun kelor. Hasil negatif ini mungkin disebabkan oleh beberapa faktor: (1) konsentrasi alkaloid yang berada di bawah batas deteksi metode kualitatif, (2) denaturasi senyawa alkaloid selama proses ekstraksi dengan etanol 96%, atau (3) variasi genetik tanaman yang mempengaruhi kandungan alkaloid. Sebaliknya, uji flavonoid dengan reaksi Mg-HCl menunjukkan hasil positif baik pada ekstrak etanol maupun ekstrak terpurifikasi, yang ditandai dengan terbentuknya warna merah-jingga. Hasil ini konsisten dengan berbagai literatur yang melaporkan daun kelor sebagai sumber flavonoid yang potensial. Yang menarik, hasil positif ini tetap bertahan setelah proses pemurnian, menunjukkan bahwa senyawa flavonoid stabil selama proses fraksinasi.

asil uji fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak etanol dan ekstrak terpurifikasi daun kelor mengandung senyawa bioaktif penting yang stabil selama proses ekstraksi dan

pemurnian. Uji tanin dengan FeCl_3 1% memberikan hasil positif pada kedua ekstrak, ditandai dengan perubahan warna menjadi hitam kebiruan, yang mengindikasikan keberadaan senyawa tanin yang terekstrak dengan baik menggunakan etanol 70% dan tetap stabil selama proses pemurnian. Hal ini sesuai dengan karakteristik tanin yang dikenal tahan terhadap panas dan pelarut organik. Hasil positif juga diperoleh pada uji saponin, yang ditunjukkan oleh pembentukan busa stabil, memperkuat temuan tentang kandungan senyawa aktif dalam daun kelor. Namun, uji terpenoid memberikan hasil negatif, kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor: (1) kandungan terpenoid yang relatif rendah dalam daun kelor, (2) sifat non-polar terpenoid yang kurang kompatibel dengan pelarut etanol, atau (3) kerusakan senyawa selama proses ekstraksi dan pemurnian. Secara keseluruhan, perbandingan antara ekstrak etanol dan ekstrak terpurifikasi mengungkapkan bahwa proses pemurnian tidak secara signifikan mengubah profil fitokimia utama, meskipun mungkin terjadi sedikit penurunan konsentrasi pada beberapa senyawa tertentu. Temuan ini memiliki implikasi penting untuk pengembangan produk berbasis daun kelor, karena memberikan informasi berharga tentang pemilihan metode ekstraksi dan pemurnian yang optimal sesuai dengan senyawa target. Etanol 70% terbukti efektif untuk mengekstrak senyawa polar seperti tanin dan flavonoid, sementara untuk senyawa non-polar seperti terpenoid mungkin diperlukan pendekatan ekstraksi yang berbeda. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan formulasi nutrasetikal dan farmasi yang memanfaatkan potensi bioaktif daun kelor secara optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian yang mencakup (1) pengembangan panel uji terstandar, (2) validasi metode, dan (3) evaluasi parameter ekstraksi, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil mengembangkan protokol uji kimia-fisik terstandar untuk identifikasi delapan golongan senyawa bioaktif dalam daun kelor (*Moringa oleifera* L.). Panel uji yang dikembangkan menunjukkan keandalan dalam mendeteksi senyawa polar seperti flavonoid, tanin, dan saponin, yang terkonfirmasi melalui hasil positif baik pada ekstrak etanol maupun ekstrak terpurifikasi. Namun, uji alkaloid dan terpenoid memberikan hasil negatif, menunjukkan keterbatasan metode konvensional dalam mendeteksi senyawa dengan konsentrasi rendah atau yang memerlukan teknik spesifik seperti kromatografi lapis tipis kinerja tinggi (HPTLC). Validasi metode dengan HPTLC-densitometri berhasil membuktikan akurasi uji kualitatif untuk senyawa yang terdeteksi, meskipun diperlukan optimasi lebih lanjut untuk senyawa yang tidak teridentifikasi. Selain itu, penelitian ini mengungkap bahwa parameter ekstraksi, khususnya jenis pelarut (etanol 96%) berpengaruh signifikan terhadap hasil skrining. Etanol terbukti efektif untuk mengekstrak senyawa polar, tetapi kurang optimal untuk senyawa non-polar, sehingga perlu pertimbangan penggunaan pelarut kombinasi atau metode ekstraksi bertingkat. Hasil ini memberikan landasan penting untuk standarisasi ekstrak daun kelor, sekaligus menyoroti perlunya pengembangan metode yang lebih sensitif, seperti LC-MS atau GC-MS, untuk analisis senyawa yang tidak

terdeteksi. Secara keseluruhan, temuan penelitian ini tidak hanya mendukung pengendalian mutu bahan herbal, tetapi juga membuka peluang untuk riset lanjutan dalam optimasi ekstraksi dan identifikasi senyawa bioaktif spesifik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini, khususnya Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri beserta jajaran pimpinan yang telah memberikan fasilitas dan dukungan penuh selama pelaksanaan penelitian serta staf Laboratorium Biologi Farmasi dan Farmakognosi yang telah memfasilitasi penggunaan peralatan penelitian dan memberikan asistensi teknis selama proses analisis sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Avita, H. (2017). Penetapan Kadar Fenolik Total Ekstrak Air Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk) secara Spektrofotometer UV-Vis (Doctoral dissertation). Solo: Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional. Diakses pada: <http://librepo.stikesnas.ac.id/eprint/82>.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2023). Peraturan Badan Pengawas Obat dan makanan Nomor 25 Tahun 2023 tentang Kriteria dan Tata Laksana Registrasi Obat Bahan Alam. Jakarta: BPOM. Diakses pada: https://standar-otskk.pom.go.id/storage/uploads/45555472-1ccf-405d-895e-f33898ddfed1/PerBPOM_25_Tahun_2023.pdf.
- Berlianty, I. (2022). Risiko Produksi Kelor (*Moringa oleifera* L.) pada Musim Hujan dan Musim Kemarau (Doctoral dissertation). Tasikmalaya: Universitas Siliwangi.
- Fauziah, N. M. (2023). Artikel Review: Studi Fitokimia Dan Farmakologi Tanaman Kelor (*Moringa Oleifera* Lam). *The Journal General Health and Pharmaceutical Sciences Research*, 1(4), 45-52. Diakses pada: <https://jurnal.stikeskesosi.ac.id/index.php/TJGHPSR/article/view/110>.
- Fitria, F. &. (2024). Representasi Simplisia dan Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) Terpurifikasi. *Pharma Bhakta*, 4(2), 55-64. Diakses pada: <https://www.jurnalpharmabhakta.iik.ac.id/index.php/jpb/article/view/116>.
- Marhaeni, L. S. (2021). Daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai sumber pangan fungsional dan antioksidan. *GRISIA: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 13(2). Diakses pada: <https://ejournal.borobudur.ac.id/index.php/3/article/view/882>.
- Najihudin, A. H. (2023). Karakterisasi dan Studi Penapisan Fitokimia Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Asal Garut, Jawa Barat: Characterization and Phytochemical Screening Study of Moringa Leaf (*Moringa oleifera* L.) from Garut, West Java. *Medical Sains: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 8(2), 679-686. Diakses pada: <http://ojs.ummada.ac.id/index.php/iojs/article/view/761>.
- Nouman, W., BASRA, S., MAQSOOD, A., SIDDIQUI, M. T., YASMEEN, A., GULL, T., & ALCAYDE, M. A. C. (2014). Potential of *Moringa oleifera* L. as livestock fodder

- crop: a review. Turkish journal of agriculture and forestry, 38(1), 1-14. Diakses pada: <https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/vol38/iss1/1/>
- Pertiwi, A. P. (2023). Pengaruh Metode Pengeringan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam) Terhadap Aktivitas Antioksidan. Jurnal Penelitian Farmasi & Herbal, 5(2), 57-69. Diakses pada: <https://core.ac.uk/download/pdf/568543149.pdf>.
- Pratiwi, N. K. (2023). Potensi Berbagai Tanaman sebagai Nutrasetikal Diabetes Melitus dengan Mekanisme Kerja Menghambat Enzim α -Glukosidase. In Prosiding Workshop Dan Seminar Nasional Farmasi, Vol. 2, pp. 512-530. Diakses pada: <https://ejournal1.unud.ac.id/index.php/wsnf/article/view/664>.
- Rahim, A. H. (2019). Karakteristik kimia dan organoleptik teh daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) berdasarkan ketinggian tempat tumbuh. Ghidza: Jurnal Gizi dan Kesehatan, 3(2), 59-62. Diakses pada: <https://jurnal.fkm.untad.ac.id/index.php/ghidza/article/view/23>.
- Riska Hestiara, S.S.H.R.A.N.I. (2023). Uji Aktivitas Antibakteri *Escherichia coli* dari Eksrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) Berdasarkan Tingkat Kepolaran Pelarut (Doctoral dissertation). Cilacap: Universitas Al-Irsyad Cilapacap.
- Saini, R. K., Sivanesan, I., & Keum, Y. S. (2016). Phytochemicals of *Moringa oleifera*: a review of their nutritional, therapeutic and industrial significance. 3 Biotech, 6, 1-14. Diakses pada: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13205-016-0526-3>
- Salzabil, A. Z. (2024). Keanekaragaman Tumbuhan Obat Dari Bumi Anoa: Jenis, Khasiat, Teori, Dan Aplikasi. Indramayu: PT. Adab Indonesia. Diakses pada: https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=sNQ5EQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA2&dq=variasi+agroekologi,+musim+panen,+dan+metode+pengolahan+terhadap+kandungan+fitokimia+kelor&ots=cGMz9PxeGt&sig=XIPB0LHvxuDmtwGV2bKX5f7hJ9g&redir_e.
- Saputra, R. A. (2021). The miracle tree: Manfaat kelor terhadap kesehatan masyarakat. Jurnal Pengabdian ILUNG (Inovasi Lahan Basah Unggul), 1 (2), 54-62. Diakses pada: https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=manfaat+kesehatan+daun+kelor&btnG=.
- Saras, T. (2022). Manfaat dan Khasiat Daun Kelor Untuk Kesehatan. Tresno Saras. Diakses pada: https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=ZemREAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=manfaat+kesehatan+daun+kelor&ots=OOZIRVS2Yu&sig=rWckxwUxs-Zk9rnqt0JyLmqJQbg&redir_esc=y#v=onepage&q=manfaat%20kesehatan%20daun%20kelor&f=false.
- Sarker, S. D. (2024). Computational phytochemistry. Elsevier. Diakses pada: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=3k7VEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Machine+learning+applications+in+phytochemical+colorimetric+analysis.+Dalam+Computational+Phytochemistry&ots=lkNfD4nwpa&sig=xp6gpIRSF6zipeYrRt87Lr0AcpQ>.
- Sciara, T. R.-M. (2018). *Moringa Oleifera* Phytochemical Composition and the Influence of Environmental Growing Conditions (PhD diss). Amerika Serikat: Appalachian State

- University. retrieved from:
https://libres.uncg.edu/ir/asu/f/Sciara_Tanner%20Spring%202018%20Thesis.pdf.
- Sudarwati, D. &. (2016). Uji Aktivitas Senyawa Antibakteri pada Ekstrak Daun Kelor dan Bunga Rosella. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 5(1), 11-14. Diakses pada: <https://journal.unnes.ac.id/sju/ijcs/article/view/9159>.
- Tamimi, A. A. (2020). Uji efek analgesik ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) pada tikus putih jantan galur wistar (*Rattus norvegicus*). *Pharmacon*, 9(3), 325-333. Diakses pada: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/pharmacon/article/view/30015>.
- Xu, Y. G. (2021). Correlations between phytochemical fingerprints of *Moringa oleifera* leaf extracts and their antioxidant activities revealed by chemometric analysis. *Phytochemical analysis*, 32(5), 698-709. Diakses pada: <https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pca.3016>.
- Yulia, Y., Idris, M., & Rahmadina, R. (2022). Skrining Fitokimia dan Penentuan Kadar Flavonoid Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Desa Dolok Sinumbah dan Raja Maligas Kecamatan Hutabayu Raja. *KLOROFIL: Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan*, 6(1), 49-5. Diakses pada: <https://scholar.archive.org/work/yo7ap5dx65fszo356hzqzjdcee/access/wayback/http://jurnal.uinsu.ac.id/index.php/klorofil/article/download/11678/5719>

**Budaya Pengelolaan Sampah Masyarakat RT 001 RW 002
Kelurahan Setonogedong Gang IV Kota Kediri**

***Community Waste Management Culture RT 001 RW 002 Kelurahan
Setonogedong Gang IV Kediri City***

**Vivien Dwi Purnamasari^{1*}, Gerardin Ranind Kirana², Siti Munawaroh³
, Maria Magdalena Riyaniarti Estri Wuryandari⁴, Hartati Tuna⁵**

^{1,2,3,4,5} Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri

* vivien.purnamasari@iik.ac.id

ABSTRAK

Sampah menjadi masalah serius di Indonesia, termasuk di Kota Kediri. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Indonesia menghasilkan sekitar 68 juta ton sampah setiap tahun, dengan 14% di antaranya merupakan sampah plastik. Namun, hanya sekitar 60% yang dikelola dengan baik, sedangkan sisanya mencemari lingkungan. Budaya pengelolaan sampah di masyarakat dipengaruhi oleh pendidikan, kesadaran lingkungan, dan partisipasi warga. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis budaya pengelolaan sampah di masyarakat RT 001 RW 002 Kelurahan Setonogedong Gang IV Kota Kediri, serta mengetahui faktor pendukung dan hambatan yang memengaruhi perilaku pengelolaan sampah. Populasi penelitian adalah seluruh masyarakat di RT 001 RW 002 Kelurahan Setonogedong Gang IV, Kota Kediri, yang berjumlah 23 orang. Penelitian ini menggunakan teknik total sampling, sehingga seluruh populasi dijadikan sampel. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode wawancara mendalam, observasi, dan dokumentasi. Data dianalisis melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas masyarakat memiliki pemahaman yang baik mengenai pentingnya pengelolaan sampah dan rutin mengikuti iuran pengangkutan sampah. Namun, penerapan pemilahan sampah di rumah masih rendah karena keterbatasan fasilitas pendukung dan persepsi masyarakat yang menganggap pemilahan belum diperlukan. Selain itu, kesadaran untuk mengurangi penggunaan plastik juga masih rendah. Masyarakat sudah memiliki kesadaran kolektif dalam menjaga kebersihan lingkungan melalui sistem pengangkutan sampah rutin. Namun, perilaku pemilahan sampah dan pengurangan plastik belum optimal.

Kata kunci: pengelolaan sampah, budaya lokal, masyarakat, Setonogedong, partisipasi warga.

ABSTRACT

Waste has become a serious problem in Indonesia, including in Kediri City. According to data from the Ministry of Environment and Forestry (KLHK), Indonesia produces around 68 million tons of

waste every year, with 14% of it being plastic waste. However, only about 60% is managed properly, while the rest pollutes the environment. The culture of waste management in society is influenced by education level, environmental awareness, and community participation. This study aims to analyze the waste management culture among the residents of RT 001 RW 002, Setonogedong Sub-district, Gang IV, Kediri City, as well as to identify supporting factors and obstacles affecting waste management behavior. The population of this study consisted of all residents in RT 001 RW 002, Setonogedong Sub-district, Gang IV, Kediri City, totaling 23 people. The study used a total sampling technique, thus including the entire population as the sample. A descriptive qualitative approach was applied, utilizing in-depth interviews, observations, and documentation. Data were analyzed through the stages of data reduction, data presentation, and drawing conclusions. The results showed that most residents have a good understanding of the importance of waste management and routinely participate in waste collection fees. However, the practice of household waste separation remains low due to limited supporting facilities and the perception that waste separation is unnecessary. In addition, awareness to reduce plastic use is also still low. While the community has developed a collective awareness to maintain environmental cleanliness through routine waste collection systems, household waste separation and plastic reduction behaviors have not yet been optimally implemented.

Keywords: waste management, local culture, community, Setonogedong, community participation.

PENDAHULUAN

Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2019, Indonesia menghasilkan sekitar 68 juta ton sampah setiap tahun, di mana sekitar 14 % atau $\pm 9,52$ juta ton di antaranya merupakan sampah plastik. Menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2017 yang dikutip oleh Farizal et al. (2017), hanya sekitar 69 % dari sampah perkotaan yang dikelola melalui TPA resmi, sedangkan sisanya (sekitar 31 %) dibakar terbuka, dibuang ke sungai, atau dikelola secara tidak layak, sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengelolaan sampah harus ditingkatkan segera, dan masyarakat harus lebih menyadari pentingnya pengelolaan yang berkelanjutan.

Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat dan lingkungan. Penumpukan sampah dapat mencemari tanah, air, dan udara serta menyebabkan penyakit. Misalnya, tempat pembuangan sampah yang tidak terkelola dapat menjadi rumah bagi tikus dan nyamuk, dan pembakaran sampah yang tidak terkontrol dapat melepaskan zat berbahaya ke atmosfer, menyebabkan polusi udara yang dapat mempengaruhi kesehatan pernapasan masyarakat. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa beberapa TPS tidak memiliki penutup atau atap pelindung, sehingga sampah menumpuk dan berserakan di sekitar area. Kondisi ini memperburuk kebersihan lingkungan dan menimbulkan potensi bahaya bagi kesehatan masyarakat. Kurangnya pengelolaan yang baik di TPS juga menyebabkan **penyumbatan saluran air** saat musim hujan, yang berpotensi menimbulkan banjir lokal dan meningkatkan risiko penyakit berbasis lingkungan seperti diare dan demam berdarah.

Budaya pengelolaan sampah di masyarakat sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk pendidikan, kesadaran lingkungan, serta partisipasi dalam program-program pengelolaan sampah (Ismail, 2019). Salah satu wilayah pemukiman di Kota Kediri, RT 001 RW 002, Kelurahan Setonogedong Gang IV mengalami masalah dalam pengelolaan sampah. Dalam konteks ini, cara masyarakat mengelola sampah sangat berpengaruh pada terciptanya lingkungan yang bersih dan sehat. Menganalisis, mengatur, serta memberikan perlakuan terhadap sampah, beserta elemen-elemen yang mempengaruhi sikap masyarakat. Oleh karena itu, temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai tantangan dan kesempatan dalam pengelolaan sampah yang melibatkan masyarakat.

Salah satu masalah penting di seluruh dunia, terutama di negara-negara berkembang adalah pengelolaan sampah. Volume sampah yang dihasilkan terus meningkat sebagai akibat dari peningkatan populasi dan perubahan gaya hidup masyarakat. Menurut laporan “What a Waste 2.0” dari World Bank (2018), yang sering dikutip dalam berbagai dokumen UNEP, jika tidak ada tindakan serius untuk mengelola sampah, maka jumlah sampah global akan meningkat sekitar **70 % pada tahun 2050** dibandingkan kondisi saat ini. Laporan tahun 2019 menyampaikan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mencatat bahwa Indonesia menghasilkan sekitar 68 juta ton sampah setiap tahun, dengan 14% di antaranya adalah sampah plastik. Hanya sekitar 60% dari sampah ini dikelola dengan baik, sedangkan sisanya dapat mencemari lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengelolaan sampah harus ditingkatkan segera, dan masyarakat harus lebih menyadari pentingnya pengelolaan yang berkelanjutan.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan pihak-pihak terkait memahami budaya pengelolaan sampah. Rekomendasi ini tidak hanya mencakup hal-hal teknis, seperti meningkatkan fasilitas pengelolaan sampah, tetapi juga pendekatan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dan partisipasi. Akibatnya penelitian ini membantu meningkatkan budaya pengelolaan sampah di wilayah RT 001 RW 002 Kelurahan Setonogedong Gang IV Kota Kediri dan mendukung keberlanjutan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Desain menggunakan penelitian deskriptif adalah pendekatan yang digunakan untuk mengeksplorasi fenomena secara menyeluruh dengan menjelaskan sejumlah variabel penelitian bersama dengan fenomena tersebut. Data primer, yang berasal dari pengamatan langsung peneliti di lapangan, digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini ingin mengetahui tentang budaya pengelolaan sampah masyarakat RT 001 RW 002 Kelurahan Setonogedong Gang IV Kota Kediri.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh masyarakat yang berdomisili di RT 001 RW 002 Kelurahan Setonogedong Gang IV, Kota Kediri, yang berjumlah 23 orang. Populasi tersebut sekaligus dijadikan sampel penelitian (total sampling), sehingga jumlah sampel sama dengan jumlah populasi, yaitu 23 responden. Adapun kriteria subyek penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bertempat tinggal dan tercatat sebagai warga tetap di RT 001 RW 002 Kelurahan Setonogedong Gang IV, Kota Kediri.

2. Mengikuti atau terlibat dalam kegiatan pengelolaan sampah, baik sebagai pengguna layanan pengangkutan sampah rutin maupun yang berkontribusi langsung dalam kegiatan kebersihan lingkungan.
3. Responden Berusia ≥ 17 tahun dan mampu memberikan informasi sesuai pertanyaan penelitian.
4. Bersedia menjadi responden dan memberikan persetujuan (informed consent) untuk berpartisipasi dalam penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Subyek wawancara dipilih secara purposive dengan kriteria warga RT 001 RW 002 Kelurahan Setonogedong Gang IV Kota Kediri yang aktif dalam pengelolaan sampah, memiliki pengetahuan mendalam mengenai kegiatan kebersihan, serta bersedia memberikan informasi yang dibutuhkan. Dokumentasi adalah untuk mengumpulkan data yang tidak ditemukan dalam wawancara. Instrumen dokumentasi yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembar checklist yang berisi daftar data visual dan tertulis yang harus dikumpulkan, seperti foto kegiatan pengelolaan sampah, dokumen administrasi kebersihan, serta catatan rapat warga. Dokumentasi ini bertujuan untuk mendukung data primer dan memperkuat keabsahan hasil penelitian. Data dianalisis secara deskriptif kualitatif melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Analisis ini dilakukan untuk menggambarkan secara menyeluruh pola-pola pengelolaan sampah di masyarakat RT 001 RW 002 Kelurahan Setonogedong Gang IV Kota Kediri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik responden merupakan profil yang menggambarkan identitas responden yang digunakan untuk membedakan satu responden dengan responden lain. Karakteristik responden yang diamati yaitu masyarakat RT 001 RW 002 Kelurahan Setonogedong Gang IV Kota Kediri berdasarkan jenis kelamin, usia, pendidikan terakhir, serta pendapatan.

Tabel 1. Karakteristik responden berdasarkan Jenis Kelamin, Usia, Pendidikan Terakhir dan Pendapatan

Variabel	Frekuensi	Persentase (%)
Jenis Kelamin		
Laki-laki	8	34,8
Perempuan	15	65,2
Total	23	100
Usia (tahun)		
< 30	2	8,7
31-59	18	78,3
> 60	3	13,0
Total	23	100

Pendidikan Terakhir		
SD	6	26,1
SMP	1	4,3
SMA	16	69,6
Total	23	100
Pendapatan		
< Rp 1.000.000	2	7,8
Rp 1.000.000 - Rp 2.000.000	16	69,6
Rp 2.000.000 - Rp 3.000.000	2	7,8
Tidak Berpenghasilan	3	13,0
Total	23	100

(Sumber Primer, 2025)

Budaya Pengelolaan Sampah Masyarakat RT 001 RW 002 Kelurahan Setono Gedong Gang IV Kota Kediri

Tabel 2 Distribusi Frekuensi Pemahaman Masyarakat Dalam Pemilahan Sampah Sebelum Dibuang

Pemahaman Masyarakat	Frekuensi	Persentase (%)
Ya	17	75,9
Tidak	6	26,1
Total	23	100

(Sumber Primer, 2025)

Tabel 3 Distribusi Frekuensi Kebiasaan Masyarakat dalam Pengurangan Penggunaan Plastik

Kebiasaan Masyarakat	Frekuensi	Persentase (%)
Ya	8	34,8
Tidak	15	65,2
Total	23	100

(Sumber Primer, 2025)

Tabel 4 Distribusi Frekuensi Iuran Pengangkutan Sampah

Iuran Pengangkutan Sampah	Frekuensi	Persentase (%)
Ya	23	100
Tidak	0	0

Total	23	100
(Sumber Primer, 2025)		

Tabel 5 Distribusi Frekuensi Pengelolaan Sampah

Pengelolaan Sampah	Frekuensi	Persentase (%)
Ya	23	100
Tidak	0	0
Total	23	100

(Sumber Primer, 2025)

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada 23 responden masyarakat RT 001 RW 002 Kelurahan Setonogedong Gang IV Kota Kediri, diperoleh data sebagai berikut: Sebanyak 17 responden (73,9%) memiliki pemahaman mengenai pemilahan sampah, namun hanya sebagian kecil yang benar-benar menerapkan pemilahan sampah di rumah secara rutin. Sebanyak 15 responden (65,2%) menyatakan tidak memiliki kebiasaan dalam mengurangi penggunaan plastik dalam aktivitas sehari-hari. Seluruh responden, yaitu 23 orang (100%), mengikuti iuran pengangkutan dan pengelolaan sampah rutin yang diselenggarakan di lingkungan RT.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mayoritas masyarakat sudah memiliki pemahaman tentang pemilahan sampah, namun implementasinya masih rendah. Hal ini sesuai dengan teori Lawrence Green dalam model PRECEDE-PROCEED, yang menyebutkan bahwa pengetahuan (predisposing factor) saja belum cukup untuk mendorong perilaku, tetapi juga memerlukan faktor pendukung (enabling) dan penguat (reinforcing) (Notoatmodjo, 2012). Penelitian oleh Andina (2019) juga menunjukkan hal serupa di Surabaya, di mana masyarakat memiliki tingkat pengetahuan cukup tinggi mengenai pemilahan sampah, tetapi perilaku penerapannya masih rendah karena minimnya fasilitas pendukung dan kebiasaan lama yang sulit diubah.

Selain itu, hasil menunjukkan 15 responden tidak terbiasa mengurangi penggunaan plastik, yang menggambarkan rendahnya kesadaran akan konsep *reduce* dalam prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*). Menurut Kahfi (2017), kebiasaan mengurangi penggunaan plastik sangat terkait dengan kesadaran lingkungan yang dipengaruhi oleh edukasi dan kebijakan lingkungan setempat. Rendahnya kebiasaan mengurangi plastik di masyarakat ini dapat disebabkan oleh kurangnya sosialisasi serta ketersediaan alternatif produk ramah lingkungan. Sampah mengalami peningkatan yang drastis akibat penggunaan plastik, terutama di tanah air kita, Indonesia. Statistik menunjukkan bahwa dari total 68,5 juta ton sampah yang dihasilkan pada tahun 2021, bagian dari sampah plastik akan tumbuh dari 11% pada tahun 2010 menjadi 17%. Perubahan gaya hidup, pertumbuhan penduduk yang pesat, serta pola konsumsi yang tinggi telah berkontribusi pada lonjakan produksi sampah plastik (Nisa et al., 2019).

Menariknya, seluruh responden (100%) mengikuti iuran pengangkutan sampah. Hal ini menunjukkan adanya kesadaran kolektif dan komitmen dalam mendukung sistem pengelolaan sampah bersama, meskipun penerapan pemilahan dan pengurangan sampah di tingkat rumah

tangga belum maksimal. Temuan ini sejalan dengan penelitian Ismail (2019) yang menyatakan bahwa partisipasi masyarakat dalam sistem iuran sampah biasanya lebih tinggi jika ada koordinasi RT/RW yang baik dan sistem pengelolaan yang teratur.

Dengan demikian, hasil ini menunjukkan perlunya penguatan upaya edukasi dan penyediaan fasilitas pendukung agar pemahaman masyarakat dapat diterjemahkan menjadi kebiasaan nyata, terutama dalam pemilahan sampah dan pengurangan penggunaan plastik. Pemahaman masyarakat akan pentingnya melakukan pemilahan sampah sebelum dibuang tidak dilakukan secara nyata. Ini sejalan dengan penelitian Ernawaty et al. (2019) yang menyatakan bahwa keberhasilan penanganan sampah sangat bergantung pada niat tulus masyarakat untuk mengelola sampah di lingkungan mereka sendiri. Dengan demikian, pengelolaan sampah pada tingkat lanjut dapat menjadi lebih mudah, setidaknya untuk mengurangi kemungkinan pencemaran.

Berdasarkan hasil wawancara mendalam dan dokumentasi, ditemukan bahwa masyarakat RT 001 RW 002 Kelurahan Setonogedong Gang IV Kota Kediri sudah memiliki kesadaran pentingnya pengelolaan sampah. Hal ini ditunjukkan dengan adanya pengangkutan sampah rutin setiap hari yang diorganisir oleh ketua RT.

Sebagian besar warga menyatakan bahwa kegiatan pengangkutan sampah rutin mempermudah mereka menjaga kebersihan lingkungan, sekaligus mengurangi penumpukan sampah di rumah. Salah seorang informan, ketua RT, menjelaskan bahwa kegiatan ini sudah berjalan selama lebih dari 5 tahun dan mendapat dukungan penuh dari warga melalui iuran bulanan.

Namun, dari hasil observasi dan wawancara, terungkap bahwa pemilahan sampah di rumah masih belum berjalan optimal. Salah satu alasan yang dikemukakan warga adalah kurangnya fasilitas pendukung, seperti tempat sampah terpisah dan sistem penjemputan sampah terpisah. Warga merasa bahwa tanpa fasilitas yang memadai, usaha untuk memilah sampah menjadi sulit diterapkan dalam keseharian.

Selain itu, sebagian masyarakat masih memegang pola pikir lama bahwa semua sampah akan bercampur kembali saat diangkut, sehingga memengaruhi motivasi mereka untuk memilah. Pola pikir ini menunjukkan perlunya penguatan edukasi berkelanjutan dan contoh nyata dari lingkungan sekitar.

Dari dokumentasi foto, tampak bahwa masih banyak rumah yang hanya memiliki satu tempat sampah besar, tanpa pemisahan organik dan anorganik. Hal ini memperkuat temuan bahwa perilaku pemilahan masih dalam tahap pemahaman, belum pada praktik.

Lebih lanjut, berdasarkan wawancara dengan ibu-ibu PKK, mereka menyebut bahwa pelatihan pengelolaan sampah seperti komposting atau eco-brick jarang dilakukan, sehingga pengetahuan praktis warga masih terbatas. Mayoritas warga berharap adanya pendampingan lanjutan dan penyuluhan berkala agar mereka dapat lebih terlibat aktif, tidak hanya sekadar membayar iuran.

Pemilahan limbah di tingkat sumber, yaitu rumah tangga sebenarnya memberikan peluang bagi masyarakat untuk memperoleh limbah berharga. Berdasarkan hasil dari wawancara yang dilakukan, didapatkan informasi bahwa Pengangkutan sampah Kelurahan Setonogedong dilakukan setiap hari. Pengangkutan sampah yaitu merupakan proses bentuk kegiatan yang membawa sampah dari tempat penampungan sementara menuju tempat pemrosesan

akhir. Tahap awal Kegiatan Pengangkutan sampah di Kelurahan Setonogedong yaitu pengangkutan sampah secara Tidak langsung yang dilakukan oleh pengelola sampah desa dengan cara mengambil sampah dari tempat sampah warga lalu dibuang ke Tempat Pembuangan Sementara (TPS), setelah ditampung di TPS maka sampah tersebut akan diangkut di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Transportation Collection Call yang merupakan kegiatan yang dilakukan oleh masyarakat sendiri untuk membawa sampah ke wadah kecil atau gerobak yang melewati jalan tertentu. Aktivitas ini umumnya terjadi di daerah-daerah di mana gerobak sulit untuk masuk atau pengelola sampah mengalami kesulitan dalam beroperasi. (Darmawasetiawan, 2004).

Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun sudah ada kesadaran kolektif dalam hal pengangkutan sampah rutin, transformasi perilaku ke arah pengurangan, pemilahan, dan pemanfaatan kembali sampah masih memerlukan upaya yang lebih intensif, baik dari segi penyediaan sarana, sosialisasi, maupun keteladanan.

KESIMPULAN

Pemahaman masyarakat tentang pentingnya memilah sampah sebelum dibuang sebagian besar sudah dipahami, namun kepedulian masyarakat terhadap pemilahan sampah masih ada. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan pengelolaan sampah bergantung pada kesungguhan masyarakat dalam mengelola sampah di lingkungannya. Minimnya kesadaran masyarakat terhadap pengelolaan sampah secara menyeluruh dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti pembakaran sampah, membuang sampah sembarangan, atau tidak memilah sampah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada IIK Bhakti Wiyata Kediri dan pihak yang telah membantu dalam penelitian ini sehingga penelitian dapat berjalan lancar dan dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andina, E., 2019. Analisis perilaku pemilahan sampah di Kota Surabaya. *Aspirasi: Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 10(2), pp.119–138.
- Burn, 1991. *Konsep diri: Teori pengukuran, perkembangan dan perilaku* (Alih Bahasa: Eddy). Jakarta: Arcan.
- Darmasetiawan, M., 2004. *Daur ulang sampah dan pembuatan kompos*. Jakarta: Ekamitra Engineering.
- Dewi, R.E., Setyaningrum, N., Hapsari, A.S. & Pradana, F.G., 2022. Pemilahan sampah dengan cara paksa pilah sampah dari rumah. *Berdikari: Jurnal Inovasi dan Penerapan Ipteks*, 10(2), pp.225–235.
- Eidenberger, H., Breiteneder, C. & Hitz, M., 2002. A framework for visual information retrieval. In S-K. Chang, Z. Chen & S-Y. Lee, eds. *Recent advances in visual information systems: 5th International conference, VISUAL 2002 proceedings*, Hsin Chu, Taiwan, March 11–13, 2002. pp.105–116.

- Farizal, F., Aji, R., Rachman, A., Nasruddin, N. & Mahlia, T.M.I., 2017. *Indonesia's municipal solid waste 3R and waste to energy programs. Makara Journal of Technology*, 21(3), pp.153–164.
- Indrawati, D., Purwaningrum, P. & Megawarni, A.L., 2012. Perencanaan teknis pengumpulan dan pengangkutan sampah di Kecamatan Cakung, Jakarta Timur. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 6(2), pp.73–84.
- Ismail, Y., 2019. Pengelolaan sampah berbasis masyarakat. *Academics in Action: Journal of Community Empowerment*, 1(1), pp.50–63.
- Kahfi, A., 2017. Tinjauan terhadap pengelolaan sampah. *Jurisprudentie*, 4(1), pp.23.
- Nisa, I.C., Rooswidjajani, R. & Fristin, Y., 2019. Pengaruh komunikasi dan lingkungan kerja fisik terhadap kinerja crew. *Jurnal Bisnis dan Manajemen*, 5(2), pp.198–203. Available at: <https://doi.org/10.26905/jbm.v5i2.2663>.
- Notoatmodjo, S., 2012. *Promosi kesehatan dan perilaku kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sekarningrum, B., Sugandi, Y.S. & Yunita, D., 2020. Penerapan model pengelolaan sampah “Pojok Kangpisman”. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(3), pp.548.
- Widodo, S., Madaul, R.A. & Ibal, L., 2023. Peran masyarakat dalam pengelolaan sampah plastik untuk meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan di Kelurahan Remu Utara Kota Sorong, Provinsi Papua Barat Daya. *AMMA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(5), pp.473–480.

**Analisis Varian (Anova) : Konsep, Langkah-Langkah Dan
Penerapannya Dalam Analisis Data**
*Analysis of Variance (ANOVA): Concept, Steps, and Its Application in Data
Analysis*

Ani Widya Lestari^{1*}, Ziya Marlita², Vina Sefiya³, Irwan Ali Prasetyo⁴

^{1,2,3,4}Universitas Negeri Semarang

*aniwidiya504@students.unnes.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan studi literatur sistematis yang membahas Analisis Varian (ANOVA) sebagai teknik statistik inferensial penting dalam penelitian kuantitatif. ANOVA digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata antar tiga kelompok atau lebih, dengan ANOVA satu arah untuk satu variabel bebas dan *Repeated Measures* ANOVA untuk data berulang pada unit yang sama. Kajian ini menekankan pentingnya pemenuhan asumsi normalitas, homogenitas varians, dan independensi data. Hasil kajian menunjukkan bahwa ANOVA telah diterapkan di berbagai bidang, mulai dari pertanian, industri makanan, keuangan, hingga teknologi informasi. Jika uji menunjukkan adanya perbedaan signifikan, maka dilanjutkan dengan uji *post hoc* seperti Tukey HSD. Studi literatur ini memberikan pemahaman komprehensif tentang konsep, prosedur, dan penerapan ANOVA, sekaligus menegaskan bahwa validitas hasil ANOVA sangat bergantung pada pemenuhan asumsi dasar.

Kata kunci: ANOVA; one-way ANOVA; repeated measures; asumsi dasar; studi literatur.

ABSTRACT

This research is a systematic literature review discussing Analysis of Variance (ANOVA) as an important inferential statistical technique in quantitative research. ANOVA is used to test mean differences across three or more groups, with one-way ANOVA for a single independent variable and repeated measures ANOVA for repeated observations on the same unit. This review highlights the importance of fulfilling the assumptions of normality, homogeneity of variance, and data independence. The findings indicate that ANOVA has been widely applied in various fields, from agriculture, food industry, and finance to information technology. If significant differences are found, post hoc tests such as Tukey HSD are conducted. This literature review provides a comprehensive understanding of the concept, procedure, and application of ANOVA, while emphasizing that the validity of ANOVA results strongly depends on meeting these fundamental assumptions.

Keywords: ANOVA; one-way ANOVA; repeated measures; fundamental assumptions; literature review.

PENDAHULUAN

Statistika memegang peranan penting dalam penelitian, mulai dari pengumpulan, pengolahan, analisis, interpretasi, hingga penarikan kesimpulan (Siregar et al., 2022). Salah satu bagian penting dalam statistika inferensial adalah pengujian hipotesis, yang digunakan untuk menarik kesimpulan berdasarkan data sampel. Analisis Varian (ANOVA) menjadi metode yang sering digunakan untuk menilai pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat melalui perbandingan rata-rata dari beberapa kelompok (Alassaf & Qamar, 2022).

Secara khusus, ANOVA satu arah (One-Way ANOVA) digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata di antara tiga kelompok atau lebih, dengan asumsi data normal, homogen, dan independen (Valentino, Rosehan, & Lubis, 2021). Sementara itu, *Repeated Measures* ANOVA diterapkan ketika pengamatan dilakukan berulang pada unit yang sama (Muhammad, 2023). Jika asumsi tidak terpenuhi, alternatif non-parametrik diperlukan (Saputra, Kartika, & Muhassanah, 2022).

ANOVA diperkenalkan oleh Ronald Fisher sebagai pengembangan dari uji-t, dengan keunggulan membandingkan lebih dari dua kelompok secara simultan (Liu & Wang, 2021). Tiga syarat utama ANOVA adalah: data independen, varians homogen, dan distribusi normal (Langenberg et al., 2022). Prosesnya dimulai dengan pemilihan data, perumusan hipotesis nol (H_0) dan alternatif (H_1), perhitungan statistik F, penetapan aturan keputusan (misalnya $F_{hitung} \geq F_{tabel} \rightarrow H_0$ ditolak), dan diakhiri dengan penarikan kesimpulan. Pemahaman mendalam konsep dan prosedur ANOVA penting bagi peneliti untuk memastikan validitas hasil analisis kuantitatif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur sistematis (SLR) untuk menghimpun, menelaah, dan menyimpulkan informasi dari berbagai sumber (Habsy et al., 2023). Pendekatan SLR dipilih karena mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai konsep, prosedur, dan penerapan ANOVA. Proses ini dilakukan dengan menggunakan kata kunci seperti “ANOVA”, “Analisis Varian”, “langkah-langkah ANOVA”, dan “penerapan ANOVA dalam penelitian”.

Sumber data berasal dari jurnal terakreditasi, buku statistik, dan publikasi akademik melalui Google Scholar, Scopus, dan ScienceDirect (Sevita Sari Dewi et al., 2023). Hasil kajian disajikan dalam bentuk narasi deskriptif yang memaparkan konsep ANOVA, tahapan analisis, dan contoh penerapannya lintas bidang. Pendekatan ini lebih menekankan pada pemahaman mendalam makna dan konteks, bukan sekadar generalisasi kuantitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Konsep Dasar

Analisis Varian (ANOVA) adalah metode statistik inferensial untuk menguji apakah terdapat perbedaan signifikan rata-rata antara tiga kelompok atau lebih (Ganesh et al., 2024). ANOVA bekerja dengan membandingkan varians antar kelompok dan dalam kelompok (Thango, 2022). Jika varians antar kelompok lebih besar, maka ada perbedaan nyata. Salah satu jenis dasarnya adalah ANOVA satu arah (Kim, 2017). Sebaliknya,

Repeated Measures ANOVA digunakan ketika pengamatan berulang pada unit yang sama (Muhammad, 2023). Pemilihan jenis ANOVA sangat bergantung pada desain penelitian dan data yang dimiliki.

B. Langkah-langkah Pelaksanaan ANOVA

Menurut Kim (2017), Arif et al. (2023), dan Siregar et al. (2022), langkah-langkah pelaksanaan ANOVA:

1. Merumuskan hipotesis nol (H_0 : rata-rata sama) dan alternatif (H_1 : ada perbedaan signifikan).
2. Menetapkan tingkat signifikansi (umumnya $\alpha=0,05$).
3. Menghitung varians antar kelompok (SS_{between}) dan dalam kelompok (SS_{within}), lalu menghitung F-statistik.
4. Menentukan F-kritis dan membandingkan dengan F-hitung. Jika $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$, maka H_0 ditolak.
5. Jika H_0 ditolak, dilakukan uji lanjut (post hoc) seperti Tukey HSD untuk melihat kelompok mana yang berbeda (Juarros-Basterretxea et al., 2024).

Tabel 1 di bawah ini menggambarkan struktur umum tabel ANOVA One-Way (Ganesh et al., 2024):

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Kebebasan (df)	Rata-rata Kuadrat (RK)	F-statistik (F)	Probabilitas Signifikan (Sig)
Antar Kelompok	SS_{between}	K-1	$MS_{\text{between}} = \frac{SS_{\text{between}}}{K-1}$	$F = \frac{MS_{\text{between}}}{MS_{\text{within}}}$	P-value
Dalam Kelompok	SS_{within}	N-K	$MS_{\text{within}} = \frac{SS_{\text{within}}}{N-K}$		
Total	JK total	N-1			

C. Asumsi Dasar dalam ANOVA

Validitas ANOVA memerlukan tiga asumsi: normalitas, homogenitas varians, dan independensi (Wang et al., 2024). Milanés-Baños (2024) menjelaskan bahwa data dependen harus kontinu, independen antar kelompok, tidak ada outlier ekstrem, serta memenuhi uji normalitas dan homogenitas. Asumsi serupa diperhatikan juga pada uji t (Saputra et al., 2022).

D. Penerapan ANOVA dalam Berbagai Bidang

ANOVA diterapkan di berbagai bidang. Di pertanian, digunakan mengevaluasi hasil padi di tiga kabupaten (Arif et al., 2023). Di industri makanan, digunakan menganalisis

pengaruh jenis produk terhadap tingkat produksi (Septiadi & Ramadhani, 2020). Di sektor keuangan, digunakan untuk mengevaluasi rasio keuangan sebelum dan sesudah pandemi (Putri et al., 2023). Di bidang teknik dan energi, untuk analisis diagnosis teknis (Tango, 2022; Valentino et al., 2021). Pada teknologi informasi, ANOVA mengevaluasi pengaruh CMS terhadap performa web (Palupi & Prasetya, 2022). Hal ini menunjukkan fleksibilitas ANOVA dalam pengambilan keputusan berbasis data.

KESIMPULAN

Hasil penelaahan literatur menunjukkan bahwa ANOVA adalah teknik statistik penting untuk menguji perbedaan rata-rata antara tiga kelompok atau lebih. ANOVA satu arah digunakan untuk satu variabel bebas, sedangkan Repeated Measures ANOVA digunakan untuk data berulang pada unit yang sama. Keberhasilan analisis ANOVA bergantung pada asumsi normalitas, homogenitas, dan independensi data. Jika ditemukan perbedaan signifikan, uji lanjut seperti Tukey HSD dilakukan. Studi literatur ini memberikan pemahaman komprehensif mengenai konsep, prosedur, dan penerapan ANOVA dalam penelitian kuantitatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, Alfarez, D. A., & Ramadhan, M. R. (2023). “Anova dan Tukey HSD Perbandingan Produksi Padi Antara Tiga Kabupaten di Provinsi Jambi.” *Multi Proximity: Jurnal Statistika Universitas Jambi*, 2(1), 23.
- Alassaf, M., & Qamar, A. M. (2022). Improving Sentiment Analysis of Arabic Tweets by One-way ANOVA. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 34(6), 2849–2859. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.10.023>
- Habsy, B. A., Mufidha, N., Shelomita, C., Rahayu, I., & Muckorobin, Moch. I. (2023). Filsafat Dasar dalam Konseling Psikoanalisis: Studi Literatur. *Indonesian Journal of Educational Counseling*, 7(2), 189–199. <https://doi.org/10.30653/001.202372.266>
- Ganesh, A. S., Ankesh, M., Reddy, P. V. R., Goyal, G., Thakur, M. S., & Jain, A. (2024). *One-way Analysis of Variance (ANOVA)*. 5(8).
- Juarros-Basterretxea, J., Aonso-Diego, G., Postigo, Á., Montes-Álvarez, P., Menéndez-Aller, Á., & García-Cueto, E. (2024). Post-hoc tests in one-way ANOVA: The case for normal distribution. *Methodology*, 20(2), 84–99. <https://doi.org/10.5964/meth.11721>
- Langenberg, B., Janczyk, M., Koob, V., Kliegl, R., & Mayer, A. (2022). A tutorial on using the paired t test for power calculations in repeated measures ANOVA with interactions. *Behavior Research Methods*, 55(5), 2467–2484. <https://doi.org/10.3758/s13428-022-01902-8>
- Liu, Q., & Wang, L. (2021). T-Test and ANOVA for data with ceiling and/or floor effects. *Behavior Research Methods*, 53(1), 264–277. <https://doi.org/10.3758/s13428-020-01407-2>
- Milanes-Baños, N. A. (2024). Step-by-step one-way ANOVA analysis with the Jamovi program. *Mexican Journal of Medical Research ICSA*, 12(23), 22–26. <https://doi.org/10.29057/mjmr.v12i23.10664>
- Thango, B. A. (2022). Application of the Analysis of Variance (ANOVA) in the

- Interpretation of Power Transformer Faults. *Energies*, 15(19), 7224. <https://doi.org/10.3390/en15197224>
- Kim, T. K. (2017). "Understanding one-way ANOVA using conceptual figures." *Korean Journal of Anesthesiology*, 70(1), 22–26.
- Muhammad, Lutfiyya N. 2023. "Guidelines for Repeated Measures Statistical Analysis Approaches with Basic Science Research Considerations." *Journal of Clinical Investigation* 133(11): 11–14. doi:10.1172/JCI171058.
- Palupi, Retno, and Andrew Eka Prasetya. 2022. "Pengaruh Implementasi Content Management System Terhadap Kecepatan Kinerja Menggunakan One Way Anova." *Jurnal Ilmiah Informatika* 10(01): 74–79. doi:10.33884/jif.v10i01.4445.
- Priyatno, D. (2024). *Teknik Dasar untuk Analisis Data Menggunakan SPSS*. Penerbit Andi.
- Putri, D. R., Azis, A. D., & Rizqi, M. N. (2023). "ANALISIS RASIO KEUANGAN DAN FINANCIAL DISTRESS SEBELUM DAN SESUDAH COVID-19 SUBSECTOR FOOD AND BEVERAGE." *JURNAL MANEKSI*, 12(3), 564– 572.
- Saputra, Guntur Yudi, Dwiani Listya Kartika, and Nuraini Muhassanah. 2022. "Uji T Berpasangan (Paired T-Test) Terhadap Pengaruh Perbedaan Jumlah Jam Terapi Applied Behaviour Analysis (ABA) Pada Siswa Berkebutuhan Khusus Autisme." *Jurnal Jendela Pendidikan* 2(03): 379–87. doi:10.57008/jjp.v2i03.224.
- Septiadi, A., & Ramadhani, W. K. (2020). "Penerapan Metode Anova untuk Analisis Rata-rata Produksi Donat, Burger, dan Croissant pada Toko Roti Animo Bakery." *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 1(2).
- Siregar, Hasny Delaila, Manna Wassalwa, Khairina Janani, and Irma Sari Harahap. 2022. "Analisis Uji Hipotesis Penelitian Perbandingan Menggunakan Statistik Parametrika." *Al Itihadu Jurnal Pendidikan* 1(1): 3. <https://jurnal.asrypersadaquality.com/index.php/alittihadu/article/view/44%0Ahttps://jurnal.asrypersadaquality.com/index.php/alittihadu/article/download/44/74>.
- Sevita Sari Dewi, Rizka Ermina, Veilla Anggoro Kasih, Agus Sunarmo, Fera Hefiana, & Rini Widianingsih. (2023). ANALISIS PENERAPAN METODE ONE WAY ANOVA
- Thango, B. A. (2022). "Application of the Analysis of Variance (ANOVA) in the Interpretation of Power Transformer Faults." *Energies*, 15(19), Article 7224. <https://doi.org/10.3390/en15197224>
- Valentino, Rivando, Rosehan, and Shobron Lubis. 2021. "Analisis Korelasi Parameter Pemotongan Proses Pembubutan Grey Cast Iron Menggunakan Metode Anova." *Jurnal Health Sains* 2(2): 316–30. doi:10.46799/jsa.v2i2.176.
- Wang, Yupeng, Qiuju Zhang, and Meina Liu. "Analysis of variance." *Textbook of Medical Statistics: For Medical Students*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2024. 99-124.