

Identification of *Shigella* sp. in a Traditional Medicine Product

Dinda Putri Kunanti & Elsa Yuniarti*

Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang, Padang, West Sumatra, Indonesia;

Article History

Received : June 11th, 2026

Revised : July 19th, 2026

Accepted : August 02th, 2026

*Corresponding Author: **Elsa Yuniarti**, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang, Padang, West Sumatra, Indonesia;
Email: dr_elsa@fmipa.unp.ac.id

Abstract: The high consumption of traditional medicine in Indonesia requires strict microbiological safety standards to prevent gastrointestinal infections caused by pathogenic bacteria such as *Shigella* sp. This study aimed to identify the presence of *Shigella* sp. in a traditional medicine product using selective media. The research was conducted at the Microbiology Laboratory of the Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan Padang. One sample from batch number 08 of a traditional medicine product in form was processed through pre-enrichment, enrichment, and isolation stages using MacConkey Agar. The results showed that there was no growth of bacterial colonies with characteristics of *Shigella* sp. on the medium. Therefore, the tested sample was declared negative for *Shigella* sp. and met the microbiological safety requirements. These findings emphasize the importance of routine microbiological monitoring and confirmatory analyses across a broader range of production batches to maintain consistent product safety.

Keywords: MacConkey Agar; Microbial contamination; *Shigella*; Traditional medicine.

Pendahuluan

Pengujian mikrobiologi pada produk obat tradisional sangat krusial untuk menjamin keamanan konsumen dari bakteri patogen, salah satunya adalah *Shigella*. *Shigella* merupakan bakteri Gram-negatif, non-sporulasi, dan anaerob fakultatif yang menjadi penyebab utama penyakit disentri basiler. Bakteri ini menjadi perhatian serius dalam keamanan konsumsi karena memiliki tingkat penularan yang sangat tinggi melalui rute fekal-oral; hanya dengan dosis infeksius yang sangat rendah, yaitu sekitar 10 hingga 100 organisme, bakteri ini sudah dapat memicu infeksi. Oleh karena itu, keberadaan kontaminasi *Shigella* sekecil apa pun dalam obat tradisional dapat membahayakan kesehatan masyarakat, sehingga diperlukan analisis identifikasi yang akurat. (Mattock & Blocker, 2017).

Kajian mengenai produk alami, disebutkan bahwa senyawa yang berasal dari tumbuhan seperti polifenol, flavonoid, dan

minyak atsiri memiliki aktivitas antimikroba yang signifikan terhadap berbagai bakteri patogen (Kumar, 2026). *Shigella* merupakan bakteri gram negatif, non-motil, dan anaerob fakultatif yang menjadi penyebab utama diare berat serta disentri basiler (*shigellosis*), yang masih menjadi masalah kesehatan terutama pada anak-anak. Pengobatan infeksi *Shigella* umumnya menggunakan antibiotik golongan fluoroquinolone seperti ciprofloxacin dan levofloxacin, namun penggunaannya mulai terbatas akibat meningkatnya kasus resistensi bakteri. Oleh karena itu, pemanfaatan obat tradisional menjadi alternatif (Purnamasari *et al.*, 2024). Bakteri ini memiliki kemampuan menyebabkan epidemi serta menunjukkan resistensi terhadap berbagai antibiotik seperti ampicilin, tetrasiklin, streptomisin, dan kloramfenikol, sehingga penanganannya menjadi semakin sulit. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengobatan yang lebih aman, salah satunya melalui pemanfaatan tanaman obat tradisional (Ekaputri, 2025).

Obat tradisional banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena dianggap alami dan aman. Namun, anggapan tersebut tidak serta-merta menjamin bebasnya produk dari risiko kesehatan. Produk obat tradisional dapat terkontaminasi oleh mikroorganisme selama proses produksi, pengolahan, atau penyimpanan. Oleh karena itu, Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) secara ketat mengatur bahwa produk obat tradisional harus bebas dari cemaran bakteri patogen seperti *Shigella* sp. demi menjamin aspek keselamatan konsumen (BPOM RI, 2019; WHO, 2007).

Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) mengatur persyaratan kualitas mikrobiologis produk obat tradisional secara ketat. Berdasarkan Peraturan BPOM Nomor 29 Tahun 2023 tentang Persyaratan Keamanan dan Mutu Obat Bahan Alam pada Lampiran I, standar mutu operasional menetapkan bahwa kriteria cemaran untuk bakteri patogen seperti *Shigella* spp. wajib menunjukkan hasil Negatif per gram produk. Ketetapan mutlak ini diterapkan mengingat *Shigella* sp. merupakan salah satu bakteri Gram-negatif berbentuk batang dari famili Enterobacteriaceae yang dikenal luas sebagai agen penyebab *shigellosis*, suatu infeksi saluran pencernaan serius yang memicu diare akut, disentri, hingga dehidrasi berat pada tubuh manusia.

Produk obat tradisional atau herbal merupakan sediaan yang kualitas dan keamanannya sangat dipengaruhi oleh adanya kontaminan seperti logam berat, mikotoksin, serta cemaran mikrobiologis Steinhoff (2019). Namun, secara umum kontaminasi mikroba pada obat tradisional tetap berisiko karena dapat menjadi sumber infeksi, mulai dari gangguan gastrointestinal hingga komplikasi berat seperti sepsis, sehingga diperlukan pengawasan ketat dalam proses produksi, penyimpanan, dan distribusi obat herbal untuk menjamin keamanan penggunaannya (Walther, 2016).

Penggunaan obat tradisional meningkat secara global, namun aspek keamanannya sering menjadi perhatian karena potensi kontaminasi mikroba. Tanaman obat dapat terkontaminasi oleh berbagai bakteri yang berasal dari tanah, proses panen, hingga penanganan pascapanen, yang berkontribusi terhadap risiko penyakit seperti diare dan gangguan gastrointestinal. Dalam beberapa penelitian sebelumnya, telah

dilaporkan adanya bakteri patogen seperti *Salmonella typhi*, *Shigella* spp., dan *Escherichia coli* pada produk herbal, meskipun dalam studi ini bakteri tersebut tidak ditemukan. Kehadiran atau potensi keberadaan bakteri seperti *Shigella* dalam obat tradisional menjadi perhatian serius karena mikroorganisme ini dikenal sebagai penyebab infeksi usus yang dapat menimbulkan diare berat. Oleh karena itu, kurangnya regulasi, praktik higienitas yang buruk, serta tidak adanya pengawasan kualitas pada produksi dan distribusi obat herbal dapat meningkatkan risiko kesehatan bagi konsumen, sehingga diperlukan penerapan standar keamanan dan pedoman dari organisasi seperti WHO untuk meminimalkan kontaminasi dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat (Kalumbi *et al.*, 2020).

Karena obat tradisional sering diproduksi dari bahan baku alami dan mungkin tidak selalu melalui proses sterilisasi yang ketat, kontaminasi oleh bakteri patogen tetap menjadi perhatian. Oleh karena itu, pengawasan mutu mikrobiologis perlu dilakukan untuk menjamin keamanan produk sebelum dikonsumsi masyarakat (BPOM, 2019; WHO, 2021). Penggunaan tanaman obat sebagai obat tradisional masih banyak dilakukan oleh masyarakat Indonesia karena dianggap lebih alami dan telah digunakan secara turun-temurun. Masyarakat memanfaatkan berbagai jenis tanaman obat untuk mengatasi berbagai gangguan kesehatan, seperti demam, gangguan pencernaan, dan peradangan (Fadhilah *et al.* 2025). Tingginya penggunaan obat tradisional tersebut menuntut adanya jaminan keamanan dan mutu produk, termasuk dari aspek cemaran mikrobiologi yang dapat membahayakan kesehatan konsumen.

Banyak bahan utama dalam minuman ini misal. kunyit (*Curcuma longa*), jahe (*Zingiber officinale*) dan jenis aromatik seperti kencur, dan kayu secang (*sappan wood*) — mengandung senyawa seperti kurkumin, gingerol, dan brazilin yang memiliki aktivitas antioksidan, anti-inflamasi, dan aktivitas antimikroba Estiasih *et al.*, (2025). Kontaminasi oleh bakteri patogen tetap menjadi perhatian. Pengendalian faktor lingkungan dan kesehatan masyarakat berperan penting dalam mencegah risiko kontaminasi mikroba (Yuniarti *et al.*, 2024). *Shigella* merupakan bakteri Gram-negatif penyebab disentri basiler yang menginfeksi

manusia melalui jalur fekal-oral dengan dosis infeksi yang sangat rendah, yaitu sekitar 10–100 sel bakteri. Setelah mencapai kolon, bakteri menginvasi mukosa usus, menghindari pertahanan makrofag, kemudian menyebar ke sel epitel di sekitarnya sehingga menyebabkan peradangan dan diare berat (Tirrocco & Prosseda, 2025). Kontaminasi mikroba pada obat tradisional dapat terjadi selama proses produksi maupun penyimpanan. Salah satu bakteri patogen yang menjadi parameter pengujian mutu mikrobiologi adalah *Shigella* spp. karena dapat menyebabkan shigellosis, yaitu infeksi saluran pencernaan yang ditandai diare akut atau disentri yang disertai darah, lendir, demam, nyeri perut, dan tenesmus (Adristi, 2020).

Sediaan obat tradisional berupa minyak, larutan, suspensi atau emulsi, terbuat dari serbuk simplisia dan/atau ekstrak dan digunakan sebagai obat dalam. Kontaminasi bakteri pada obat tradisional dapat terjadi pada proses pengolahan bahan awal, produksi dan penyimpanan. Identifikasi secara mikrobiologi ini dikhususkan pada cemaran bakteri *Shigella* spp. Kontaminasi *Shigella* spp. pada obat tradisional perlu diawasi melalui pengujian mikrobiologi yang meliputi tahap homogenisasi, pengayaan, isolasi, dan uji biokimia untuk memastikan produk memenuhi persyaratan mutu dan aman dikonsumsi (Pratama, 2019).

Shigellosis merupakan penyakit infeksi usus yang disebabkan oleh *Shigella dysenteriae*. Penyakit ini masih banyak ditemukan di negara berkembang akibat kondisi sanitasi yang kurang baik dan kepadatan penduduk yang tinggi. Penularannya berlangsung melalui jalur fekal-oral, baik melalui makanan, air, kontak langsung, maupun benda yang telah terkontaminasi. Setelah menginfeksi saluran pencernaan, bakteri menginvasi epitel kolon sehingga menimbulkan peradangan yang berujung pada diare berdarah (Jelita *et al.*, 2020).

Kontaminasi *Shigella* spp. pada obat tradisional perlu diawasi melalui pengujian mikrobiologi yang meliputi tahap homogenisasi, pengayaan, isolasi, dan uji biokimia untuk memastikan produk memenuhi persyaratan mutu dan aman dikonsumsi (Pratama, 2019). Berdasarkan Penelitian ini dilakukan pada obat tradisional dengan kode X karena produk

tersebut merupakan salah satu sediaan herbal yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat di Kota Padang, namun belum memiliki data pengawasan rutin terkait parameter cemaran bakteri Gram-negatif.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi inkubator, timbangan analitik, erlenmeyer steril, tabung reaksi steril, cawan petri steril, pipet, ose, autoklaf, laminar air flow, mikroskop, serta kaca objek dan kaca penutup. Media dan bahan yang digunakan terdiri atas MacConkey Agar (Merck) dengan konsentrasi 50 g/L aquades, Enterobacteriaceae Enrichment Broth (Oxoid, Inggris), dan larutan Phosphate Buffered Saline (PBS) 0,1 M pada pH 7,4. Seluruh media kultur disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit. Media berbentuk serbuk disimpan dalam wadah tertutup rapat pada suhu ruang (20–25 °C), sedangkan media yang telah dituangkan ke dalam cawan petri disimpan dalam posisi terbalik pada suhu 4 °C hingga digunakan

Prosedur Kerja

Prosedur kerja dilakukan dengan beberapa tahapan. Seluruh peralatan gelas terlebih dahulu disterilisasi menggunakan oven pada suhu 170 °C selama 2 jam, sedangkan media sterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit. Sampel ditimbang secara aseptik sebanyak 10 g kemudian dimasukkan ke dalam 90 mL larutan PSS dan dihomogenkan untuk mendapatkan rasio pengenceran 1:10. Suspensi sampel kemudian diinkubasi untuk tahap pra-pengayaan pada suhu 35 °C selama 24 jam. Selanjutnya, sebagian suspensi dipindahkan ke dalam media pengayaan *Shigella* Broth dan diinkubasi kembali pada suhu 42 °C selama 20 jam. Sebanyak 0,1 mL volume inokulum kemudian digoreskan ke media MacConkey Agar, di mana seluruh pengujian dilakukan dengan tiga kali pengulangan (*triplo*).

Koloni yang diduga sebagai *Shigella* sp. diamati berdasarkan bentuk dan warna. Pengujian menggunakan media MacConkey Agar ini bertindak sebagai prosedur skrining awal untuk mendeteksi keberadaan koloni tersangka (*presumptive colony*). Apabila ditemukan koloni spesifik yang tidak memfermentasi laktosa (berwarna transparan

atau bening), maka wajib dilakukan uji konfirmasi lanjutan menggunakan uji biokimia (seperti *Triple Sugar Iron Agar* dan *IMViC*) serta uji serologi untuk memastikan identitas spesies bakteri secara akurat. Namun, jika tidak ditemukan pertumbuhan koloni tersangka pada media primer ini, sampel langsung dinyatakan memenuhi standar keamanan mikrobiologi pada kondisi metode skrining yang digunakan.

Hasil dan Pembahasan

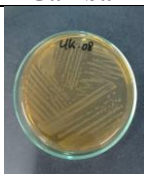
Pengujian *Shigella* sp. dilakukan pada sampel obat tradisional kode 08 menggunakan media MacConkey Agar (MCA). Hasil pengujian menunjukkan tidak adanya pertumbuhan koloni bakteri dengan karakteristik khas *Shigella* sp. pada media MCA. Sebagai pembandingan, kontrol positif yang diinokulasi bakteri *Shigella* sp. menunjukkan pertumbuhan koloni yang khas, membuktikan bahwa media dan prosedur pengujian berfungsi dengan baik.

Hasil pengujian menunjukkan tidak adanya pertumbuhan koloni bakteri *Shigella* sp. pada sampel obat tradisional kode 08 yang

dianalisis. Temuan ini mengindikasikan bahwa klaster sampel yang diuji memenuhi persyaratan keamanan mikrobiologi berdasarkan batasan dan prosedur kultivasi laboratorium yang digunakan dalam penelitian ini. Meskipun demikian, hasil negatif ini tidak serta-merta merepresentasikan efektivitas menyeluruh dari sistem sanitasi Cara Pembuatan Obat Tradisional yang Baik (CPOTB) pada fasilitas produksi secara umum, mengingat keterbatasan jumlah sampel dan ketiadaan data audit langsung terhadap proses manufaktur dari industri terkait. Oleh karena itu, pengujian surveilans rutin tetap diperlukan untuk memastikan konsistensi mutu produk.

Dibandingkan dengan penelitian kontaminasi di pasar tradisional yang sering menemukan *E. coli*, hasil negatif *Shigella* pada sampel ini memperkuat bukti bahwa faktor risiko kontaminasi silang dari udara atau personel dapat dikendalikan melalui regulasi yang ketat. Validitas hasil ini didukung oleh tumbuhnya kontrol positif secara sempurna, meniadakan kemungkinan kegagalan media (*false negative*).

Tabel 1. Morfologi koloni bakteri pada media selektif-diferensial MacConkey Agar (MCA) setelah inkubasi selama 24 jam pada suhu 35°C

Jenis pengamatan	Gambar	Keterangan morfologi	Hasil uji
Kontrol + (<i>Shigella</i> sp. ATCC 9290)		Koloni bulat, transparan, bening, diameter 2–3 mm (non-lactose fermenter).	Positif (+)
Sampel Uji (Obat Tradisional Kode 08)		Tidak ditemukan adanya pertumbuhan koloni bakteri pada permukaan media.	Negatif (-)

Tabel 2. Hasil Pengujian *Shigella* sp. pada Sampel Obat Tradisional Kode 08 (n=3)

Parameter uji	Media	Kontrol negatif (Blank Media)	Kontrol Positif (<i>Shigella flexneri</i>)	Sampel (08)
Pertumbuhan koloni	MCA	Tidak ada koloni	Koloni bulat, transparan, 2–3 mm	Tidak ada pertumbuhan koloni (n=3)
Fermentasi laktosa	MCA		(non fermenter)	
Keimpulan		Valid (Steril)	Valid (Terbaca).	Negatif (-)

Pengujian dilakukan pada sampel disertai kontrol positif. menurut Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik

Indonesia No.12 Tahun 2014, tentang batas maksimum cemaran bakteri dalam obat tradisional sediaan cairan obat dalam yaitu

negatif per mL. (Pratama, 2019).

Pembahasan

Pengujian *Shigella* sp. pada produk obat tradisional merupakan bagian penting dari pengawasan mutu yang ditetapkan oleh BPOM untuk menjamin keamanan konsumen. Pada penelitian ini, media MacConkey Agar (MCA) digunakan karena bersifat selektif dan diferensial untuk memisahkan bakteri Gram-negatif berdasarkan kemampuannya dalam memfermentasi laktosa. Karakteristik *Shigella* sp. sebagai bakteri non-lactose fermenter yang menghasilkan koloni transparan atau bening menjadi indikator utama dalam tahap skrining konvensional ini (Forbes *et al.*, 2022).

Validitas metode dalam studi ini terkonfirmasi dengan baik melalui pertumbuhan koloni spesifik pada kontrol positif serta tidak adanya pertumbuhan pada kontrol negatif. Hasil pengujian pada sampel obat tradisional kode 08 menunjukkan tidak adanya pertumbuhan koloni bakteri dengan karakteristik non-lactose fermenter pada media MCA. Interpretasi hasil negatif ini mengindikasikan bahwa sampel yang diuji memenuhi syarat mutu mikrobiologi dan bebas dari kontaminasi bakteri patogen *Shigella* sp. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya mengevaluasi satu parameter uji dari satu sampel tunggal kode konsumen.

Ketiadaan data audit berkala terhadap proses manufaktur atau fasilitas produksi membuat hasil pengujian ini belum dapat digunakan untuk menggeneralisasi kepatuhan penerapan CPOTB produsen secara menyeluruh di lapangan. Pengujian *Shigella* sp. pada produk obat tradisional merupakan instrumen krusial dalam pengawasan mutu yang ditetapkan oleh BPOM untuk menjamin keamanan konsumen. Media MacConkey Agar (MCA) dipilih karena bersifat selektif dan diferensial, di mana kandungan garam empedu dan kristal violetnya mampu menghambat pertumbuhan bakteri Gram-positif. MCA menggunakan laktosa dengan indikator pH netral berwarna merah untuk membedakan bakteri fermenter dan non-fermenter laktosa. Karena *Shigella* sp.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sampel obat tradisional yang diuji menunjukkan hasil negatif terhadap kontaminasi

bakteri *Shigella* spp. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Walusansa dkk. (2022) di Kota Kampala, di mana hasil uji kultur pada media *Xylose Lysine Deoxycholate* (XLD) agar terhadap 140 sampel obat tradisional komersial juga menunjukkan prevalensi *Shigella* spp. sebesar 0% atau tidak ditemukan sama sekali. Tidak adanya kontaminasi ini mengindikasikan bahwa proses produksi obat tradisional yang diuji telah memenuhi standar higienitas yang baik, terutama dalam mencegah kontaminasi dari patogen enterik berbahaya.

Hasil ini dinyatakan valid karena kontrol positif *Shigella* sp. menunjukkan pertumbuhan koloni bulat, transparan, dan berdiameter 2-3 mm. Karakteristik koloni transparan pada media MCA tersebut mengindikasikan sifat bakteri yang tidak memfermentasi laktosa (non-lactose fermenter). Namun, identifikasi *Shigella* sp. tidak boleh hanya didasarkan pada sifat ini karena beberapa genus bakteri lain dari famili Enterobacteriaceae juga dapat membentuk koloni serupa. Temuan ini sejalan dengan penelitian Klein-Junior *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa penerapan sanitasi yang ketat pada tahap produksi secara signifikan menurunkan risiko kontaminasi bakteri enterik. Selain itu, Wang *et al.* (2023) menekankan bahwa produk dengan izin edar resmi dari BPOM cenderung memiliki profil mikrobiologi yang lebih aman dibandingkan produk tanpa izin. Penelitian Walter *et al.* Temuan ini sejalan dengan penelitian Klein-Junior *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa penerapan sanitasi yang ketat pada tahap produksi secara signifikan menurunkan risiko kontaminasi bakteri enterik. Selain itu, Wang *et al.* (2023) menekankan bahwa produk dengan izin edar resmi dari BPOM cenderung memiliki profil mikrobiologi yang lebih aman dibandingkan produk tanpa izin. Penelitian Walter *et al.* (2016) juga mengonfirmasi hal tersebut.

Meskipun Posadzki (2013) melaporkan adanya ketidakonsistenan mutu pada beberapa produk di pasar tradisional, hasil negatif pada sampel ini membuktikan kepatuhan terhadap ambang batas cemaran mikrobiologis sesuai Peraturan BPOM No. 32 Tahun 2019. Mengingat tidak ditemukannya koloni pada tahap skrining, uji konfirmasi lanjutan menggunakan kit API 20E atau media

TSIA/KIA tidak diperlukan, dan sampel dinyatakan memenuhi syarat keamanan

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian deskriptif laboratoris yang telah dilakukan, sampel obat tradisional kode 08 menunjukkan hasil negatif per gram terhadap keberadaan kontaminasi bakteri *Shigella* sp. melalui metode skrining kultur primer pada media selektif-diferensial MacConkey Agar (MCA). Keabsahan metode pengujian ini terkonfirmasi valid melalui pertumbuhan karakteristik koloni spesifik non-lactose fermenter pada kontrol positif *Shigella* sp. ATCC 9290, serta tidak adanya pertumbuhan pada kontrol negatif. Temuan ini mengindikasikan bahwa klaster sampel yang diuji telah memenuhi persyaratan batas cemaran mikroba yang ditetapkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), meskipun hasil pengujian tunggal ini belum dapat merepresentasikan status kepatuhan sanitasi industri secara menyeluruh tanpa adanya data audit fasilitas produksi secara berkala.

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sampel obat tradisional kode 08 memenuhi standar keamanan mikrobiologi yang ditetapkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) untuk parameter uji *Shigella* sp. Meskipun beberapa literatur secara umum mengaitkan kepemilikan izin edar resmi dengan pengawasan mutu yang lebih konsisten, temuan dari pengujian tunggal ini belum dapat dijadikan landasan generalisasi untuk menggambarkan profil keamanan seluruh produk sejenis di pasaran. Berdasarkan desain penelitian deskriptif laboratoris yang digunakan, kesimpulan yang diambil terbatas pada pemenuhan syarat klaster sampel yang diuji pada kondisi pengujian saat ini. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan pentingnya implementasi surveilans mikrobiologi secara rutin melalui pengujian multi-batch yang lebih luas untuk menjamin konsistensi keamanan konsumen secara berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan (BBPOM) Padang yang

telah memfasilitasi tempat dan sarana selama pelaksanaan penelitian ini. Apresiasi dan terima kasih juga disampaikan kepada segenap staf dan pembimbing atas arahan, bimbingan, serta bantuan teknis yang diberikan hingga naskah ini dapat diselesaikan. Selain itu, penulis berterima kasih kepada Universitas Negeri Padang atas dukungan institusional yang diberikan sepanjang pelaksanaan studi ini.

Referensi

- Adristi, H. Q. (2020). *Identifikasi Shigella dalam obat tradisional sediaan serbuk simplisia* (Karya Tulis Ilmiah, Program Studi Diploma III Analisis Farmasi dan Makanan, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Jakarta II). <https://repository.poltekkesjkt2.ac.id/index.php?p=fstream-pdf&fid=3789&bid=3792>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan RI. (2022). *Perubahan Atas Peraturan BPOM Nomor 32 Tahun 2019 tentang Persyaratan Keamanan dan Mutu Obat Tradisional*. Jakarta: BPOM RI. <https://standarotskk.pom.go.id/storage/uploads/a09a03fbb81c45ebb64c82ce337715d4/PerBPOM-No.-32Tahun2019>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan RI. (2024). *Pedoman Teknis Uji Mikrobiologi dan Identifikasi Patogen pada Obat Tradisional*. Jakarta: BPOM RI. <https://standarotskk.pom.go.id/>
- Ekaputri, A. N. F., Utami, I. W., & Retno, E. K. (2025). Analisis aktivitas antibakteri ekstrak etil asetat tanaman sirih cina (*Peperomia pellucida* L.) pada bakteri *Shigella dysenteriae*. *An-Najat: Jurnal Ilmu Farmasi dan Kesehatan*, 3(3), 384–393. <https://doi.org/10.59841/an-najat.v3i4.3356>
- Estiasih T, Maligan JM, Witoyo JE, Mu'alim AAH, Ahmadi Kgs, Mahatmanto T, Zubaidah E. Indonesian traditional herbal drinks: diversity, processing, and health benefits. *Journal of Ethnic Foods*. 2025;12:7. <https://doi.org/10.1186/s42779-025-00267-5>.
- Fadhilah, N., Febrina, D., Fadila, T. R., Payal, N. N., Ade, F. Y., & Fadilaturahmah.

- (2025). Pemanfaatan Jenis Tanaman Obat dari Kabupaten Agam Sumatera Barat. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 4(2), 921–933.
<https://semnas.biologi.fmipa.unp.ac.id/index.php/prosiding/article/download/1076/998>
- Forbes, B. A., Sahm, D. F., & Weissfeld, A. S. (2022). *Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology (15th ed.)*. Missouri: Elsevier.
<https://www.us.elsevierhealth.com/bailey-and-scotts-diagnostic-microbiology-9780323829977.html>
- Jelita, S. F., Wardhana, Y. W., & Chaerunisaa, A. Y. (2020). Review: Aktivitas antibakteri herbal terhadap shigellosis (*Shigella dysenteriae*). *Farmaka*, 18(1), 33–45.
<https://doi.org/10.24198/jf.v18i1.22028.g12640>
- Kalumbi, M. H., Likongwe, M. C., Mponda, J., Zimba, B. L., Phiri, O., Lipenga, T., Mguntha, T., & Kumphanda, J. (2020). Bacterial and heavy metal contamination in selected commonly sold herbal medicine in Blantyre, Malawi. *Malawi Medical Journal*, 32(3), 153–159.
<https://doi.org/10.4314/mmj.v32i3.8>
- Klein-Junior, L. C., de Souza, M. R., Viaene, J., Bresolin, T. M. B., de Gasper, A. L., Henriques, A. T., & Vander Heyden, Y. (2021). Quality control of herbal medicines: From traditional techniques to state-of-the-art approaches. *Planta Medica*, 87(12–13), 964–988.
<https://doi.org/10.1055/a-1529-8339>
- Kumar, Y., & Xu, B. (2026). A critical review on the roles of natural products in shaping oral microbiota and preventing chronic diseases. *Natural Products and Bioprospecting*, 16:44.
<https://doi.org/10.1007/s13659-026-00605-3>
- Mattock, E., & Blocker, A. J. (2017). How Do the Virulence Factors of *Shigella* Work Together to Cause Disease?. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 7, Article 64.
<https://doi.org/10.3389/fcimb.2017.00064>
- Posadzki, P., Watson, L., & Ernst, E. (2013). Contamination and adulteration of herbal medicinal products (HMPs): An overview of systematic reviews. *European Journal of Clinical Pharmacology*, 69(3), 295–307. <https://doi.org/10.1007/s00228-012-1353-z>
- Pratama, A. G. (2019). *Identifikasi Shigella spp. dalam obat tradisional sediaan cairan obat dalam* (Karya Tulis Ilmiah, Program Studi Diploma III Analisis Farmasi dan Makanan, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Jakarta II)
- Purnamasari, S., Inggarsih, R., Diba, M. F., Laeto, A. B., Arneldi, D. F. Y., & Khairunnisa, A. (2024). Potensi antibakteri fraksi aktif daun alpukat (*Persea americana* Mill) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Shigella dysenteriae*. *PREPOTIF: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(2), 3449–3456.
<https://doi.org/10.31004/prepotif.v8i2.29982>
- Rita Trirocco, & Gianni Prosseda. (2025). *PGLYRP4* enhances *Shigella flexneri* virulence by promoting virF transcription via the CpxA/R two-component system. *MicrobiologyOpen*, 14, e70156.
<https://doi.org/10.1002/mbo3.70156>
- Steinhoff, B. (2019). Challenges in the quality of herbal medicinal products with a specific focus on contaminants. *Phytochemical Analysis*, 1–7.
<https://doi.org/10.1002/pca.2879>
- Steinhoff, B. (2021). Challenges in the quality of herbal medicinal products with a specific focus on contaminants. *Phytochemical Analysis*, 32(2), 117–123.
<https://doi.org/10.1002/pca.2879>
- Syafrina, R., Yogica, R., Yuniarti, E., & Darussyamsu, R. (2023). Pengembangan Booklet Terintegrasi Nilai Preventif Gangguan Sistem Sirkulasi Manusia untuk Peserta Didik SMA. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 9(2).
<https://online-journal.unja.ac.id/biodik>
- Violita, V., Advinda, L., Larashinda, M., & Susanti, D. (2025). *The Ability of Phosphate Solubilizing Bacteria in Enhancing the Growth of Tomato Plants (Lycopersicon esculentum Mill.)*. *Bioscience*, 9(1), 66–77.

- <https://ejournal.unp.ac.id/index.php/bioscience>
- Walther, C., Marwa, K. J., Seni, J., Hamis, P., Silago, V., Mshana, S. E., & Jande, M. (2016). Microbial contamination of traditional liquid herbal medicinal products marketed in Mwanza city: magnitude and risk factors. *The Pan African Medical Journal*, 23, 65. <https://doi.org/10.11604/pamj.2016.23.65.7917>
- Walther, C., Marwa, K. J., Seni, J., Hamis, P., Silago, V., Mshana, S. E., & Jande, M. (2016). Microbial contamination of traditional liquid herbal medicinal products marketed in Mwanza city: Magnitude and risk factors. *Pan African Medical Journal*, 23, 65. <https://doi.org/10.11604/pamj.2016.23.65.7917>
- Walusansa, A., Nakavuma, J. L., Asiimwe, S., Ssenku, J. E., Aruhomukama, D., Sekulima, T., Kafeero, H. M., Anywar, G., Katuura, E., Nabatanzi, A., Musisi, N. L., Tugume, A. K., & Kakudidi, E. K. (2022). Medically important bacteria isolated from commercial herbal medicines in Kampala city indicate the need to enhance safety frameworks. *Scientific Reports*, 12, Artikel 16647. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21065-y>
- World Health Organization. (2011). *Quality control methods for herbal materials*. WHO Press. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241500739>
- Yuniarti, E., Exposto, L. A. S. M., Dewata, I., Nugraha, F. A. D., & Alfitri. (2024). Health and Environmental Pollution: A Literature Review. *KESMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 19(Special Issue).