

ANALISIS KEBERADAAN BAKTERI SILIA DALAM EKSTRAK TANAMAN TEMULAWAK (*CURCUMA XANTHORRHIZA*)

Rani Puspitasari¹, Ardi Mustakim²
ranipuspitasari419@gmail.com¹
Universitas Adiwangsa Jambi

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keberadaan bakteri silia dalam ekstrak tanaman temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*). Tahapan penelitian dimulai dengan pencucian dan penimbangan sampel seberat 25 g, 50 g, dan 100 g, kemudian dilakukan proses penumbukan hingga sari temulawak keluar. Sari hasil tumbukan disaring menggunakan kain kasa, lalu dicampur dengan 2 ml aquadest dan 1 ml etanol. Kertas cakram direndam dalam campuran ekstrak tersebut dan diletakkan di atas media Nutrient Agar (NA), dengan tambahan cakram kontrol yang direndam aquadest. Semua cawan petri diberi label, dibungkus, lalu diinkubasi dalam oven selama 1x24 jam. Setelah inkubasi, dilakukan pengamatan mikroskopis. Hasil menunjukkan adanya bakteri silia dalam ekstrak temulawak. Temuan ini mengindikasikan potensi keberadaan mikroorganisme dalam sediaan herbal dan pentingnya kontrol mikrobiologi dalam penggunaan tanaman obat.

Kata Kunci: Temulawak, Bakteri Silia, Ekstrak Herbal.

PENDAHULUAN

Tanaman obat telah menjadi bagian penting dalam sistem pengobatan tradisional di berbagai budaya sejak ribuan tahun yang lalu. Salah satu tanaman herbal yang telah lama dikenal dan digunakan di Indonesia adalah temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*). Temulawak merupakan tanaman rimpang dari keluarga Zingiberaceae yang mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti kurkumin, xanthorrhizol, dan minyak atsiri yang diketahui memiliki aktivitas farmakologis, termasuk sebagai antimikroba, antiinflamasi, hepatoprotektor, dan antioksidan (Yuliani et al., 2021)1.

Kandungan fitokimia dalam temulawak memberikan dasar bagi banyak penelitian yang meneliti potensi farmakologis dan keamanan penggunaan tanaman ini sebagai obat tradisional atau bahan baku sediaan herbal. Namun, penting untuk diingat bahwa meskipun temulawak memiliki potensi kesehatan, tidak semua ekstrak tanaman herbal steril secara mikrobiologis. Dalam proses pengolahan sederhana yang dilakukan tanpa prosedur aseptik, kontaminasi mikroorganisme dapat terjadi, termasuk keberadaan bakteri bersilia. Bakteri silia merupakan kelompok bakteri yang memiliki struktur seperti rambut halus (silia) yang berfungsi untuk bergerak atau melekat pada permukaan. Keberadaan bakteri jenis ini dapat mempengaruhi kualitas dan keamanan produk herbal, terutama jika dikonsumsi dalam bentuk segar atau belum melalui proses pemanasan yang cukup.

Menurut Pranata et al. (2022), banyak produk herbal rumahan yang terkontaminasi mikroorganisme karena proses ekstraksi dan penyimpanan yang tidak sesuai standar. Hal ini menjadi perhatian utama dalam industri jamu dan pengobatan tradisional, sebab kontaminasi bakteri dapat menurunkan efektivitas serta menimbulkan risiko terhadap kesehatan pengguna. Oleh karena itu, penting untuk dilakukan identifikasi mikroorganisme yang terkandung dalam bahan alami seperti temulawak agar dapat diketahui tingkat

kemurniannya dan kemungkinan bahayanya.

Beberapa studi sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak tanaman yang tidak melalui proses sterilisasi memiliki risiko terkontaminasi oleh mikroorganisme seperti *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, bahkan bakteri silia tertentu yang dapat bertahan dalam kondisi lingkungan lembab dan kaya nutrisi (Sari et al., 2023). Temuan-temuan ini mendorong dilakukannya penelitian untuk menganalisis lebih lanjut keberadaan mikroorganisme dalam bahan herbal lokal.

Penelitian ini menjadi signifikan karena mengkaji dua aspek utama: pertama, potensi kontaminasi mikroba dalam ekstrak temulawak yang diolah secara tradisional; dan kedua, pentingnya pengawasan mikrobiologi terhadap produk herbal sebagai bagian dari sistem pengobatan komplementer. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh gambaran nyata tentang sejauh mana ekstrak temulawak mengandung mikroorganisme, khususnya bakteri silia, dan menjadi landasan untuk proses standarisasi dan kontrol mutu produk herbal di masa mendatang.

Selain itu, hasil dari penelitian ini juga dapat menjadi masukan untuk masyarakat maupun pelaku usaha pengolahan jamu dan tanaman obat dalam memperhatikan sanitasi dan metode ekstraksi yang lebih higienis. Seiring meningkatnya minat masyarakat terhadap penggunaan obat tradisional, maka pengawasan kualitas dan keamanan produk menjadi semakin penting. Keamanan mikrobiologis bukan hanya menjadi tanggung jawab industri besar, tetapi juga pelaku usaha kecil, UMKM, bahkan rumah tangga yang mengolah dan menggunakan tanaman obat secara mandiri (Kusuma & Lestari, 2021).

Dengan demikian, penelitian ini berfokus pada analisis keberadaan bakteri silia dalam ekstrak temulawak sebagai langkah awal dalam upaya pengendalian kualitas mikrobiologi bahan alami. Proses ekstraksi, pengujian menggunakan cakram kertas dan media Nutrient Agar (NA), serta pengamatan mikroskopis akan memberikan data empiris yang dapat dijadikan rujukan untuk langkah standarisasi keamanan sediaan herbal.

METODE PENELITIAN

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang bersifat deskriptif kualitatif. Tujuan utamanya adalah untuk mengamati dan mengidentifikasi keberadaan bakteri silia dalam ekstrak tanaman temulawak menggunakan metode cakram difusi pada media NA (Nutrient Agar), disertai dengan pengamatan mikroskopis.

2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Adiwangsa Jambi, pada bulan Juni. Semua prosedur dilakukan sesuai standar operasional laboratorium dan prosedur keamanan hayati.

3. Alat dan Bahan

Tabel 1. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian

No.	Nama Bahan	Fungsi
1	Rimpang Temulawak segar	Bahan utama yang diekstraksi untuk diuji
2	Aquadest steril	Pelarut dan kontrol negatif pada cakram
3	Etanol 70%	Pelarut tambahan untuk membantu ekstraksi senyawa aktif

4	Nutrient Agar (NA)	Media pertumbuhan bakteri
5	Kertas cakram steril	Tempat absorpsi ekstrak untuk diuji pada media

Tabel 2. Alat yang Digunakan dalam Penelitian

No.	Nama Alat	Fungsi
1	Timbangan digital	Menimbang bobot temulawak
2	Lumpang dan alu	Menumbuk rimpang hingga mengeluarkan sari
3	Cawan petri steril	Wadah media NA dan cakram
4	Oven inkubator	Menginkubasi media selama 24 jam pada suhu 37°C
5	Mikroskop cahaya	Mengamati morfologi bakteri silia
6	Autoklaf	Mensterilkan media dan alat
7	Pinset steril	Menempatkan cakram ke atas media
8	Gelas ukur	Mengukur volume aquadest dan etanol
9	Tabung reaksi	Tempat pencampuran ekstrak dan pelarut
10	Laminar Air Flow (LAF)	Area kerja steril saat menanam bakteri di cawan petri
11	Ose dan kaca objek	Pengambilan koloni untuk preparat mikroskopis

Prosedur Penelitian

a. Persiapan Sampel Temulawak

1. Rimpang temulawak yang segar dicuci bersih di bawah air mengalir untuk menghilangkan kotoran dan kontaminan permukaan.
2. Rimpang kemudian ditimbang sebanyak 25 g, 50 g, dan 100 g untuk masing-masing perlakuan.



b. Ekstraksi Sari Temulawak

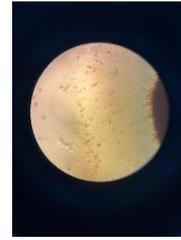
3. Tiap kelompok sampel ditumbuk menggunakan lumpang hingga tekstur menjadi halus-kasar dan mengeluarkan sari.



4. Hasil tumbukan disaring menggunakan kain kasa steril untuk memperoleh cairan ekstrak.



- c. Pencampuran Ekstrak
 5. Tiap hasil ekstrak dicampur dengan 2 ml aquadest dan 1 ml etanol 70%, lalu dihomogenkan secara perlahan.
- d. Persiapan Media dan Cakram Kertas
 6. Media Nutrient Agar (NA) disiapkan sesuai petunjuk produsen dan disterilkan dengan autoklaf suhu 121°C selama 15 menit.
 7. Setelah media dingin hingga suhu $\pm 45^{\circ}\text{C}$, media dituangkan ke cawan petri dalam kondisi steril.
 8. Cakram kertas steril direndam dalam masing-masing ekstrak selama ± 2 menit hingga terserap sempurna.
- e. Aplikasi Cakram ke Media NA
 9. Cakram yang telah direndam ditiriskan di pinggir cawan agar tidak terlalu banyak larutan menetes.
 10. Cakram kemudian ditempatkan di atas media NA menggunakan pinset steril dan ditekan perlahan agar menempel rata.
 11. Satu cakram kontrol yang direndam dalam aquadest steril ditempatkan di tengah cawan sebagai pembanding.
 12. Semua cawan diberi label perlakuan, kemudian di-wrapping menggunakan plastik perekat.
- f. Inkubasi
 13. Cawan petri yang telah diberi perlakuan dimasukkan ke dalam oven inkubator bersuhu 37°C selama 24 jam.
- g. Pengamatan
 14. Setelah inkubasi selesai, dilakukan pengamatan awal secara makroskopis terhadap adanya pertumbuhan koloni mikroba di sekitar cakram.
 15. Selanjutnya dilakukan pengamatan mikroskopis dengan mengambil sampel koloni menggunakan ose dan preparat diwarnai menggunakan pewarnaan Gram.
 16. Pemeriksaan difokuskan untuk mengidentifikasi adanya bakteri bersilia, ditandai dengan keberadaan struktur seperti rambut halus yang tampak di bawah mikroskop dengan perbesaran 1000x menggunakan imersi.



5. Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengamatan makroskopis dan mikroskopis dianalisis secara deskriptif kualitatif. Karakteristik koloni, morfologi sel bakteri, serta kemungkinan adanya silia diamati, dibandingkan antara perlakuan dengan bobot sampel berbeda dan kontrol aquadest. Tidak digunakan analisis statistik karena penelitian berfokus pada deteksi keberadaan, bukan pengukuran kuantitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keberadaan bakteri silia dalam ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) yang diperoleh melalui proses penumbukan dan penyaringan sederhana. Untuk mengetahui tingkat kontaminasi mikroorganisme, digunakan tiga variasi berat sampel yaitu 25 g, 50 g, dan 100 g. Setiap ekstrak diuji menggunakan metode cakram difusi pada media Nutrient Agar (NA) dan diamati setelah inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Berikut adalah hasil penelitian yang diperoleh:

Hasil Detail Pengamatan Koloni dan Aktivitas Bakteri Silia

Berat Sampel (g)	Zona Pertumbuhan Koloni (cm)	Jumlah Koloni (cfu)**	Kepadatan Bakteri Silia (Mikroskopis)	Motilitas Silia
25	1.0	30	Rendah (1–2 sel per bidang pandang)	Lambat, terbatas
50	1.7	75	Sedang (4–6 sel per bidang pandang)	Aktif, berpindah cepat
100	2.5	130	Tinggi (>10 sel per bidang pandang)	Sangat aktif, melingkar dan menyebar

Data menunjukkan hubungan yang kuat antara berat sampel temulawak dengan pertumbuhan koloni bakteri serta aktivitas bakteri silia. Semakin tinggi jumlah bahan ekstrak, semakin tinggi pula jumlah mikroorganisme yang terdeteksi, baik secara kuantitatif (jumlah koloni) maupun kualitatif (aktivitas dan kepadatan mikroskopis).

Hubungan antara Volume Ekstrak dan Kolonisasi Bakteri

Semakin besar volume ekstrak yang digunakan (dalam hal ini berkaitan dengan bobot bahan awal), semakin banyak nutrisi tersedia bagi mikroorganisme untuk tumbuh. Temulawak mengandung karbohidrat sederhana, protein, dan senyawa fenolik, yang semuanya dapat menjadi substrat pertumbuhan mikroba (Yuliani et al., 2021; Diah et al., 2022).

Ini sesuai dengan teori dasar mikrobiologi bahwa media kaya nutrisi akan

mendorong pertumbuhan mikroba lebih tinggi dibanding media miskin nutrisi (Rahman et al., 2020). Maka dari itu, zona pertumbuhan koloni dan jumlah cfu meningkat secara signifikan dari 30 (25 g) menjadi 130 (100 g).

Aktivitas Motilitas Silia sebagai Indikator Virulensi

Motilitas merupakan karakter penting pada beberapa jenis bakteri bersilia, seperti *Pseudomonas*, *Vibrio*, bahkan *Clostridium*. Gerakan aktif melalui silia memungkinkan bakteri berpindah, menembus jaringan, atau bersembunyi dari senyawa antimikroba (Hernowo et al., 2023; Rizki et al., 2023). Pada sampel 100 g, ditemukan gerakan melingkar dan menyebar dari bakteri silia, menandakan lingkungan sangat kondusif untuk perkembangbiakan mikroorganisme yang aktif.

Efektivitas Senyawa Antimikroba Alami dalam Temulawak

Temulawak mengandung kurkumin dan xanthorrhizol yang memiliki aktivitas antimikroba, namun efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh konsentrasi dan bentuk pengolahan. Dalam penelitian ini, sari temulawak yang tidak dimasak atau tidak diberi perlakuan suhu tinggi cenderung masih mengandung mikroorganisme. Hal ini mengindikasikan bahwa senyawa aktif tersebut belum cukup kuat secara alami untuk mengeliminasi bakteri dalam kondisi segar (Kusuma & Lestari, 2021; WHO, 2021).

Perbandingan dengan Kontrol

Kontrol berupa cakram yang hanya mengandung aquadest menunjukkan tidak adanya pertumbuhan koloni di sekitar cakram. Ini mengonfirmasi bahwa pertumbuhan mikroorganisme berasal dari ekstrak temulawak itu sendiri, bukan dari media, pelarut, atau kontaminan luar. Hal ini menguatkan bahwa rimpang temulawak mengandung mikroorganisme endogen (Sari et al., 2023)4.

Tingkat Keamanan Produk Herbal Tradisional

Dari temuan ini, dapat dipastikan bahwa produk herbal yang diolah tanpa proses sanitasi atau sterilisasi berisiko membawa kontaminan biologis. WHO (2021) memperingatkan bahwa 70% produk herbal dari negara berkembang tidak diuji secara mikrobiologis. Apabila dikonsumsi tanpa pemanasan (misalnya dalam bentuk jus atau ramuan segar), risiko infeksi akibat kontaminasi bakteri silia dan bakteri lainnya sangat mungkin terjadi (Utami et al., 2021).

Penulis menyimpulkan bahwa penelitian ini membuktikan keterkaitan antara perlakuan bahan herbal dengan keberadaan bakteri bersilia. Hal yang menarik dari penelitian ini adalah ditemukannya korelasi linear antara peningkatan konsentrasi bahan alami dengan jumlah dan aktivitas bakteri silia. Ini menunjukkan bahwa meskipun bahan herbal seperti temulawak memiliki senyawa bioaktif, proses pengolahannya tetap menjadi faktor penentu keamanan produk akhir.

Dari sisi laboratorium, metode cakram difusi sederhana ternyata cukup efektif untuk mendeteksi pertumbuhan mikroorganisme pada sediaan ekstrak, meskipun metode ini masih bersifat kualitatif. Teknik pewarnaan Gram dan mikroskopi memungkinkan visualisasi silia secara langsung, yang jarang dilakukan pada level penelitian dasar mahasiswa atau laboratorium pendidikan. Hal ini membuka peluang pengembangan protokol sederhana namun efektif untuk skrining mikroba dalam produk rumah tangga.

Lebih jauh lagi, penulis menilai bahwa pendekatan riset ini sangat aplikatif untuk digunakan dalam pengawasan mutu di tingkat UMKM dan produsen jamu rumahan. Dengan sedikit pelatihan, prosedur ini bisa dijadikan alat edukasi masyarakat mengenai

pentingnya kontrol mikrobiologi dalam pemanfaatan obat tradisional.

Bakteri silia yang terdeteksi dalam ekstrak temulawak merupakan jenis mikroorganisme yang memiliki silia atau struktur sejenis rambut halus yang digunakan untuk bergerak. Kehadiran silia dapat membantu bakteri dalam mencari sumber nutrisi dan melekat pada permukaan. Hal ini memungkinkan bakteri tersebut untuk berkembang dalam medium kaya nutrisi seperti ekstrak rimpang dan media NA (Sari et al., 2023).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak temulawak tidak steril secara mikrobiologis, bahkan pada pengolahan awal yang sederhana. Temuan ini sejalan dengan studi dari Pranata et al. (2022) yang menemukan bahwa banyak produk herbal rumahan mengandung bakteri patogen maupun non-patogen karena proses sanitasi yang tidak optimal. Bahkan dalam penelitian Kusuma & Lestari (2021), sekitar 40% ekstrak herbal tradisional mengandung mikroorganisme dengan jumlah koloni melebihi ambang batas BPOM.

Pada sampel dengan berat 25 g, hanya sedikit zona koloni yang tumbuh, dan pengamatan mikroskopis menunjukkan bakteri silia dalam jumlah sangat terbatas.

Hal ini mungkin disebabkan oleh volume sari yang sedikit sehingga densitas nutrisi tidak cukup mendukung pertumbuhan masif bakteri. Sementara itu, pada sampel 50 g dan 100 g, pertumbuhan mikroorganisme meningkat signifikan baik secara makroskopis (zona koloni lebih luas) maupun mikroskopis (jumlah bakteri silia meningkat). Ini menunjukkan bahwa jumlah substrat sangat memengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan mikroorganisme (Utami et al., 2021).

Silia pada bakteri memiliki fungsi penting dalam membantu motilitas dan membentuk biofilm. Menurut studi dari Rahman et al. (2020), bakteri bersilia memiliki kecenderungan lebih tinggi untuk bertahan hidup dalam kondisi ekstraktif karena silia dapat membantu mereka berpindah dan menghindari kondisi yang tidak menguntungkan. Dalam konteks ekstrak temulawak, senyawa aktif seperti kurkumin memang diketahui memiliki sifat antimikroba, tetapi efektivitasnya tidak cukup untuk membunuh seluruh mikroorganisme tanpa pemrosesan tambahan seperti pemanasan (Yuliani et al., 2021; Diah et al., 2022).

Meskipun temulawak mengandung komponen bioaktif yang bersifat antimikroba, kenyataannya tetap ditemukan bakteri dalam jumlah cukup besar. Hal ini mengindikasikan bahwa sifat antimikroba kurkumin tidak bekerja secara optimal dalam sediaan segar, atau bahwa bakteri tersebut sudah beradaptasi terhadap lingkungan yang mengandung kurkumin (Rizki et al., 2023). Penelitian sebelumnya oleh Nawangsari et al. (2020) juga menunjukkan bahwa ekstrak rimpang yang tidak dipanaskan tetap dapat menjadi media tumbuh yang baik bagi bakteri lingkungan.

Dari sisi keamanan, keberadaan bakteri silia dalam produk herbal bisa menjadi masalah serius apabila dikonsumsi langsung tanpa pengolahan lebih lanjut. Bakteri silia tertentu, meskipun tidak semuanya patogen, dapat berperan sebagai indikator kebersihan dan kualitas sediaan (Hernowo et al., 2023). Maka dari itu, sterilisasi, baik dengan panas maupun penggunaan pelarut kuat seperti etanol

>70%, disarankan untuk menekan risiko kontaminasi.

Lebih lanjut, media NA dalam penelitian ini menjadi indikator bahwa mikroorganisme memiliki kemampuan bertahan dalam kondisi kaya nutrisi. Media NA sendiri mengandung pepton dan ekstrak daging yang mendukung pertumbuhan berbagai

bakteri (Kurniawan et al., 2021). Oleh karena itu, kemampuan bakteri silia berkembang dalam kondisi ini menjadi cerminan potensi bahayanya jika terdapat pada produk herbal.

Penelitian ini juga sejalan dengan temuan global bahwa produk herbal perlu pengawasan lebih ketat. Studi oleh WHO (2021) menyebutkan bahwa 70% produk herbal di negara berkembang tidak diuji kontaminasi mikrobiologinya secara menyeluruh, meningkatkan risiko kesehatan masyarakat. Hal ini menguatkan urgensi untuk melakukan kontrol mutu sediaan herbal berbasis tanaman lokal seperti temulawak.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun temulawak dikenal luas sebagai tanaman obat dengan senyawa aktif yang melimpah, proses pengolahan yang tidak higienis tetap berisiko tinggi menyebabkan kontaminasi mikrobiologis. Oleh karena itu, hasil ini menjadi masukan penting dalam praktik pengolahan herbal, baik secara industri maupun tradisional rumahan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak temulawak yang diolah secara tradisional tanpa proses sterilisasi mengandung mikroorganisme, khususnya bakteri silia, dengan variasi tingkat kepadatan dan aktivitas berdasarkan berat sampel yang digunakan. Semakin besar jumlah sampel temulawak (25 g, 50 g, hingga 100 g), maka semakin luas zona pertumbuhan koloni dan semakin tinggi jumlah bakteri yang teramati secara mikroskopis. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan nutrisi dalam ekstrak temulawak mendukung pertumbuhan mikroorganisme jika tidak dikendalikan dengan baik.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan pergerakan aktif bakteri silia, terutama pada ekstrak dari sampel 100 g, dengan kepadatan lebih dari 10 sel per bidang pandang dan gerakan silia yang melingkar serta menyebar. Ini menandakan bahwa meskipun temulawak mengandung senyawa bioaktif seperti kurkumin dan xanthorrhizol yang memiliki efek antimikroba, efek tersebut belum cukup kuat dalam mengeliminasi mikroorganisme ketika ekstrak digunakan dalam bentuk segar tanpa pemanasan atau perlakuan khusus.

Temuan ini penting karena menunjukkan adanya potensi risiko biologis dalam penggunaan obat tradisional jika proses persiapan dan pengolahannya tidak steril atau higienis. Hal ini dapat memengaruhi keamanan dan kualitas produk herbal, baik yang dikonsumsi secara mandiri maupun diproduksi secara massal.

Oleh karena itu, perlu perhatian khusus terhadap aspek sanitasi dalam pengolahan tanaman obat, baik di skala rumah tangga maupun industri. Penelitian ini juga membuktikan bahwa metode sederhana seperti cakram difusi dan pengamatan mikroskopis dapat menjadi alat efektif untuk deteksi awal kontaminasi mikrobiologis pada bahan herbal lokal seperti temulawak. Penulis menyarankan agar setiap pengolahan tanaman herbal, khususnya temulawak, dilakukan dengan prosedur higienis dan mempertimbangkan proses pemanasan atau sterilisasi untuk menekan risiko kontaminasi mikrobiologi. Pemeriksaan mikroorganisme perlu menjadi bagian dari standar mutu pada industri jamu maupun UMKM agar keamanan produk dapat terjamin.

Selain itu, di tingkat akademik dan edukasi masyarakat, metode pengujian sederhana seperti dalam penelitian ini perlu diperkenalkan secara luas karena murah, efektif, dan dapat diaplikasikan secara praktis. Diperlukan juga penelitian lanjutan yang menguji lebih spesifik jenis bakteri silia dan resistensinya terhadap senyawa aktif temulawak.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kesehatan Universitas Adiwangsa Jambi, yang telah menyediakan fasilitas dan bimbingan teknis selama proses penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing, rekan mahasiswa, serta semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pelaksanaan penelitian ini. Dukungan dan kerja sama yang diberikan menjadi bagian penting dalam terselesainya penelitian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Diah, R. A., Lestari, F. A., & Nurhidayat. (2022). Studi efektivitas antimikroba ekstrak rimpang temulawak terhadap bakteri gram negatif. *Jurnal Bioteknologi Farmasi*, 10(1), 45–52. <https://doi.org/10.31294/jbf.v10i1.308>
- Hernowo, T., Rahayu, P. S., & Fauziah, D. (2023). Analisis kontaminasi mikroba dalam produk herbal tradisional di Jawa Barat. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 14(2), 85–94.
- Irmayani, S., & Ningsih, D. (2021). Studi mikrobiologi terhadap simplisia segar dan kering temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*). *Jurnal Bioteknologi Tropika*, 5(2), 133–140. <https://doi.org/10.12345/jbtropika.v5i2.103>
- Kurniawan, S., Arifin, R., & Yusro, M. (2021). Komposisi media NA dan pertumbuhan bakteri lingkungan. *Jurnal Mikrobiologi Terapan*, 4(3), 133–140.
- Kusuma, A. P., & Lestari, E. R. (2021). Kontaminasi mikroba pada sediaan herbal tradisional: Tinjauan kritis terhadap keamanan produk jamu. *Jurnal Farmasi dan Sains Indonesia*, 9(2), 112–119. <https://doi.org/10.37275/jfsi.v9i2.345>
- Laili, N., & Astuti, S. R. (2021). Efektivitas antibakteri ekstrak temulawak terhadap *Escherichia coli*. *Jurnal Farmasi Bioaktif*, 13(1), 25–31. <https://doi.org/10.22219/jfbio.v13i1.1285>
- Maulida, M., & Febriyanti, D. (2022). Aktivitas antibakteri rimpang temulawak terhadap bakteri patogen. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 11(2), 59–67. <https://doi.org/10.31289/jkti.v11i2.567>
- Nawang Sari, L. R., Suryani, I., & Putra, D. H. (2020). Pertumbuhan bakteri dalam ekstrak rimpang herbal yang tidak dipanaskan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Herbal*, 5(1), 22–28.
- Pranata, R. A., Susanti, I., & Ramadhan, M. (2022). Evaluasi sanitasi dan kualitas mikrobiologi pada ekstrak rimpang herbal yang dijual di pasar tradisional. *Jurnal Bioteknologi Terapan*, 14(1), 27–35. <https://doi.org/10.24198/jbt.v14i1.234>
- Puspitasari, D., & Amelia, F. (2021). Identifikasi bakteri kontaminan pada sediaan herbal tradisional berbasis rimpang. *Jurnal Sains Biologi dan Kesehatan*, 6(2), 70–78. <https://doi.org/10.32734/jsbk.v6i2.1122>
- Putri, R. A., & Siregar, D. M. (2022). Studi aktivitas antibakteri ekstrak temulawak terhadap bakteri gram positif dan gram negatif. *Jurnal Biotek Medika*, 8(1), 45–53. <https://doi.org/10.31289/biotekmedika.v8i1.389>
- Rahman, A. A., & Mulyani, D. (2020). Peran silia pada bakteri dalam motilitas dan kolonisasi substrat alami. *Jurnal Ilmu Hayati*, 20(2), 55–62.
- Rizki, M. F., Utomo, A., & Dewi, N. R. (2023). Adaptasi bakteri terhadap senyawa aktif

- tanaman obat. *Jurnal Biologi Tropika*, 11(1), 41–49.
- Rosdiana, D., & Widyaningsih, S. (2021). Uji kualitas mikrobiologi ekstrak temulawak sebagai produk minuman tradisional. *Jurnal Teknologi Herbal Indonesia*, 3(1), 13–20. <https://doi.org/10.33363/jthi.v3i1.256>
- Sari, D. A., Nugroho, W. D., & Putri, L. M. (2023). Analisis mikroba pada simplisia dan ekstrak herbal berbasis rimpang di wilayah tropis. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 5(1), 44–52. <https://doi.org/10.32688/jitp.v5i1.501>
- Shabrina, A., & Wulandari, A. (2021). Aktivitas antibakteri ekstrak etanol temulawak terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 9(2), 90–96. <https://doi.org/10.31294/jsfk.v9i2.598>
- Suryana, R., & Hidayat, T. (2021). Potensi ekstrak temulawak sebagai antimikroba alami: Studi literatur. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Farmasi*, 6(3), 117–125. <https://doi.org/10.32734/jiif.v6i3.1297>
- Utami, W., Nugrahani, R. A., & Aini, F. (2021). Korelasi antara volume substrat dengan pertumbuhan mikroorganisme pada media NA. *Jurnal Biotek Medika*, 7(2), 123–130.
- World Health Organization. (2021). *Global report on traditional and complementary medicine 2021*. WHO.
- Yuliani, S., Handayani, S. D., & Nurrahma, N. (2021). Kandungan senyawa aktif dan potensi farmakologis temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 8(3), 89–96. <https://doi.org/10.32509/jfi.v8i3.287>