



Aktivitas Antibakteri Ekstrak Buah Asam Kalimbawan (*Sarcotheca diversifolia* (Miq) Hallier F) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

Indah Pratiwi, Rikhsan Kurniatuhadi , Rahmawati

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Indonesia

Info Artikel

Diterima: 06 Februari 2024
Disetujui: 21 Oktober 2024
Dipublikasikan: 1 November 2024

Keywords:

Antimicrobe, Oxalidaceae,
Disc diffusion
Antimikroba, Oxalidaceae,
Difusi cakram

Abstract

Asam kalimbawan (Sarcotheca diversifolia (Miq) Hallier F) is a native plant found in Kalimantan, especially in West Kalimantan. This species belongs to the Oxalidaceae family, known for producing compounds with antioxidant and anti-inflammatory properties. This study aims to investigate the antibacterial activity of kalimbawan tamarind fruit extract against Staphylococcus aureus and Escherichia coli bacteria. Fruit extraction was carried out using the maceration method with methanol solvent, and the antibacterial activity was performed using the disc diffusion method. This research utilized a Completely Randomized Design (CRD) with seven treatment levels and four replications for each bacterium. The test concentrations of the extract against S. aureus and E. coli were 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, and 0.5 g/mL, as well as ciprofloxacin and 10% DMSO. The study results revealed that all concentrations of the extract were able to inhibit the growth of the test bacteria, as indicated by the presence of a clear zone. The effective extract concentrations against S. aureus and E. coli bacteria were 0.4 g/mL and 0.3 g/mL, respectively, with corresponding zone diameters of 16.55 mm and 14.22 mm, respectively. Asam kalimbawan, which has been traditionally used by the people of Sambas Regency, has the potential to be developed as a source of natural metabolite-derived medicines.

Abstrak

Asam Kalimbawan (*Sarcotheca diversifolia* (Miq) Hallier F) merupakan salah satu tanaman lokal dari Kalimantan, khususnya Kalimantan Barat. Spesies ini termasuk dalam famili Oxalidaceae yang dikenal sebagai famili tanaman yang menghasilkan senyawa yang dapat bersifat antioksidan dan antiinflamasi. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki aktivitas antibakteri ekstrak buah asam kalimbawan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Ekstraksi buah dilakukan dengan metode maserasi dengan pelarut metanol dan pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi cakram. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tujuh taraf perlakuan dengan empat kali ulangan pada masing-masing bakteri. Konsentrasi uji ekstrak terhadap *S. aureus* dan *E. coli* adalah 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g/mL, siprofloksasin, dan DMSO 10%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua konsentrasi ekstrak dapat menghambat pertumbuhan bakteri uji yang ditandai dengan munculnya zona bening dengan konsentrasi efektif terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli* berturut-turut adalah 0,4 g/mL dan 0,3 g/mL dengan diameter zona bening masing-masing sebesar 16,55 mm dan 14,22 mm. Asam kalimbawan yang telah dimanfaatkan oleh masyarakat Kabupaten Sambas memiliki potensi dikembangkan sebagai sumber obat-obatan berbasis metabolit bahan alam.

© 2024 Universitas Negeri Semarang

□ Alamat korespondensi:
Jalan Prof. Dr. Hadari Nawawi, Fakultas MIPA Lama, Pontianak 78124
E-mail: rikhsan.kurniatuhadi@fmipa.untan.ac.id

p-ISSN 2252-6277

e-ISSN 2528-5009

PENDAHULUAN

Asam kalimbawan (*Sarcotheca diversifolia*) merupakan tanaman dari famili Oxalidaceae yang berasal dari Pulau Sumatera dan Kalimantan. Tanaman ini banyak ditemukan di Provinsi Kalimantan Barat, khususnya di wilayah pesisir Kabupaten Sambas. Selama ini, masyarakat mengenal dan memanfaatkan buah asam kalimbawan hanya sebagai bahan baku produk manisan. Namun, masyarakat Kabupaten Sambas telah lama memanfaatkan buahnya sebagai obat tradisional secara turun temurun sebagai obat penurun panas (antipiretik), radang, dan mengobati sariawan (Sudarmono, 2015; Yuliati *et al.*, 2024).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Masriani *et al.* (2010) dan Yuliati *et al.* (2024) menunjukkan bahwa buah asam kalimbawan mengandung senyawa alkaloid, fenolik, dan flavonoid pada fraksi etanol. Hasil fraksinasi asam kalimbawan pada fraksi kloroform mengandung senyawa alkaloid dan flavonoid, sedangkan fraksi n-heksana mengandung senyawa alkaloid dan steroid. Senyawa-senyawa metabolit sekunder tersebut diketahui memiliki aktivitas antimikroba khususnya antibakteri (Chairunnisa *et al.*, 2022; Ningsih *et al.*, 2023). Sehingga senyawa metabolit sekunder pada ekstrak buah asam kalimbawan juga diduga memiliki aktivitas antibakteri.

Penyakit yang banyak diderita masyarakat Indonesia sejak lama adalah penyakit yang disebabkan oleh infeksi bakteri (Angelina *et al.*, 2015). *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* merupakan bakteri patogen yang sering menginfeksi tubuh manusia. *S. aureus* dapat menyebabkan dua penyakit berbeda yaitu yang bersifat infeksius dan intoksikasi pada makanan, sedangkan *E. coli* merupakan salah satu bakteri yang dapat menimbulkan gastroenteritis dalam saluran pencernaan. *E. coli* strain patogen diketahui bersifat oportunistik dan dapat menempel pada permukaan mukosa usus serta menembus sel mukosa sehingga menyebabkan diare (Joegijantoro, 2019).

Penelitian antibakteri alami dari metabolit sekunder tumbuhan di Indonesia khususnya di Kalimantan Barat masih diperlukan pengembangan, salah satunya buah asam Kalimbawan. Penelitian mengenai penggunaan ekstrak buah asam kalimbawan saat ini masih terbatas sebagai antioksidan oleh Masriani *et al.* (2010), namun beberapa peneliti telah menguji tanaman yang satu famili dengan asam kalimbawan, seperti belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) dan belimbing manis (*Averrhoa carambola* L.), yang juga termasuk dalam famili Oxalidaceae. Berdasarkan penelitian Kambaya *et al.* (2021) menunjukkan bahwa ekstrak buah belimbing wuluh memiliki aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* pada konsentrasi 10%, 20%, 30% dan 40% dengan diameter zona hambat masing-masing sebesar 2,04 mm; 2,10 mm; 3,36 mm dan 4,25 mm. Penelitian Mustaqim (2013) menyatakan bahwa ekstrak buah belimbing manis mampu menghambat pertumbuhan *E. coli* pada konsentrasi 20%, 40%, 60% dan 80% dengan zona hambat masing-masing sebesar 13,125 mm; 17 mm; 21.375 mm dan 22,75 mm. Menurut Teori Nakanishi, tumbuhan yang mengandung senyawa yang sama diduga mempunyai aktivitas yang sama, sehingga menjadi dasar dilakukannya penelitian potensi antibakteri dari buah asam kalimbawan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian ini untuk melihat apakah buah asam kalimbawan juga

menghambat pertumbuhan bakteri khususnya *S. aureus* dan *E. coli* sehingga dapat berpotensi sebagai sumber metabolit bahan alam yang dapat menjadi referensi pengobatan secara herbal.

METODE

Pengambilan sampel buah asam kalimbawan dilakukan di Desa Mekar Sekuntum Kecamatan Galing, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat. Penelitian ini dilakukan selama empat bulan, yaitu bulan Mei sampai Agustus 2023 di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak. Pembuatan ekstrak menggunakan metode maserasi dengan pelarut metanol pro analisis. Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi cakram. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tujuh taraf perlakuan dan empat ulangan pada masing-masing bakteri.

Persiapan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah kalimbawan yang diperoleh dari Desa Mekar Sekuntum Kecamatan Galing Kabupaten Sambas Kalimantan Barat. Buah yang diambil adalah buah yang belum masak dan tidak busuk. Sampel ditimbang sebanyak 3 kg lalu dicuci menggunakan air mengalir, kemudian diiris tipis dan dikeringkan. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan oven dengan suhu 50°C. Setelah kering sampel buah asam kalimbawan dihaluskan dengan menggunakan blender sehingga terbentuk simplisia, kemudian simplisia disimpan dalam wadah kering.

Pembuatan Ekstrak Buah Asam Kalimbawan

Ekstrak buah asam kalimbawan dibuat dengan metode maserasi menggunakan pelarut metanol pro analisis. Serbuk simplisia buah asam kalimbawan sebanyak 100 g dimaserasi atau direndam dalam 1000 mL pelarut metanol (1:10). Perendaman dilakukan dalam wadah kaca dan ditutup rapat selama 7 hari, setiap 24 jam pelarut metanol diganti dengan pelarut metanol yang baru dan dilakukan pengadukan. Kemudian diambil maserat dengan disaring menggunakan kertas saring. Maserat hasil saringan kemudian dipisahkan dengan menggunakan *vacuum rotary evaporator* pada kecepatan 70-110 rpm dan suhu 45°C hingga diperoleh ekstrak kental yang kemudian disimpan dalam wadah kaca steril yang dilapisi dengan *aluminium foil* dan disimpan di desikator (Yuliati *et al.*, 2024).

Pembuatan Larutan Uji

Ekstrak buah asam kalimbawan dibuat dalam 5 taraf konsentrasi. Konsentrasi uji dibuat dengan cara menimbang ekstrak masing-masing 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5 g ekstrak, kemudian dilarutkan dengan larutan DMSO (*dimetil sulfoksida*) 10% sebanyak 1 mL. Kontrol positif antibiotik *ciprofloxacin* 500 mg digerus dan dilarutkan dengan akuades steril agar memperoleh larutan 5 µg/50 µl. Kontrol positif dibuat dengan cara melarutkan 0,65g antibiotik *ciprofloxacin* yang sudah digerus ke dalam 500 mL akuades steril, kemudian diambil 1 mL larutan antibiotik dan ditambahkan dengan 10 mL akuades steril agar memperoleh larutan 5 µg/50 µl (Wangkanusa, 2016). Kontrol negatif menggunakan kertas cakram yang direndam dalam larutan DMSO 10%.

Pembuatan Suspensi Bakteri Uji

Biakan murni bakteri *S. aureus* dan *E. coli* yang berumur 24 jam diambil menggunakan jarum ose dan disuspensikan ke dalam masing-masing larutan NaCl fisiologis 0,9% sebanyak 10 mL. *Optical Density* dihitung menggunakan *spektrofotometer UV-Vis* dengan panjang gelombang 600 nm untuk mengukur nilai absorbansi hingga mencapai OD 0,8-1 (Putra *et al.*, 2024).

Uji Aktivitas Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri ekstrak buah asam kalimbawan terhadap pertumbuhan *S. aureus* dan *E. coli* dilakukan dengan metode difusi cakram (Kirby-Bauer) (Rompas *et al.*, 2022). Media cair MHA dituangkan sebanyak 20 mL ke dalam cawan petri dan dibiarkan hingga padat. Suspensi bakteri *E. coli* dan *S. aureus* kemudian diapus merata dengan kapas lidi steril. Kertas cakram steril berdiameter 6 mm direndam di botol vial yang berisi ekstrak buah asam kalimbawan dengan lima taraf konsentrasi yang telah ditentukan selama 30 menit. Kertas cakram diletakkan di atas media agar dengan menggunakan pinset secara aseptis. Jarak antar kertas cakram yang satu dengan yang lainnya berkisar antara 4 cm dan dari tepi media 2 cm. Setiap cawan petri terdapat empat ulangan dengan satu perlakuan yang sama. Masing-masing cawan petri ini diinkubasi selama 24 dan 48 jam pada suhu 37°C.

Analisis Data

Parameter yang dianalisis adalah diameter zona hambat. Data kemudian dianalisis dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) satu jalur dengan menggunakan program SPSS versi 25. Apabila diperoleh hasil yang menunjukkan beda nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak metanol buah asam kalimbawan menunjukkan bahwa seluruh konsentrasi ekstrak memiliki kemampuan menghambat bakteri *S. aureus* dan *E. coli*. Hal ini dapat dilihat dari terbentuknya zona bening pada masing-masing perlakuan dalam pengujian (Tabel 1 dan Tabel 2). Hasil uji ANOVA pada pengukuran diameter zona bening *S. aureus* pada waktu inkubasi 24 jam ($F=58,742$, $p=0,000$; ANOVA) dan inkubasi 48 jam ($F=64,178$, $p=0,000$; ANOVA) didapatkan hasil bahwa ekstrak metanol buah asam kalimbawan berpengaruh nyata pada pertumbuhan bakteri *S. aureus* (Tabel 1).

Hasil uji lanjut Duncan berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa seluruh perlakuan ekstrak menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan kontrol positif dan kontrol negatif pada inkubasi 24 jam dan 48 jam. Perlakuan ekstrak metanol buah asam kalimbawan konsentrasi 0,1 g/mL tidak berbeda nyata dengan perlakuan ekstrak metanol buah asam kalimbawan konsentrasi 0,2 g/mL dan 0,3 g/mL tetapi berbeda nyata dengan perlakuan ekstrak metanol buah asam kalimbawan konsentrasi 0,4 g/mL dan 0,5 g/mL pada inkubasi 24 jam dan 48 jam. Perlakuan ekstrak metanol buah asam kalimbawan konsentrasi terendah yang memberikan hasil tidak beda nyata dengan perlakuan konsentrasi tertinggi

adalah konsentrasi 0,4 g/ml dengan diameter zona bening yaitu 16,55 mm pada 24 jam dan 14,65 mm pada 48 jam.

Tabel 1. Hasil Rerata Diameter Zona Bening *S. aureus* dengan Pemberian Konsentrasi Ekstrak Metanol Buah Asam Kalimbawan (*S. diversifolia*) yang Berbeda

Konsentrasi (g/mL)	Rerata Diameter (mm)	Kategori (Davis & Stout, 1971)	Rerata Diameter (mm)	Kategori (Davis & Stout, 1971)
	Inkubasi 24 Jam		Inkubasi 48 Jam	
DMSO 10% (Kontrol Negatif)	0,00 ± 0,00 ^a	-	0,00 ± 0,00 ^a	-
0,1	9,45 ± 3,73 ^b	Sedang	8,97 ± 3,51 ^b	Sedang
0,2	10,30 ± 1,15 ^b	Sedang	8,80 ± 1,88 ^b	Sedang
0,3	12,00 ± 4,51 ^b	Kuat	10,85 ± 4,28 ^{bc}	Sedang
0,4	16,55 ± 0,49 ^c	Kuat	14,65 ± 0,58 ^{cd}	Kuat
0,5	18,35 ± 4,09 ^c	Kuat	17,05 ± 4,12 ^d	Kuat
<i>Ciprofloxacin</i> (Kontrol Positif)	35,10 ± 1,77 ^d	Sangat Kuat	36,65 ± 2,26 ^c	Sangat Kuat

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan taraf kepercayaan 95%.

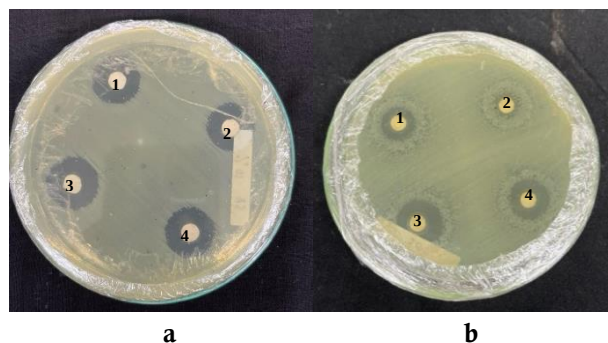
Hasil uji ANOVA pada pengukuran diameter zona bening *E. coli* pada waktu inkubasi 24 jam (F=106,942, p=0,000; ANOVA) dan inkubasi 48 jam (F=101, 356, p=0,000; ANOVA) didapatkan hasil bahwa ekstrak metanol buah asam kalimbawan (*S. diversifolia*) berpengaruh nyata pada pertumbuhan bakteri *E. coli*. Tabel 2 menunjukkan bahwa ekstrak metanol buah asam kalimbawan memiliki aktivitas hambatan terhadap pertumbuhan *E. coli*.

Tabel 2. Hasil Rerata Diameter Zona Bening *E. coli* dengan Pemberian Konsentrasi Ekstrak Metanol Buah Asam Kalimbawan (*S. diversifolia*) yang Berbeda

Konsentrasi (g/mL)	Rerata Diameter (mm)	Kategori (Davis & Stout, 1971)	Rerata Diameter (mm)	Kategori (Davis & Stout, 1971)
	Inkubasi 24 Jam		Inkubasi 48 Jam	
DMSO 10% (Kontrol Negatif)	0,00 ± 0,00 ^a	-	0,00 ^a ± 0,00	-
0,1	10,80 ± 0,98 ^b	Sedang	9,05 ± 1,93 ^b	Sedang
0,2	12,82 ± 3,99 ^b	Kuat	11,12 ± 3,83 ^b	Kuat
0,3	14,22 ± 1,99 ^b	Kuat	12,35 ± 2,79 ^b	Kuat
0,4	18,77 ± 3,47 ^c	Kuat	17,77 ± 3,11 ^c	Kuat
0,5	25,90 ± 1,79 ^d	Sangat Kuat	21,00 ± 1,34 ^c	Sangat Kuat
<i>Ciprofloxacin</i> (Kontrol Positif)	38,72 ± 1,8 ^c	Sangat Kuat	38,90 ± 1,84 ^d	Sangat Kuat

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan taraf kepercayaan 95%.

Hasil uji lanjut Duncan (Tabel 2) menunjukkan bahwa seluruh perlakuan ekstrak berbeda nyata dengan kontrol positif dan kontrol negatif pada inkubasi 24 jam dan 48 jam. Perlakuan ekstrak metanol buah asam kalimbawan konsentrasi 0,1 g/mL tidak berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 0,2 g/mL dan 0,3 g/mL tetapi berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 0,4 g/mL dan 0,5 g/mL pada inkubasi 24 jam dan 48 jam. Perlakuan ekstrak konsentrasi 0,4 g/mL berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 0,5 g/mL pada inkubasi 24 jam tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 0,5 g/mL pada inkubasi 48 jam.



Gambar 1. (a) Zona Bening *S. aureus* inkubasi 24 jam (0,4 g/mL); (b) Zona Bening *E. coli* inkubasi 24 jam (0,3 g/mL). Angka 1 hingga 4 mengindikasikan ulangan penelitian.

Perlakuan konsentrasi 0,4 g/mL terhadap *S. aureus* dan perlakuan 0,3 g/mL (Gambar 1) terhadap *E. coli* merupakan konsentrasi efektif ekstrak buah asam kalimbawan dalam menghambat pertumbuhan bakteri uji berdasarkan peraturan Farmakope Indonesia IV.

Tabel 3. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Metanol Buah Asam Kalimbawan (*S. diversifolia*)

No.	Metabolit Sekunder	Pereaksi	Perubahan	Hasil
1	Alkaloid	HCl 2N dan Dragendroff	Terbentuknya endapan jingga	+
2	Flavonoid	HCl 2N	Larutan berwarna jingga kemerahan	+
3	Terpenoid	Kloroform, asam asetat (CH_3COOH), dan asam sulfat (H_2SO_4)	Terbentuknya cincin kecoklatan	+
4	Tanin	FeCl_3 1%	Terjadi perubahan warna hijau kehitaman	+
5	Saponin	Akuades	Terbentuknya busa	+
6	Steroid	Kloroform, asam asetat (CH_3COOH), dan asam sulfat (H_2SO_4)	Terbentuknya warna hijau kebiruan	+

Uji fitokimia merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder yang diekstrak dari suatu bagian tumbuhan. Hasil yang didapatkan setelah melakukan uji fitokimia pada ekstrak metanol buah asam kalimbawan mengandung enam golongan metabolit sekunder yang berbeda (Tabel 3).

Pembahasan

Ekstrak metanol buah asam kalimbawan memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri uji yaitu *S. aureus* dan *E. coli* yang ditandai dengan terbentuknya zona hambat di sekitar kertas cakram (Tabel 1 dan Tabel 2). Adanya zona bening pada bakteri uji ini disebabkan terdifusinya ekstrak yang mengandung metabolit sekunder yaitu alkaloid, flavonoid, terpenoid, tanin, saponin, dan steroid (Tabel 3) di permukaan media agar, sehingga sel bakteri *S. aureus* dan *E. coli* akan dihambat pertumbuhannya. Aktivitas penghambatan yang terjadi pada bakteri uji berupa daerah jernih (*clear zone*) di sekitar koloni bakteri (Gambar 1). Menurut Abdullah & Munadirah (2021) yang melakukan uji

antibakteri ekstrak buah belimbing wuluh dalam menghambat bakteri *S. aureus* menunjukkan adanya aktivitas antibakteri oleh senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa efek penghambatan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak asam kalimbawan (Tabel 2). Hal ini terlihat dari kecenderungan peningkatan diameter zona bening hasil pengujian ekstrak terhadap kedua jenis bakteri uji. Kecenderungan peningkatan efek hambatan yang beriringan dengan peningkatan konsentrasi ekstrak juga terjadi pada penelitian ekstrak daun kersen (Alouw *et al.*, 2022), daun durian (Rizki *et al.*, 2021), dan daun oregano (Sarmira *et al.*, 2021) terhadap masing-masing bakteri uji. Peningkatan diameter zona bening disebabkan kuantitas metabolit sekunder yang terkandung di dalam larutan ekstrak juga meningkat ketika konsentrasinya bertambah, sehingga peningkatan jumlah metabolit sekunder akan berdampak kepada aktivitas penghambatan bakteri yang juga semakin meningkat (Sarmira *et al.*, 2021; Rizki *et al.*, 2021).

Bakteri *S. aureus* dengan diameter zona bening paling tinggi terdapat pada konsentrasi 0,5 g/mL dan diameter sebesar 18,35 mm pada bakteri *S. aureus* dan diameter 25,90 mm dengan kategori sangat kuat pada bakteri *E. coli*. Penelitian lain dengan satu famili asam kalimbawan dilakukan oleh Datu *et al.* (2015) dengan buah belimbing wuluh terhadap *S. aureus* yang memiliki aktivitas antibakteri namun dari angka diameter zona beningnya, asam kalimbawan memiliki diameter zona bening yang lebih besar dari pada ekstrak belimbing wuluh. Hal ini memperlihatkan bahwa ekstrak buah asam kalimbawan lebih kuat dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus* dibandingkan dengan belimbing wuluh.

Konsentrasi terbaik ekstrak metanol buah asam kalimbawan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* adalah sebesar 0,4 g/mL dengan diameter zona bening yaitu 16,55 mm, sedangkan pada bakteri *E. coli* konsentrasi efektif sebesar 0,3 g/mL dengan diameter zona bening yaitu 14,22 mm. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan dalam Farmakope Indonesia Edisi IV tentang penetapan potensi antibiotik secara mikrobiologi menghasilkan batas daerah hambat dinilai efektif apabila memiliki diameter daya hambat lebih kurang 14 mm sampai 16 mm (Dirjen Pom, 1995). Konsentrasi 0,4 g/mL pada *S. aureus* merupakan konsentrasi yang lebih kecil dibandingkan dengan konsentrasi 0,5 g/mL tapi sudah masuk dalam kategori farmakope, karena menurut toksisitas konsentrasi efektif diambil dari konsentrasi yang terkecil tetapi sudah dapat menghasilkan daya hambat yang sesuai dengan standar. Hal ini juga berlaku pada konsentrasi 0,3 g/mL pada *E. coli* yang merupakan konsentrasi yang lebih kecil dari 0,4 dan 0,5 g/mL tetapi sudah dapat menghasilkan daya hambat yang sesuai dengan standar. Meskipun demikian, semua perlakuan konsentrasi belum mendekati hasil pengujian kontrol positif yakni *Ciprofloxacin* jika dilihat dari angka diameter zona bening (38,90 mm). Meskipun konsentrasi ekstrak 0,5% memiliki kategori yang sama, *Ciprofloxacin* diketahui merupakan antibiotik dari golongan *quinolone* yang berspektrum luas bagi bakteri gram positif dan negatif dengan kerja menghentikan replikasi DNA dengan merusak enzim DNA girase dan topoisomerase IV sehingga terjadi proses degradasi ekstraseluler (Shariati *et al.*, 2022; Hermawati *et al.*, 2023). Aktivitas ini memiliki kemiripan dengan efek flavonoid yang juga dapat merusak DNA girase (Yan *et al.*, 2024).

Efek penghambatan buah asam kalimbawan (Tabel 2) jauh lebih baik jika dibandingkan dengan hasil pengujian ekstrak buah belimbing wuluh dengan konsentrasi 10-40% terhadap *S. aureus* yang hanya menghasilkan zona hambat berkisar 1-4 mm (Kambaya *et al.*, 2021). Penelitian Ferdyani *et al.* (2020) menggunakan sediaan ekstrak belimbing wuluh dengan kisaran zona hambat berkisar 8,50 hingga 9,30 mm. Namun, penelitian Yulianti *et al.* (2024) yang juga menggunakan ekstrak buah asam kalimbawan hanya dapat menghambat *Candida albicans* dengan nilai diameter zona hambat berkisar 8,12 hingga 9,02 mm. Hal ini menunjukkan ekstrak buah asam kalimbawan lebih baik dalam menghambat bakteri dibandingkan jamur.

Pembentukan zona bening ekstrak metanol buah asam kalimbawan juga dipengaruhi oleh jenis bakteri uji. Zona bening yang terbentuk pada bakteri *S. aureus* dan *E. coli* menunjukkan hasil yang berbeda. Bakteri *E. coli* memiliki zona bening yang lebih besar dibandingkan dengan zona bening bakteri *S. aureus* (Tabel 1 dan Tabel 2). Hasil penelitian Karmilah *et al.* (2023) juga memperlihatkan bahwa ekstrak rimpang *Meistra chinensis* memberikan efek penghambatan lebih besar pada *E.coli* dibandingkan dengan *S.aureus*. Hal ini membuktikan bahwa adanya respon yang berbeda terhadap senyawa antibakteri antara bakteri gram positif dan gram negatif karena memiliki dinding sel yang berbeda susunan kimia juga terjadi walaupun bakteri gram negatif memiliki membran luar. *S. aureus* memiliki sensitivitas yang lebih rendah daripada *E. coli* diduga karena *S. aureus* memiliki rantai peptida dan rantai glikan yang teratur serta rapat pada lapisan peptidoglikannya (Hamidah *et al.*, 2019), sedangkan *E. coli* memiliki susunan rantai peptida dan rantai glikan yang kurang beraturan serta lapisan peptidoglikan yang kurang rapat. Lapisan peptidoglikan *E. coli* sebagai bakteri gram negatif lebih tipis dengan glikan tidak beraturan daripada lapisan peptidoglikan *S. aureus* juga diduga menyebabkan kemudahan masuknya senyawa metabolit sekunder ketika telah melewati lipopolisakarida. Hasil penelitian Yan *et al.* (2023) menunjukkan bahwa senyawa flavonoid dapat berdampak terhadap penghambatan bakteri gram negatif secara signifikan terkait dengan penghambatan aktivitas enzim DNA girase yang sangat penting dalam proses replikasi DNA jika dibandingkan dengan bakteri gram positif.

Pengamatan uji aktivitas antibakteri ekstrak metanol buah asam kalimbawan terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *E. coli* dilakukan selama 24 jam dan 48 jam. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa terjadi penurunan diameter zona bening pada masa inkubasi 48 jam (Tabel 1 dan Tabel 2). Penurunan diameter zona bening pada inkubasi 24 jam ke 48 jam seperti yang terjadi pada ekstrak metanol buah asam kalimbawan menunjukkan ekstrak ini bersifat bakteriostatik, karena zat antibakteri hanya menghambat pertumbuhan bakteri tapi tidak seluruhnya membunuh bakteri. Hal ini juga terjadi pada penelitian Windiyanti *et al.* (2023) dari ekstrak buah jambu tangkalak (*Bellucia pentamera* Naudin) terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli* yang juga bersifat bakteriostatik melalui penurunan diameter zona bening dari masa inkubasi 24 jam ke 48 jam. Penurunan aktivitas penghambatan dapat disebabkan oleh senyawa metabolit sekunder dari ekstrak yang tidak bertahan lama di permukaan agar dan dipengaruhi oleh perubahan temperatur lingkungan yang diduga dapat memperlambat kerja senyawa (Prayekti & Prayoga, 2022).

Enam kelompok metabolit sekunder yang terdeteksi yaitu alkaloid, flavonoid, terpenoid, tanin, saponin, dan steroid (Tabel 3) diduga melakukan aktivitas sinergis dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *E. coli* yang ditandai dengan terbentuknya zona hambat pada apusan bakteri uji. Mekanisme penghambatan oleh metabolit sekunder terhadap pertumbuhan bakteri dapat melalui empat mekanisme yaitu, penghambatan sintesis peptidoglikan, penghambatan terhadap fungsi permeabilitas membran sel, pengrusakan struktur protein struktural maupun fungsional dan struktur DNA (Maisarah *et al.*, 2023). Mekanisme alkaloid dan saponin sebagai antibakteri yaitu dengan menghambat sintesis dinding sel dan mengakibatkan lisisnya sel melalui penurunan tegangan permukaan membran sel akibat rusaknya struktur yang berperan dalam sintesis peptidoglikan (Hersila *et al.*, 2023). Senyawa fenol yang terdapat pada flavonoid dapat menyebabkan dinding sel mengerut dan kerusakan protein membran sehingga menyebabkan terganggunya permeabilitas membran sel bakteri (Ningsih *et al.*, 2023). Senyawa terpenoid dan steroid berperan sebagai antifungi karena memiliki sifat lipolitik sehingga menghambat viabilitas sel melalui pengrusakan lipid membran yang menyebabkan kebocoran sel (Pattipeilohy *et al.*, 2022; Subaryanti *et al.*, 2022; Ghannoum *et al.*, 2020).

Tanin juga memiliki potensi dalam mengganggu sintesis peptidoglikan dinding sel bakteri dan diikuti dengan rusaknya membran sel sehingga viabilitas sel bakteri menurun, sedangkan flavonoid dilaporkan dapat merusak enzim girase pada proses sintesis DNA (Yan *et al.*, 2024). Potensi antibakteri ekstrak buah asam kalimbawan masih dapat diteliti lebih lanjut dengan melakukan fraksinasi ekstrak dengan pelarut yang berbeda sehingga dapat dilihat potensinya secara komprehensif dan berkesinambungan.

SIMPULAN

Ekstrak metanol buah asam kalimbawan memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*. Konsentrasi efektif ekstrak metanol buah asam kalimbawan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* adalah sebesar 0,4 g/mL dan bakteri *E. coli* sebesar 0,3 g/mL. Sifat penghambatan dari semua konsentrasi uji terhadap kedua bakteri adalah bakteristatik yang ditandai dengan penurunan diameter zona bening antara inkubasi 24 jam terhadap 48 jam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kepada Laboratorium Mikrobiologi dan Zoologi Program Studi Biologi FMIPA Universitas Tanjungpura yang telah membantu menyediakan fasilitas penelitian. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Emma Khairiah, S.Si. yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, N., & Munadirah, M. (2021). Efektivitas ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa blimbi* L.) dalam menghambat bakteri *Staphylococcus aureus*. *Media Kesehatan Gigi: Politeknik Kesehatan Makassar*, 20 (2): 13-20. <https://doi.org/10.32382/mkg.v20i2.2546>

- Allouw, G.E.C., Fatimawali, & Lebang, J.S. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* dengan Metode Difusi Sumuran. *Pharmacy Medical Journal*, 5 (1): 36-44. <https://doi.org/10.35799/pmj.v5i1.41430>
- Angelina, M., Turnip, M., & Khotimah, S. (2015). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun kemangi (*Ocimum sanctum* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Protobiont*, 4 (1), 184-189. <https://dx.doi.org/10.26418/protobiont.v4i1.9768>
- Chairunnisa, F., Safithri, M., Bintang, M. (2022). Antibacterial Activity of Ethanol Extract of Red Betel Leaves (*Piper crocatum*) and its Fractions against *Escherichia coli* pBR322. *Curr. Biochem.* 9 (1): 1-15. <https://doi.org/10.29244/cb.9.1.1>
- Datu, J. T., Mita, N., & Rusli, R. (2015). Aktivitas antibakteri sari buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* Linn.) terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus epidermidis*. In *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 1: 36-42. <http://dx.doi.org/10.25026/mpc.v1i1.6>
- Edwards, D. I. (1980). *Antimicrobial Drug Action*. The Macmillan Press Ltd.
- Ferdyani, S., Yuniarto, P.F., & Savitri, L. (2020). Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Gel Ekstrak Etanol Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* Linn) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kesehatan Mahasiswa UNIK*, 2 (1): 30-42.
- Ghannoum, M., Arendrup, M. C., Chaturvedi, V. P., Lockhart, S. R., McCormick, T. S., Chaturvedi, S. (2020). Ibrexafungerp: A novel oral triterpenoid antifungal in development for the treatment of *Candida auris* infections. *Antibiotics*. 9 (9): 539. doi: 10.3390/antibiotics9090539
- Hamidah, M. N., Rianingsih, L., & Romadhon, R. (2019). Aktivitas antibakteri isolat bakteri asam laktat dari peda dengan jenis ikan berbeda terhadap *E. coli* dan *S. aureus*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1 (2): 11-21. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2019.6742>
- Hermawati, A., Surtini, S., Arohman, A., & Hariyanto, H. (2023). Uji Antibiotik *Ciprofloxacin* Terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli* Secara In Vitro. *Jurnal Insan Cendekia*, 10(3), 181-188. <https://doi.org/10.35874/jic.v10i3.1187>
- Hersila, N., Chatri, M., Vauzia, Irdawati. (2023). Senyawa Metabolit Sekunder Tanin pada Tanaman sebagai Antifungi. *Jurnal Embrio*. 15 (1): 16 – 22.
- Joegijantoro, R. (2019). *Penyakit Infeksi*. Intimedia.
- Kambaya, P. P., Jumiaty, J., & Masyhudi, M. (2021). Uji efek antibakteri ekstrak etanol buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L) sebagai kandidat bahan medikamen saluran akar gigi terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* secara in vitro. *Mulawarman Dental Journal*, 1 (1): 1-9. <http://dx.doi.org/10.30872/mul.%20dent.%20j.v1i1.5034>
- Karmilah, Reymond, Daud, N.S., Badia, E., Yodha, A.W.M., Setiawan, M.A., Tee, S.A., & Musdalipah. (2023). Aktivitas Antibakteri Rimpang *Meistera chinensis* terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25023 dan *Escherichia coli* ATCC 35218 Secara Difusi Agar. *Biota*, 8 (1): 10-18. <https://doi.org/10.24002/biota.v8i1.5651>
- Maisarah, M., Chatri, M., Advinda, L., Violita. (2023). Karakteristik dan Fungsi Senyawa Alkaloid sebagai Antifungi pada Tumbuhan. *Serambi Biologi*. 8 (2): 231-236. <https://doi.org/10.24036/srmb.v8i2.205>
- Masriani, Rini, M., & Rody, P. S. (2010). Penyidikan Metabolit Sekunder dari Tumbuhan Asam Kalimbawan (*Sarcotheca diversifolia* (Miq) L. Hallier) dan Aktivitas Antioksidannya Terhadap DPPH [Karya Ilmiah]. Universitas Tanjungpura.
- Mustaqim. (2013). Pengaruh Aktivitas Flavonoid Buah Belimbing Manis (*Averrhoa carambola* L.) dalam Menghambat Pertumbuhan *Escherichia coli* Secara in Vitro [Skripsi]. Universitas Syiah Kuala.
- Ningsih, I.S., Chatri, M., Advinda, L., Violita. (2023). Flavonoids Active Compounds Found in Plants. *Serambi Biologi*, 8(2): 126-132. <https://doi.org/10.24036/srmb.v8i2.206>
- Pattipeilohy, A. J., Umar, C.B.P., & Pattilouw, M.T. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Tapak Dara (*Catharantus roseus*) Di Desa Lisabata Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* dengan Menggunakan Metode Difusi Agar. *Jurnal Rumpun Ilmu Kesehatan*, 2 (1): 80-90. <https://doi.org/10.55606/jrik.v2i1.604>
- Prayekti, E., & Prayoga, M. A. (2022). Uji Stabilitas Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus* dari Eksrak Etanol Umbi Bawang Dayak (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr) dengan Perlakuan Suhu Penyimpanan. *Biosapphire*, 1 (2): 61-66. <https://jurnal.unipar.ac.id/index.php/BIOSAPPHIRE/article/view/690>
- Putra, H. W., Kurniatuhadi, R., Setyawati, T. R., & Yanti, A. H. (2024). Antibacterial Activity of

- Streptomyces* sp. NrASA6 Culture Extract Isolated from Nypa Palm Worm Substrate againsts *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Aeromonas* sp. NrBF9. *Jurnal Biologi Tropis*, 24 (1): 252-260. <http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v24i1.6469>
- Rizki, S.A., Latief, M., Fitrianingsih, & Rahman, H. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak N-Heksan, Etil Asetat, dan Etanol Daun Durian (*Durio zibethinus* Linn.) terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes* dan *Staphylococcus epidermidis*. *JAMHESIC*, Special Issues: 442-457. <https://online-journal.unja.ac.id/kedokteran/article/view/14668>
- Rompas, S.A.T., Wewengkang, D.S., & Mpila, D.A. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Organisme Laut Tunikata *Polycarpa aurata* Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Pharmacon*, 11 (1), 1271-1278. <https://doi.org/10.35799/pha.11.2022.39137>
- Sarmira, M., Purwanti, S., & Yuliati, F.N. (2021). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Oregano terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* sebagai Alternatif *Feed additive* Unggas. *Jurnal Ilmu Ternak*, 21(1): 40-49. <https://doi.org/10.24198/jit.v21i1.33161>
- Shariati, A., Arshadi, M., Khosrojerdi, M.A., Abedinzadeh, M., Ganjalishahi, Maleki, A., Heidary, M., Khoshnood, S. (2022). The resistance mechanisms of bacteria against ciprofloxacin and new approaches for enhancing the efficacy of this antibiotic. *Front.Public Health*, 10:1025633. doi:10.3389/fpubh.2022.1025633
- Subaryanti, Melasari, F., Zainuddin, R. (2022). Potensi Antifungi Ekstrak Kulit Buah Pisang Batu (*Musa balbisiana* Colla) terhadap Pertumbuhan *Candida albicans* dan *Candida tropicalis*. *Saintech Farma*. 15(1): 23 – 30. <https://doi.org/10.37277/sfj.v15i1.1107>
- Sudarmono. (2015). Asam Kalimbawan (*Sarcotheca diversifolia* (Miq.) Hallier f.) and Asam Paya (*Eleiodoxa conferta* (Griff.) Burret) As Food Alternative and Its Conservation in Sambas Botanical Garden, West Kalimantan. Seminar Nasional Peran Geografi dalam Mendukung Kedaulatan Pangan 2015, 235-240.
- Wangkanusa, D. (2016). Uji aktivitas antibakteri dari ekstrak daun prasman (*Eupatorium triplinerve* Vahl.) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Pharmacon*, 5(4), 2023-210. <https://doi.org/10.35799/pha.5.2016.14003>
- Windiyantri, R., Khotimah, S., & Zakiah, Z. (2023). Potensi Ekstrak Buah Jambu Tangkalak (*Bellucia pentamera* Naudin) sebagai Penghambat Pertumbuhan *Escherichia coli* ATCC 25922 dan *Staphylococcus aureus*. *Life Science*, 12 (1): 86-96. doi: <https://doi.org/10.15294/lifesci.v12i1.66777>
- Yan, Y., Xia, X., Fatima, A., Zhang, L., Yuan, G., Lian, F., & Wang, Y. (2024). Antibacterial Activity and Mechanisms of Plant Flavonoids against Gram-Negative Bacteria Based on the Antibacterial Statistical Model. *Pharmaceuticals*, 17 (3):292. <https://doi.org/10.3390/ph17030292>
- Yuliati, Kurniatuhadi, R., & Khotimah, S. (2024). Aktivitas Antifungi Ekstrak Metanol *Sarcotheca diversifolia* (Miq) Hallier F terhadap Pertumbuhan *Candida albicans*. *Sciscitatio*, 5 (2): 76-86. <https://doi.org/10.21460/sciscitatio.2024.52.180>