

Efek Antibakteri Kombinasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dan Amoksisilin terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* secara *In Vitro*

(Antibacterial Effect Combination of Moringa Leaf Extract (*Moringa oleifera* Lam.) and Amoxicillin against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in Vitro)

SETIADI ABDILLAH PRATAMA^{1*}, TRI WIDYAWATI¹, MUHAMMAD ICHWAN¹,
DIAN DWI WAHYUNI¹

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia,
Jl. Dr. Mansyur No.5, Medan 20155, Indonesia.

Diterima 3 Januari 2022, Disetujui 29 Maret 2022

Abstrak: *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* adalah bakteri yang sering menginfeksi manusia dan beresiko resistensi terhadap antibiotik termasuk amoksisilin. Hal ini mendorong pentingnya upaya menemukan alternatif termasuk dari tanaman, salah satunya kelor (*Moringa oleifera* Lam). Tujuan untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri kombinasi ekstrak etanol daun kelor (KDK) dan amoksisilin (KA) terhadap *S. aureus* dan *E. coli* secara *in vitro*. Metode penelitian *true experimental* dengan *post-test control group design*. Uji KDK ada 4 konsentrasi (20, 30, 40, 50%) dan KA 1 konsentrasi (3 mg/mL). Metode uji dengan difusi cakram agar dan parameter yang diukur diameter zona hambat cakram. Data dianalisis dengan Oneway ANOVA dan uji lanjut Tukey. Kombinasi KDK+KA terhadap *S. aureus* (20,77±1,79 – 21,33±1,74 mm)>KDK (11,45±0,21 – 12,45±0,28 mm) dan KA (14,50±0,42 mm). Kombinasi KDK+KA terhadap *E. coli* (15,53±0,71 – 17,87±0,42 mm)>KDK (9,00±0,28 – 10,30±0,42 mm) dan KA (13,45±0,35 mm). Terdapat perbedaan bermakna (p<0,05) antara kelompok (KDK+KA) dengan kelompok (KDK atau KA). Kombinasi ekstrak daun kelor dan amoksisilin menghasilkan efek sinergisme sebagai antibakteri terhadap *S. aureus* dan *E. coli* secara *in vitro*.

Kata kunci: amoksisilin, antibakteri, *Escherichia coli*, *Moringa oleifera* Lam, *Staphylococcus aureus*.

Abstract: *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* often infect humans and risky cause antibiotics resistance including amoxicillin. This encourages us finding alternative active ingredients: *Moringa oleifera* leaf. This study evaluated antibacterial activity of combination of Moringa leaf extract (KDK) and amoxicillin (KA) against *S. aureus* and *E. coli* in vitro. The research methods with true experimental research with post-test control group design. KDK obtained by maceration. Four concentrations of KDK test materials (20, 30, 40, 50%) and 1 concentration of KA (3 mg/mL). Disc diffusion test method taken and the parameter measured: the diameter of the disc inhibition zone. Data analyzed by One-way ANOVA and further Tukey's test. KDK+KA against *S. aureus* (20.77±1.79 – 21.33±1.74 mm)>KDK (11.45±0.21 – 12.45±0.28 mm) or KA (14.50±0.42 mm). KDK+KA against *E. coli* (15.53±0.71 – 17.87±0.42 mm)>KDK (9.00±0.28 – 10.30±0.42 mm) or KA (13.45±0.35 mm). A significant (p<0.05) was obtained between the combination group (KDK+KA) versus a group (KDK or KA). The combination of Moringa leaf ethanol extract and amoxicillin synergistically effected as antibacterial against *S. aureus* and *E. coli* in vitro.

Keywords: amoxicillin, antibacterial, *Escherichia coli*, *Moringa oleifera* Lam., *Staphylococcus aureus*.

*Penulis korespondensi:
Email: abdillah818@gmail.com

PENDAHULUAN

STAPHYLOCOCCUS aureus merupakan penyebab paling umum kedua dari blood stream infections (BSI). Insiden BSI berkisar antara 113-204 per 100.000 penduduk. *Staphylococcus aureus* menyebabkan BSI dengan insiden tahunan sekitar 30-40 per 100.000 populasi dan tingkat fatalitas kasus terkait sebesar 20%^(1,2).

Escherichia coli adalah bakteri flora normal yang sering dijumpai pada usus manusia, bersifat unik karena dapat menyebabkan infeksi primer seperti diare. Dilaporkan pada tahun 1995 sampai 2001 terjadi kecenderungan resistensi antimikroba terhadap isolat *E. coli* dalam infeksi saluran urin pada pasien wanita di Amerika Serikat terhadap trimethoprim-sulfametoxazol, ciprofloxacin, nitrofurantoin, dan ampisilin⁽³⁾.

Upaya untuk menanggulangi resistensi bakteri terhadap amoksisilin adalah dengan mengembangkan antibakteri baru dari bahan alam⁽⁴⁾. Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) adalah tanaman obat. *M. oleifera* memiliki margin keamanan yang lebar dan toksisitas yang rendah. *M. oleifera* dilaporkan memiliki aktivitas antikarsinogenik, antidiabetik, anti-inflamasi, anti-atherosklerotik, anti-apoptotik, hepatoprotektif, neuroprotektif, dan kardioprotektif⁽⁵⁾. *M. oleifera* menghambat bakteri Gram-positif dan Gram-negatif termasuk *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. Ekstraknya mengandung alkaloid, steroid, triterpen, flavinoid, polifenol dengan aktivitas antibakteri⁽⁶⁾, termasuk terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*⁽⁷⁾.

Kombinasi antibiotik dan ekstrak tanaman merupakan konsep baru dan telah digunakan untuk pengobatan infeksi bakteri resisten⁽⁸⁾. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji aktivitas dari kombinasi ekstrak daun kelor dan amoksisilin dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

BAHAN DAN METODE

BAHAN. Bahan yang digunakan dalam penelitian, yaitu: daun kelor 3 kg, tablet amoksisilin, aquadest steril, etanol 96%, NaCl 0,9%, toluen jenuh air, pereaksi alkaloid, larutan besi klorida, larutan timbal asetat, larutan asam nitrat, larutan fehling A dan fehling B, larutan asam sulfat pekat, larutan tembaga asetat, bakteri *Staphylococcus aureus* dan bakteri *Escherichia coli*.

Alat. Alat yang digunakan dalam penelitian, yaitu: vial, bejana, pipet tetes, gelas ukur, spatel, timbangan analitik, wadah (botol), kaca objek, jarum ose, tabung reaksi, TLC-scanner, rotary evaporator, cawan petri, tabung Erlenmeyer

METODE. Penelitian ini menggunakan 9 kelompok perlakuan, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelompok perlakuan dalam penelitian.

Kelompok	Jumlah ekstrak	Amoksisilin 3 mg/mL	Bakteri
KA	-	+	+
KDK20	20%	-	+
KDK30	30%	-	+
KDK40	40%	-	+
KDK50	50%	-	+
KDK20+KA	20%	+	+
KDK30+ KA	30%	+	+
KDK40+ KA	40%	+	+
KDK50+ KA	50%	+	+

Ekstraksi Daun Kelor. Ekstraksi daun kelor dilakukan dengan metode maserasi dengan pelarut etanol 96% dan pembuatan larutan antibiotik amoksisilin. Setiap larutan kemudian diteteskan pada kertas cakram kontrol dan perlakuan. Suspensi bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan standar Mc Farland 0.5 kemudian diusapkan secara rapat pada media Mueller Hinton Agar. Kemudian setiap kertas cakram kontrol dan perlakuan diletakkan pada media agar yang telah diusapkan bakteri. Setelah inkubasi selama 18-24 jam pada suhu 34 °C, maka zona hambat bakteri pada media diukur.

Aktivitas Antibakteri. Aktivitas antibakteri amoksisilin terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dilakukan dengan metode difusi agar. Aktivitas antibakteri ditentukan dengan berdasarkan diameter zona hambat, yang diukur dengan jangka sorong, yang dihasilkan oleh sediaan uji yang berdifusi pada pencadangan kertas berdiameter 6 mm yang diletakkan dalam cawan petri yang telah terlebih dahulu dimasukkan inokulum bakteri uji dan media agar.

Analisis Data. Data yang didapat akan dicatat dan dianalisis menggunakan program statistik SPSS25, meliputi analisis deskriptif dan analisis inferensia untuk tiap jenis perlakuan menggunakan metode *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perlakuan dan kelompok serta interaksi antara perlakuan dan kelompok terhadap diameter zona hambat bakteri. Variabel dikatakan berpengaruh jika memiliki p-value dengan uji lanjut Tukey.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Simplisia Daun Kelor. Karakteristik simplisia diperlihatkan pada Tabel 2.

Kadar abu simplisia dari hasil penelitian diperoleh sebesar 8,13% dan memenuhi persyaratan pada Farmakope Herbal Indonesia edisi II yaitu tidak lebih dari 10%⁽¹⁰⁾. Penetapan kadar abu dimaksudkan untuk mengetahui kandungan mineral internal yang terdapat di dalam simplisia serta senyawa organik setelah pembakaran. Kadar sari larut air simplisia dari hasil penelitian diperoleh 20,27% dan memenuhi persyaratan yaitu tidak kurang dari 4,9%⁽¹⁰⁾.

Kadar sari larut etanol simplisia dari hasil penelitian sebesar 16,48% dan memenuhi persyaratan yaitu tidak kurang dari 5%⁽¹⁰⁾. Kadar air simplisia

dari hasil penelitian diperoleh kadar air simplisia 6,65% dan memenuhi persyaratan yaitu tidak lebih dari 9%⁽¹⁰⁾. Pengeringan simplisia dilakukan untuk mendapatkan simplisia yang tidak mudah rusak oleh mikroba seperti jamur sehingga dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober-November 2021 di Laboratorium Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara. Kadar abu, kadar sari larut air, kadar sari larut etanol, dan kadar air simplisia menunjukkan jumlah tiap zat tersebut yang terkandung dalam simplisia, dengan hasil dari penelitian ini masing-masing sebesar 8,13%, 20,27%, 16,48% dan 6,65% yang memenuhi persyaratan pada Farmakope Herbal Indonesia edisi II⁽¹⁰⁾.

Tabel 2. Hasil karakterisasi simplisia daun kelor.

No	Karakteristik	Hasil Pemeriksaan	Persyaratan dari Farmakope Herbal Indonesia edisi I
1	Kadar abu	8,13%	tidak lebih dari 10%
2	Kadar sari larut air	20,27%	tidak kurang dari 4,9%
3	Kadar sari larut etanol	16,48%	tidak kurang dari 5%
4	Kadar air	6,65%	tidak lebih dari 9%

Skrining Fitokimia. Skrining fitokimia merupakan langkah awal yang dapat membantu memberikan gambaran tentang golongan senyawa yang terkandung dalam tanaman yang sedang diteliti⁽¹¹⁾. Pada penelitian ini, skrining fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder atau senyawa aktif pada ekstrak etanol daun

kelor secara kualitatif.

Berdasarkan hasil pemeriksaan uji golongan senyawa kimia menunjukkan bahwa simplisia dan ekstrak daun kelor mengandung senyawa kimia golongan flavonoida, saponin, tanin, glikosida, dan triterpenoid/steroid dan protein. Hasil skrining fitokimia diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil skrining fitokimia ekstrak etanol daun kelor.

No	Senyawa metabolit sekunder	Pereaksi	Hasil
1	Alkaloid	Dragendroff, bouchardat, meyer	+
2	Flavonoid	serbuk Mg + amil alkohol + HCl _p	+
3	Saponin	air panas	+
4	Tanin	FeCl ₃	+
5	Glikosida	molish + H ₂ SO ₄	+
6	Triterpenoid/Steroid	liebermen-bourchat	+

Hasil Pemeriksaan Diameter Zona Hambat Amoksisilin Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* Secara *In Vitro*. Berdasarkan Tabel 4, dapat dilihat bahwa pengujian amoksisilin terhadap *S. aureus* pada konsentrasi 5 mg/mL menunjukkan zona hambat paling kecil (13,05±0,78 mm). Selanjutnya konsentrasi diatas 15 mg/mL menunjukkan aktivitas zona hambat yang lebih besar dari 17 mm. Secara statistik dijumpai perbedaan bermakna antar kelompok p<0,05. Pengujian amoksisilin terhadap *E. coli* pada konsentrasi 3 mg/mL

menunjukkan zona hambat paling kecil (13,45±0,35 mm). Selanjutnya 60 konsentrasi diatas 5 mg/mL menunjukkan aktivitas zona hambat yang lebih besar dari 22 mm. Secara statistik dijumpai perbedaan bermakna antar kelompok p<0,05. Oleh sebab itu tahap berikutnya konsentrasi yang dikaji yaitu 3 mg/mL karena pada bakteri *S. aureus* dan *E. coli* terdapat pada hasil subset yang sama.

Hasil uji aktivitas antibakteri amoksisilin terhadap bakteri *S. aureus* pada konsentrasi terendah yaitu 3 mg/mL menghasilkan zona hambat diameter

sebesar (14,50±0,42), konsentrasi tertinggi yaitu 21 mg/mL menghasilkan zona hambat diameter sebesar (17,65±0,21). Hasil uji aktivitas antibakteri amoksisilin terhadap bakteri *Escherichia coli* pada konsentrasi terendah yaitu 3 mg/mL menghasilkan zona hambat diameter sebesar (13,45±0,35), konsentrasi tertinggi yaitu 19 mg/mL menghasilkan zona hambat diameter

sebesar (28,78±0,32). Konsentrasi terendah dari uji aktivitas antibakteri dengan amoksisilin diambil oleh peneliti dan diharapkan dengan pengujian kombinasi antara amoksisilin dengan ekstrak daun kelor berbagai konsentrasi, akan menghasilkan diameter zona hambat yang lebih besar atau lebih sensitif dibandingkan uji aktivitas antibakteri secara tunggal

Tabel 4. Hasil pemeriksaan diameter zona hambat amoksisilin terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* secara *in vitro*.

Konsentrasi Amoksisilin (mg/ml)	Rerata Diameter Zona Hambat (mm) (Rerata ± SD)	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
3	14,5 ± 0,42	13,45 ± 0,35 ^{*b}
5	13,05 ± 0,78	25,80 ± 0,14
7	14 ± 2,4	22,53 ± 1,1
9	15,4 ± 0,42	23,7 ± 0,99
11	13,95 ± 0,64	26,65 ± 0,92
13	15,95 ± 0,21	26,15 ± 0,49
15	17,5 ± 0,57 ^{*a}	25,95 ± 0,07
17	16,5 ± 0,42	26,70 ± 0,42
19	17,05 ± 0,21 ^{*a}	28,78 ± 0,32
21	17,65 ± 0,21 ^{*a}	24,83 ± 2,51
P	0,003	< 0,001

Keterangan: Data dianalisis dengan uji Oneway Anova dengan uji lanjut Tukey, *p<0,05
a/b:berbeda dengan kelompok lainnya

Hasil Pemeriksaan Diameter Zona Hambat Ekstrak Etanol Daun Kelor dan Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Kelor dan Amoksisilin Terhadap *S. aureus* dan *E. coli* Secara *In Vitro*. Penentuan aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun kelor dilakukan dengan metode difusi agar. Zona hambat pertumbuhan mikroba adalah daerah jernih disekeliling cakram kertas⁽¹²⁾, seperti tampak pada Gambar 1.

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa hasil uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun kelor dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* terbesar pada KDK30 dengan diameter zona hambat (12,45±0,28 mm) dan bakteri *Escherichia coli* pada konsentrasi KDK20 dengan diameter zona hambat sebesar (10,30±0,42).

Aktivitas suatu zat antimikroba dalam menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroorganisme tergantung pada konsentrasi antimikroba tersebut. Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan diketahui bahwa ekstrak daun kelor mempunyai aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* pada konsentrasi 5%, 10%, 20%, 40%, dan 80 % dan Kadar Hambat minimum (KHM) yang didapat yaitu 13 mm pada bakteri *Escherichia coli* dan 12 mm pada bakteri

Staphylococcus aureus⁽¹³⁾.

Setelah dilakukan uji aktivitas antibakteri pada masing-masing sampel uji dari amoksisilin dan ekstrak etanol daun kelor terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* kemudian dilakukan kombinasi diantara keduanya dan dilakukan kembali uji aktivitas antibakteri. Kombinasi yang digunakan dalam pengujian ini adalah konsentrasi amoksisilin yang terendah pada penelitian ini yaitu KA dengan zona hambat diameter yang dihasilkan sebesar (14,50±0,42) untuk bakteri *Staphylococcus aureus* dan diameter zona hambat sebesar (13,45±0,35) untuk bakteri *Escherichia coli*., dimana pada penelitian ini diharapkan untuk KDK20+KA, KDK30+KA, KDK40+KA dan KDK50+KA dapat meningkatkan diameter zona hambat dan tingkat sensitivitasnya terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

Hasil pengujian menggunakan uji ANOVA pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* secara statistik dijumpai perbedaan bermakna antar kelompok p<0,05. Hasil pengujian tukey pada *Staphylococcus aureus* diketahui bahwa terdapat perbedaan rata-rata diameter zona hambat kombinasi ekstrak etanol daun kelor kelompok a (KDK20, KDK30, KDK40, KDK50 dan KA) dengan kelompok

b (KDK20+KA, KDK30+KA, KDK40+KA dan KDK50+KA) karena berada pada subset yang berbeda. Hasil pengujian Tukey pada *Escherichia coli* diketahui bahwa terdapat perbedaan rata-rata diameter zona hambat kombinasi ekstrak etanol daun kelor kelompok a (KDK20, KDK30, KDK40, KDK50); kelompok b (KA); kelompok c (KDK30+KA, KDK40+KA) dan kelompok d (KDK20+KA, KDK50+KA) karena berada pada subset yang berbeda.

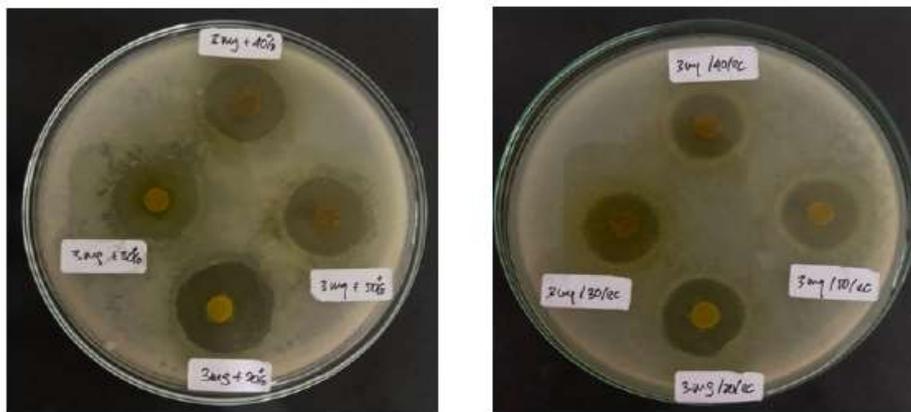
Berdasarkan hasil Tabel 5, dilakukan pengujian aktivitas antibakteri amoksisilin dikombinasi dengan ekstrak etanol daun kelor terhadap bakteri

Staphylococcus aureus dan *Escherichia coli* KDK20+KA, KDK30+KA, KDK40+KA dan KDK50+KA. Hasil Tabel 5, pada saat dilakukan kombinasi antara variasi konsentrasi amoksisilin dan ekstrak etanol daun kelor diameter zona hambatnya meningkat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dibandingkan saat dilakukan uji aktivitas antibakteri secara tunggal. Dengan hal ini dapat disimpulkan bahwa kombinasi antara amoksisilin dengan ekstrak etanol daun kelor terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* bersifat sinergisme.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan diameter zona hambat ekstrak etanol daun kelor dan kombinasi ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dan amoksisilin terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* secara *in vitro*.

Kelompok	Rerata Diameter Zona Hambat (mm) (Rerata ± SD)	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
KA	14,5 ± 0,42	13,45 ± 0,35 ^{*b}
KDK 20	11,45 ± 0,21	10,30 ± 0,42
KDK 30	12,45 ± 0,28	9,5 ± 0,28
KDK 40	12,15 ± 0,99	9 ± 0,28
KDK 50	12,4 ± 0,21	10,05 ± 0,35
KDK20+KA	20,77 ± 1,79 ^{*a}	17,77 ± 0,57
KDK30+KA	20,63 ± 1,23 ^{*a}	15,53 ± 0,71
KDK40+KA	21,33 ± 1,74 ^{*a}	17,03 ± 0,87
KDK50+KA	20,20 ± 2,49 ^{*a}	17,87 ± 0,42
p	<0,001	<0,001

Keterangan: Data dianalisis dengan uji Oneway Anova dengan uji lanjut Tukey, * $p < 0,05$
a/b:berbeda dengan kelompok lainnya



Gambar 1. Hasil uji aktivitas antibakteri kombinasi amoksisilin dengan ekstrak etanol daun kelor terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*.

Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun kelor terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dengan KDK20, KDK30, KDK40, KDK50, menghasilkan diameter zona hambat masing-masing sebesar 11,45±0,21 mm, 12,45±0,28 mm, 12,15±0,99 mm, dan 12,40±0,21 mm. Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun kelor terhadap bakteri *Escherichia coli* dengan KDK20, KDK30, KDK40, KDK50, menghasilkan diameter zona hambat masing-masing sebesar 10,30±0,42 mm, 9,50±0,28 mm, 9,00±0,28, dan 10,05±0,35 mm.

Uji aktivitas antibakteri amoksisilin kombinasi dengan ekstrak etanol daun kelor terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dalam penelitian ini dilakukan pengulangan untuk hasil yang lebih baik. Hasil uji aktivitas anti bakteri amoksisilin kombinasi dengan ekstrak etanol daun kelor yang paling terbesar terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* yaitu KDK40+KA menghasilkan zona hambat diameter zona hambat sebesar (21,33±1,74). Hasil uji aktivitas anti bakteri amoksisilin kombinasi dengan ekstrak etanol daun kelor yang paling terbesar terhadap bakteri

Escherichia coli yaitu KDK50+KA menghasilkan zona hambat diameter zona hambat sebesar (17,87±0,42). Hasil ini menunjukkan kombinasi uji antibakteri antara amoksisilin dengan ekstrak etanol daun kelor terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* menunjukkan efek sinergisme yang baik dalam meningkatkan sensitivitas terhadap bakteri tersebut.

Hasil dari penelitian sebelumnya oleh Augustie dkk⁽¹⁴⁾ yaitu rata-rata diameter zona hambat ekstrak daun Kelor terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* adalah 15,5 mm pada konsentrasi 25%, 18,5 mm pada konsentrasi 50%, 23 mm pada konsentrasi 75%. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor mempunyai aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. Pada konsentrasi ekstrak daun kelor 75% mempunyai daya hambat paling besar terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* daripada konsentrasi 25% dan 50% dimana semakin besar konsentrasi ekstrak daun kelor maka bertambah besar pula aktivitas hambatannya⁽¹⁴⁾.

Penelitian Amalia dkk⁽¹⁵⁾, untuk uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode sumuran dengan enam konsentrasi ekstrak metanol daun kelor (*Moringa oleifera* L.) 5%, 10%, 20%, 40%, 60%, 80%, kontrol positif ciprofloxacin 5 µg/disk, dan kontrol negatif Na-CMC 0,5%. Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak metanol daun kelor (*Moringa oleifera* L.) menunjukkan bahwa konsentrasi 5%, 10%, 20% dan 40% termasuk zona hambat kategori sedang yaitu 8,1 mm; 9,32 mm; 9,67 mm; 9,92 mm, sedangkan konsentrasi 60% dan 80% termasuk zona hambat kuat yaitu 11 mm dan 12 mm. Dari penelitian tersebut, diketahui bahwa ekstrak daun kelor mempunyai aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* pada konsentrasi 5%, 10%, 20%, 40%, dan 80 % dan Kadar Hambat minimum (KHM) yang didapat yaitu 13 mm pada bakteri *Escherichia coli* dan 12 mm pada bakteri *Staphylococcus aureus*. Perbedaan konsentrasi ekstrak daun kelor mempengaruhi penghambatan pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, dimana semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka semakin besar pula aktivitas antibakteri penghambatan pertumbuhan bakteri.

Penelitian Emelia, et al⁽¹⁶⁾ pengujian aktivitas antibakteri diketahui bahwa ekstrak etanol 96% daun kelor (*Moringa oleifera* L.) dapat membunuh bakteri uji dengan konsentrasi 10% memiliki daya hambat rata-rata 18,83 mm yang termasuk kategori kuat. Konsentrasi 8% memiliki rata-rata daya hambat sebesar 10,33 mm yang termasuk kategori kuat dan untuk konsentrasi 6% memiliki rata-rata zona hambat sebesar 7,83 mm yang termasuk kategori sedang.

Penelitian Purnasari⁽¹⁷⁾ hasil uji aktivitas antimikroba ekstrak menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap kedua bakteri uji. Ekstrak daun kelor mulai aktif menghambat pertumbuhan *S. aureus* pada konsentrasi 100 mg/mL, dengan diameter zona hambat 6,80 mm. Sedangkan untuk *E. coli*, ekstrak etanol daun kelor aktif pada konsentrasi 50 mg/mL, dengan diameter zona hambat 9,20 mm.

Hasil uji KLT-Bioautografi dari ekstrak etanol daun kelor terhadap *E. coli* dan *S. aureus* memperlihatkan adanya noda yang aktif. Hasil identifikasi dengan KLT menunjukkan ekstrak etanol daun kelor diduga mengandung senyawa aktif golongan alkaloid, steroid, terpen, fenolik, dan flavanoid, dan noda yang aktif terhadap bakteri uji diduga mengandung senyawa golongan terpenoid.

Penelitian oleh Yunita⁽¹⁸⁾ yang menilai uji aktivitas antibakteri ekstrak daun kelor terhadap bakteri *P. aeruginosa* menunjukkan adanya zona hambat pada konsentrasi ≥4%. Nilai zona hambat tertinggi diperoleh pada konsentrasi 10% dengan rata-rata diameter zona hambat 19,60 ± 0,67 mm. Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor mengandung flavonoid, saponin, terpenoid dan tanin. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun kelor memiliki aktivitas sebagai antibakteri terhadap bakteri *P. aeruginosa*.

Sebagai kesimpulan, dari hasil penelitian ini, aktivitas antibakteri amoksisilin secara *in vitro* menunjukkan respons resisten pada konsentrasi lebih kecil dari 15 mg/mL terhadap *Staphylococcus aureus* dan konsentrasi 3 mg/mL terhadap *Escherichia coli*. Aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dosis 20, 30, 40 dan 50% menunjukkan respons resisten terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* secara *in vitro*. Kombinasi ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dosis 20, 30, 40 dan 50% dan amoksisilin 3 mg/mL menunjukkan efek sinergis terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* ditandai dengan peningkatan diameter zona hambat >17 mm secara *in vitro*, sehingga dapat disimpulkan bahwa kombinasi ekstrak daun kelor dan amoksisilin menghasilkan efek sinergisme sebagai antibakteri terhadap *S. aureus* dan *E. coli* secara *in vitro*. Saran penelitian selanjutnya diharapkan mengkaji aktivitas anti bakteri senyawa metabolit yang spesifik dalam daun kelor.

SIMPULAN

Kombinasi ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) konsentrasi 20, 30, 40 dan 50% dan amoksisilin 3 mg/mL menunjukkan efek sinergis

terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* ditandai dengan peningkatan diameter zona hambat secara *in vitro*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Laupland KB, Pasquill K, Steele L, Parfitt EC. Burden of bloodstream infection in older persons: a population-based study. *BMC geriatrics*. 2021 Dec;21(1):1-7.
2. Kern WV, Rieg S. Burden of bacterial bloodstream infection—a brief update on epidemiology and significance of multidrug-resistant pathogens. *Clinical Microbiology and Infection*. 2020 Feb 1;26(2):151-7.
3. Karlowsky JA, Kelly LJ, Thornsberry C, Jones ME, Sahm DF. Trends in antimicrobial resistance among urinary tract infection isolates of *Escherichia coli* from female outpatients in the United States. *Antimicrobial agents and chemotherapy*. 2002 Aug;46(8):2540-5.
4. Islam, M, et al. Antibacterial activity of crab of amoxicillin against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Journal of Advanced Scientific Research*. 2011; 2(4): 63-6.
5. Abou-Zeid SM, Ahmed AI, Awad A, Mohammed WA, Metwally MM, Almeer R, Abdel-Daim MM, Khalil SR. *Moringa oleifera* ethanolic extract attenuates tilmicosin-induced renal damage in male rats via suppression of oxidative stress, inflammatory injury, and intermediate filament proteins mRNA expression. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2021 Jan 1;133:110997.
6. Gomes F, Martins N, Barros L, Rodrigues ME, Oliveira MB, Henriques M, Ferreira IC. Plant phenolic extracts as an effective strategy to control *Staphylococcus aureus*, the dairy industry pathogen. *Industrial Crops and Products*. 2018 Feb 1;112:515-20.
7. Elza, S., Fakhrurrazi., Harris A. Uji antibakteri ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* l.) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. *JIMVET*. 2018; 2(3):373-9.
8. Chanda, S., and Rakholiya, K. Combination therapy: synergism between natural plant Extracts and Antibiotics Against Infectious Diseases. 2011; 520-9.
9. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Daun kelor (*Moringa oleifera* folium). *Farmakope herbal Indonesia 2*. 2017; 209.
10. Dwidjoseputro. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Penerbit Djambatan. 1998.
11. Maida, S. and Lestari, K. Aktivitas antibakteri amoksisilin terhadap bakteri gram positif dan bakteri gram negatif amoxicillin. *Jurnal Pijar MIPA*. 2019; 14(3):189-191.
12. Agustie, A and Samsuharto, R. Antibacterial activity test of moringa leaf extract (*Moringa oleifera* lam.) against *Staphylococcus aureus* bacteria. *Biomedika* 6 (2). 2013; 14-9.
13. Amalia, M. Uji aktivitas antibakteri ekstrak metanol daun kelor (*Moringa oleifera* l.) terhadap bakteri *Escherichia coli* dengan metode sumuran. 2021; 1-4.
14. Emelia, R, Safitri D, and Andriyani, H. Daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai antibakteri terhadap infeksi bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal infokes-politeknik piksi ganesha*. 2021; 44-50.
15. Purnasari, C. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) terhadap bakteri patogen resisten antibiotik. 2013; 21-9.
16. Yunita, E, Permatasari, D, and Lestari D. Antibacterial activity of moringa leaves extract against *Pseudomonas aeruginosa*. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*. 2020; 189-94. <https://journal.uniga.ac.id/index.php/JFB>. Accessed August 21, 2021.