

AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera* Lamk.) TERHADAP BAKTERI *Escherichia coli* PENYEBAB PENYAKIT GANGGUAN PENCERNAAN SECARA *IN VITRO*

Fajar Husen^{1*}, Nuniek Ina Ratnaningtyas²

¹Departemen Teknologi Laboratorium Medis, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKes) Bina Cipta Husada, Jl. Pahlawan No. V/6 Tanjung, Purwokerto Selatan, Banyumas, Jawa Tengah, 53144

²Program Studi Biologi, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED), Jl. Dr. Soeparno No. 63 Karangwangkal, Purwokerto Utara, Banyumas, Jawa Tengah, 53122

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel :

Diterima : 07 Maret 2024

Disetujui : 05 Mei 2024

Kata Kunci : *Moringa oleifera*, antibiotik, *Escherichia coli*, ekstrak, zona hambat

ABSTRAK

Daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) adalah salah satu jenis tumbuhan tropis di Indonesia yang banyak dimanfaatkan oleh Masyarakat Indonesia sebagai bahan masakan. Daun kelor diketahui memiliki banyak manfaat salah satunya dapat dikonsumsi sebagai asi booster. Ekstrak daun kelor juga dilaporkan memiliki aktivitas sebagai anti-peradangan, anti-bakteri, anti-oksidan, dan beberapa melaporkan sebagai anti-diabetes. Penelitian terkait molekuler docking dari senyawa bioaktif *M. oleifera* dan uji aktivitas *in vitro* sebagai anti-bakteri perlu dilakukan untuk mengetahui bagaimana senyawa bioaktif yang terkandung dalam ekstrak *M. oleifera* menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*. Metode penelitian ini adalah eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL), terdapat 24 unit percobaan, dengan 1 kontrol positif menggunakan chloramphenicol. Dosis ekstrak *M. oleifera* yang digunakan yaitu 20 mg/ml, 40 mg/mL, dan 60 mg/mL. Ekstrak *M. oleifera* diekstraksi dengan menggunakan metode maserasi, dan pelarut yang digunakan adalah ethanol 96%. Pengujian molekuler docking dilakukan dengan menggunakan software python dan discovery studio 2021. Analisis dilakukan dengan one-way ANOVA, dan uji lanjut dengan menggunakan Duncan multiple range-test (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor mampu menghambat pertumbuhan *E. coli* dengan zona hambat tertinggi adalah 27.30 mm.

ARTICLE INFO

Riwayat Artikel :

Received : 07 Maret 2024

Accepted : 05 May 2024

Key words: *Moringa oleifera*, antibiotic, *Escherichia coli*, extracts, inhibition zone

ABSTRACT

Moringa leaves (Moringa oleifera Lamk.) are one type of tropical plant in Indonesia that is widely used by the Indonesian people as a cooking ingredient. Moringa leaves are known to have many benefits, one of which can be consumed as an asi booster. Moringa leaf extract is also reported to have activity as anti-inflammatory, anti-bacterial, anti-oxidant, and some reported as anti-diabetic. Research related to molecular docking of M. oleifera bioactive compounds and in vitro activity tests as anti-bacterial need to be done to find out how bioactive compounds contained in M. oleifera extract inhibit the growth of E. coli bacteria. This research method is experimental with a complete randomized design (CRD), there are 24 experimental units, with 1 positive control using chloramphenicol. The doses of M. oleifera extract used were 20 mg/mL, 40 mg/mL, and 60 mg/mL. M. oleifera extract was extracted using the maceration method, and the solvent used was 96% ethanol. Molecular docking testing was carried out using Pythonw and discovery studio 2021 software. Analysis was done by one-way ANOVA, and further test using Duncan multiple range-test (DMRT). The results showed that Moringa leaf extract was able to inhibit the growth of E. coli with the highest zone of inhibition being 27.30 mm.

1. PENDAHULUAN

Penyakit gangguan pencernaan merupakan salah satu penyakit yang sangat umum dijumpai oleh masyarakat, dan hampir semua orang pernah mengalami gangguan pencernaan. Gangguan pencernaan yang umum sekali ditemukan adalah diare. Penyakit diare dapat disebabkan oleh infeksi bakteri coliform, yaitu *Escherichia coli*. Bakteri *E. coli* merupakan bakteri gram negatif, dengan bentuk bulat (*coccus*). Bakteri ini sebenarnya hidup normal (sebagai *flora normal*) pada saluran pencernaan manusia, umumnya bakteri ini membantu dalam proses pembusukan makanan yang masuk ke sistem pencernaan. Dalam keadaan yang menguntungkan bakteri ini untuk terus tumbuh, jumlahnya dapat tidak terkendali dan dapat menginfeksi saluran pencernaan, hal tersebut dapat menyebabkan penyakit salah satunya adalah diare. Selain karena pertumbuhan bakteri yang tidak normal, makanan yang telah terkontaminasi bakteri *E. coli* juga menjadi salah satu penyebab infeksi saluran pencernaan yang menyebabkan diare (Husen & Ratnaningtyas 2022).

Pengobatan penyakit infeksi saluran pencernaan karena bakteri *E. coli* umumnya dapat dengan mudah dilakukan dengan pemberian antibiotik. Masalah seringkali muncul ketika masyarakat kurang memahami bahwa penggunaan antibiotik yang diresepkan oleh dokter seharusnya dikonsumsi sampai habis (sesuai resep), namun terkadang masyarakat yang menderita infeksi saluran pencernaan karena bakteri berhenti mengkonsumsi antibiotik ketika tubuh merasa lebih baik atau sudah tidak diare. Hal tersebut jika dilakukan terus menerus dapat menjadi salah satu faktor pemicu resistensi antibiotik terjadi, akibat konsumsi yang tidak tepat. Beberapa alasan yang umumnya dijumpai oleh masyarakat bahwa mengkonsumsi obat sintesis dapat memberikan efek samping, padahal hal tersebut tidak sepenuhnya benar jika dilakukan sesuai aturan. Untuk mengatasi kekhawatiran masyarakat terkait penggunaan obat sintesis, maka dewasa ini mulai dilakukan pengembangan obat herbal, atau suplemen

kesehatan yang berbasis alam (*herbal medicine*). Salah satu *natural resources* yang sangat banyak dijumpai di Indonesia adalah tumbuhan daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) (Pratama et al. 2022).

Daun kelor (*M. oleifera* Lamk.) merupakan tumbuhan yang cukup banyak ditemukan di Indonesia. Daun kelor umumnya dijumpai tumbuh secara liar (*wild plant*), dan beberapa di budidayakan karena telah diketahui manfaat dan kandungan senyawa bioaktifnya. Sebelum dikembangkan menjadi berbagai produk kesehatan, *M. oleifera* juga telah digunakan oleh masyarakat sebagai obat, suplemen, atau sebagai bahan masakan. Daun kelor umumnya dijumpai sebagai bahan masakan dalam bentuk sediaan sup daun kelor, teh daun kelor, atau dikonsumsi dalam bentuk rebusan. Manfaat yang dipercaya oleh masyarakat bahwa rebusan daun kelor dapat memberikan manfaat sebagai *asi booster* bagi ibu menyusui.

Pengembangan daun kelor sebagai suplemen kesehatan telah membawa manfaat yang besar bagi masyarakat. Eksplorasi, identifikasi, dan karakterisasi ekstrak daun kelor telah membawa banyak penemuan. Ekstrak daun kelor diketahui memiliki banyak aktivitas biologis dan biokimiawi, seperti antidiabetes, anti-inflamasi, antioksidan, dan anti-bakteri. Pengembangan ekstrak daun kelor sebagai anti-bakteri penting untuk dipelajari lebih lanjut, mengingat resistensi antibiotik terhadap beberapa jenis bakteri mulai menjadi masalah yang perlu dipecahkan dan diatasi. Resistensi antibiotik dapat menyebabkan efek samping seperti penggunaan obat yang terus menerus dengan dosis tinggi, meningkatnya ketahanan bakteri patogen penyebab penyakit, serta meminimalisir efektivitas penyembuhan akibat infeksi bakteri patogen (Islamiyati et al. 2023).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak *M. oleifera* yang diekstraksi menggunakan pelarut ethanol 96% terhadap bakteri patogen *E. coli* yang menyebabkan penyakit gangguan pencernaan. Keterbaharuan penelitian ini adalah

daun kelor yang digunakan merupakan daun kelor hasil budidaya/ dikultivasi oleh masyarakat lokal dengan perlakuan pemberian pupuk. Daun kelor yang dibudidayakan oleh masyarakat ini memiliki ukuran daun yang lebih kecil dengan warna sedikit lebih terang. Terdapat tiga jenis percobaan dengan dosis bertingkat yang berbeda untuk mengetahui dosis mana yang efektivitas terbaik dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*.

2. METODE

Rancangan Penelitian

Penelitian ini adalah eksperimental, dengan menggunakan 24 unit percobaan. Setiap percobaan dilakukan dengan duplo pada percobaan *in vitro*. Dosis ekstrak daun kelor yang digunakan adalah 20 mg/mL dan 40 mg/mL. Kontrol positif yang digunakan adalah antibiotik chloramphenicol. Bahan yang digunakan meliputi ekstrak daun kelor (*M. oleifera*), larutan alkohol 96%, Dimetil sulfoksida (DMSO), dan reagent uji fitokimia (asam klorida, asam sulfat pekat, serbuk magnesium, Liberman Bouchard, dan aquadest steril).

Ekstraksi Daun Kelor (*M. oleifera*)

Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan metode maserasi. Metode maserasi yang dilakukan menggunakan pelarut alkohol 96%. Perbandingan yang digunakan antara simplisia kering daun kelor dan pelarut adalah 1:1, 1:3, dan 3:1. Setiap tahapan maserasi dilakukan selama 24 jam, kemudian setiap selesai, maserat disaring dengan menggunakan bantuan kertas saring. Seluruh maserat daun kelor yang didapatkan kemudian di satukan dan evaporasi dengan prinsip pemanasan menggunakan bantuan *water bath* pada suhu 71 °C dan *hotplate* dengan suhu maksimal 75 °C. Ekstrak kental yang didapatkan kemudian disimpan pada suhu 5 °C (Ratnaningtyas, Husen, et al. 2022).

Skrining Senyawa Fitokimia

Skrining senyawa fitokimia dilakukan secara kualitatif dengan menggunakan reagen uji. Senyawa target yang akan diidentifikasi meliputi flavonoid, terpenoid, dan saponin.

Identifikasi flavonoid menggunakan serbuk magnesium dan asam klorida, reagen uji terpenoid adalah asam sulfat pekat dan Liberman Burchard *reagent* serta untuk pengujian saponin dengan *treatment* perebusan kemudian ditambah 1-2 tetes asam klorida dan di kocok sampai terbentuk busa stabil 15-20 detik (tanda positif). Skala tanda positif cukup (+), sedang (++) , dan tinggi (+++). Perubahan warna untuk flavonoid adalah merah muda, merah tua, atau merah kekuningan, dan terpenoid terbentuk warna merah keunguan/ ungu, dan terbentuk endapan coklat (steroid) (Ratnaningtyas, Hernayanti, et al. 2022).

Inokulasi Bakteri

Inokulasi bakteri kultur *E. coli* dilakukan dengan metode *streak plate*. Sebanyak 1 ose isolate digoreskan pada permukaan media NA. Penggoresan dilakukan dengan menggunakan *cotton bud* steril (sekali pakai).

Aplikasi Antibiotik Dan Ekstrak

Aplikasi antibiotik sebagai kontrol positif dilakukan dengan meletakkan *disc* antibiotik chloramphenicol pada permukaan media NA yang sudah diinokulasi dengan bakteri *E. coli*. Sementara aplikasi ekstrak dilakukan dengan menggunakan metode sumuran. Sebanyak 20, 40, dan 60 µL ekstrak yang telah didilusi pada DMSO dipipetkan pada sumuran yang telah dibuat pada media NA yang telah diinokulasi bakteri, kemudian ditetaskan ekstrak daun kelor sebanyak 50 µL (Husen & Ratnaningtyas 2022).

Analisis Data

Data hasil pengamatan dan pengukuran zona hambat pada uji *in vitro* kemudian ditabulasi dan dirata-rata. Hasil rata-rata kemudian dianalisis dengan one-way ANOVA, menggunakan *software* SPSS ver. 26.0. Apabila hasil analisis menunjukkan nilai signifikansi yang sesuai, kemudian uji lanjut dilakukan menggunakan *Duncan multiple range-test* (DMRT), untuk mengetahui Tingkat beda nyata antar perlakuan. Data disajikan dalam bentuk tabel dan *chart histogram* dengan notasi signifikansi (Husen et al. 2021).

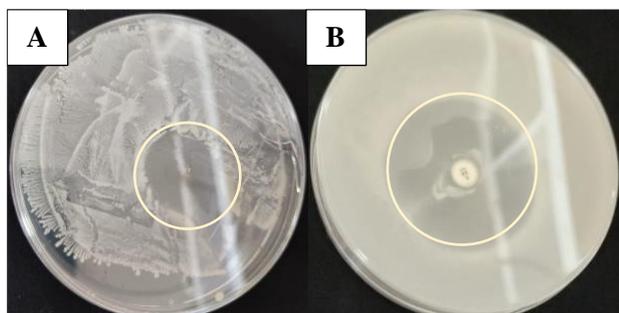
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis skrining senyawa fitokimia pada ekstrak etanol daun *M. oleifera* menunjukkan bahwa *M. oleifera* mengandung senyawa flavonoid, terpenid, dan saponin (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Skrining Senyawa Fitokimia Ekstrak Daun Kelor (*M. oleifera*)

Senyawa Fitokimia	Reagen Uji	Hasil
Flavonoid	Serbuk Magnesium, Asam Klorida (HCl)	++
Terpenoid	H ₂ SO ₄ Pekat (Lieberman Burchard)	++
Saponin	Perebusan + HCl	+

Hasil pengujian flavonoid menunjukkan nilai positif (++) dengan perubahan warna menjadi merah muda. Hasil terpenoid menunjukkan hasil positif (++) dengan perubahan warna pada sampel menjadi keunguan, sementara pengujian saponin menunjukkan hasil positif dengan terbentuk gelembung/ busa yang stabil selama 15-20 detik setelah penambahan 1-2 tetes asam klorida. Skrining senyawa fitokimia perlu dilakukan untuk mengetahui jenis senyawa yang dapat berperan sebagai antibakteri. Hasil zona hambat disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Zona Hambat (*Inhibition Zone*) Ekstrak *M. oleifera* (A); Chloramphenicol

Diketahui flavonoid dapat berperan sebagai antibakteri dengan menghambat pertumbuhan bakteri melalui perusakan dinding sel (Widiani & Pinatih 2020). Terpenoid, steroid, tannin, dan saponin dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan mengganggu permeabilitas dan

integritas dinding sel bakteri (Islamiyati et al. 2023).

Pentingnya pengujian terhadap ekstrak *M. oleifera* diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah untuk dapat dilakukan pengembangan antibiotik herbal yang dapat digunakan khususnya terhadap bakteri *E. coli*. Resistensi sering kali muncul pada penggunaan antibiotik secara terus menerus, peningkatan penggunaan antibiotik dengan dosis tinggi yang tidak sesuai aturan, penggunaan lebih dari satu jenis antibiotik secara bersamaan, atau karena mutasi yang terjadi pada bakteri target. Pengkategorian sensitivitas bakteri berdasarkan nilai zona hambat standar yang telah ditetapkan disajikan pada Tabel 2.

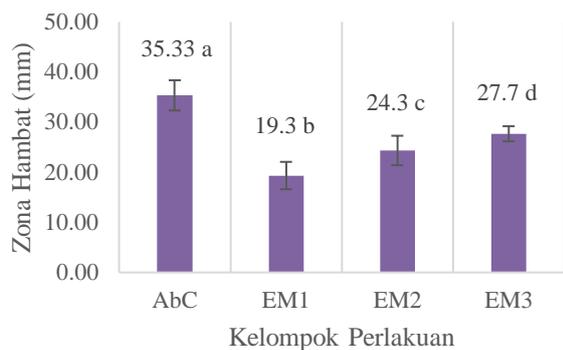
Tabel 2. Kategori Sensitivitas Antibiotik Chloramphenicol Berdasarkan Nilai Zona Hambat

No	Nilai Standar	Kategori
1	≤ 12 mm	Resisten (RT)
2	13 – 17 mm	Intermediet / (I) Menengah (M)
3	≥ 18 mm	Sensitif (S)

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai standar untuk pengkategorian sensitivitas senyawa atau antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri terbagi menjadi tiga jenis. Tiga kategori tersebut meliputi resisten dengan nilai zona hambat (IZ) ≤ 12 mm, intermediet atau menengah dengan nilai 13 – 17 mm, dan kategori sensitif dengan nilai ≥ 18 mm. Kategori antibiotik dan antibakteri yang masih bagus atau *eligible* digunakan adalah sensitif, karena memiliki potensi dan kemampuan yang paling bagus dan efektif sebagai antibiotik. Pengkategorian ini penting untuk dilakukan agar monitoring dan evaluasi kemampuan antibiotik dapat di pertahankan, dan apabila terjadi penurunan kualitas atau efektivitas dapat segera ditindaklanjuti.

Berdasarkan hasil pengelompokan untuk kelompok percobaan dengan menggunakan ekstrak dosis 20, 40, dan 60 mg/mL menunjukkan hasil yang beragam. Namun secara keseluruhan bahwa ekstrak etanol daun kelor (*M. oleifera*) dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli*. Hasil rata-rata zona hambat dari

ketiga dosis ekstrak *M. oleifera* yang digunakan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai Rata-Rata Zona Hambat Kelompok Perlakuan

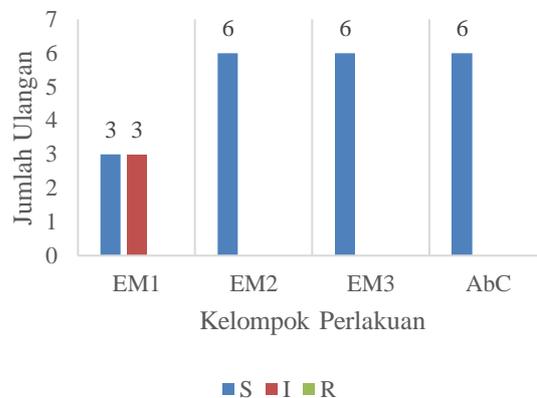
Keterangan: EM1 (Ekstrak Moringa Dosis 20 mg/mL), EM2 (Ekstrak Moringa Dosis 40 mg/mL), EM3 (Ekstrak Moringa Dosis 60 mg/mL), AbC (Antibiotik Chloramphenicol). Bar yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada $p < 0.05$.

Gambar 2 menunjukkan bahwa rata-rata zona hambat dari ketiga dosis ekstrak daun kelor (*M. oleifera*) mengalami peningkatan nilai dari dosis 20 mg/mL sampai 60 mg/mL. Dosis 20 mg/mL mampu menghambat pertumbuhan *E. coli* dengan zona hambat 19.3 mm, dosis 40 mg/mL mampu menghambat dengan rata-rata 24.3 mm, sementara dosis 60 mg/mL mampu menghambat dengan rata-rata 27.7 mg/mL. Hasil analisis uji lanjut dengan DMRT menunjukkan bahwa hasil sangat signifikan dan berbeda nyata pada $p < 0.05$. Nilai inhibisi tertinggi adalah pada kelompok dengan pemberian antibiotik chloramphenicol dengan rata-rata 35.33 mm. Jika dilihat berdasarkan kategori sesuai Tabel 1, penghambatan ekstrak *M. oleifera* dosis 20 mg/mL termasuk ke dalam kelompok atau kategori sensitif, termasuk dosis 40 dan 60 mg/mL. Namun jika dilihat berdasarkan nilai pada masing-masing ulangan tiap kelompok perlakuan terdapat sedikit perbedaan, terutama pada *treatment* dosis 20 mg/mL ekstrak. Jumlah kategori sensitivitas untuk masing-masing ulangan pada tiap kelompok perlakuan disajikan pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa untuk enam ulangan untuk masing-masing kelompok EM1, EM2, dan EM3 terdapat ulangan dengan kategori sensitivitas “sensitif” rata-rata zona hambat >18 mm. Namun, terdapat 3 ulangan pada kelompok EM1 dimana termasuk ke

dalam kategori intermediet atau menengah karena nilai rata-rata zona hambat <19 mm/ >12 mm.

Keterangan: AbC: Antibiotik Chloramphenicol, EM1: Ekstrak Moringa oleifera (20 mg/mL), EM2: Ekstrak Moringa oleifera (40 mg/mL), EM3: Ekstrak Moringa oleifera (60 mg/mL).



Gambar 3. Jumlah Kategori Sensitivitas Berdasarkan Masing-Masing Ulangan Pada Tiap Kelompok Perlakuan

Berdasarkan Gambar 3 juga memperlihatkan bahwa semua unit ulangan pada kelompok EM 2, EM3, dan kontrol positif yang menggunakan antibiotik chloramphenicol masuk ke dalam kategori sensitif (rata-rata zona hambat >19 mm). Hal ini juga menunjukkan bahwa ekstrak daun *M. oleifera* yang diekstraksi dengan etanol berpotensi dikembangkan sebagai antibakteri/ antibiotik herbal.

Ekstrak daun *M. oleifera* pada penelitian sebelumnya juga menunjukkan potensi sebagai antibakteri dengan menghambat pertumbuhan *E. coli* dengan percobaan in silico dan in vitro. Ekstrak *M. oleifera* mampu menghambat dengan rata-rata zona hambat 24 mm, dan tergolong pada kategori sensitif, sementara antibiotik chloramphenicol menunjukkan rata-rata penghambatan 54 mm yang juga masuk ke dalam kategori sensitif (Islamiyati et al. 2023). Penelitian terdahulu pada pengujian skrining fitokimia ekstrak *M. oleifera* juga menunjukkan bahwa *M. oleifera* mengandung senyawa seperti triterpenoid, steroid, flavonoid, alkaloid, fenolat, dan tannin. Kadar tertinggi terdapat pada senyawa steroid dengan positif tiga (+++), flavonoid (+++), dan alkaloid (+++). Sementara

senyawa saponin tidak berhasil teridentifikasi (Ikalinus et al. 2015).

Penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa potensi dari ekstrak daun kelor (*M. oleifera*) mampu menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* dan *S. aureus* dengan nilai zona hambat 22.66 mm dan 20.50 mm (termasuk ke dalam kategori sensitif), pada penggunaan ekstrak konsentrasi 80% (Lusi 2016). Hasil lainnya juga menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun kelor dengan konsentrasi 50% mampu menghambat pertumbuhan *S. aureus* dengan nilai zona hambat 18.5 mm, sementara pada konsentrasi 75% mampu menghambat sebesar 23 mm (Agustie Die & Samsumaharto Agung 2013). Penelitian yang menggunakan ekstrak *M. oleifera* yang diekstraksi dengan etanol menunjukkan hasil yang lebih baik. Etanol merupakan pelarut yang bersifat polar, sehingga mampu menarik senyawa yang sifatnya non-polar, polar, atau semi polar (Ratnaningtyas, Hernanyanti, et al. 2022). Etanol cenderung lebih baik jika dibandingkan pelarut etil asetat atau n-heksan. Penelitian lainnya menunjukkan bahwa pada aplikasi ekstrak etanol daun kelor mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dengan rata-rata zona hambat 14.02 mm, lebih kecil dibandingkan kontrol positif yang menggunakan amoksisilin (Savitri et al. 2018).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil riset yang dilakukan ekstrak etanol daun kelor *M. oleifera* mampu menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* dengan dosis 60 mg/mL merupakan dosis terbaik dengan rata-rata nilai zona hambat sebesar 27.30 mm. Ekstrak etanol daun kelor ini berpotensi dikembangkan sebagai antibiotik dengan percobaan lebih lanjut.

5. DAFTAR PUSTAKA

Agustie Die, A.W. & Samsumaharto Agung, R., 2013. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Maserasi Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Biomedika*, 6(2), pp.1–4.
Husen, F. et al., 2021. Antidiabetic effects and antioxidant properties of the saggy ink cap

medicinal mushroom, *Coprinus comatus* (Agaricomycetes) on streptozotocin-induced hyperglycemic rats. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 23(10), pp.9–21. doi: 10.1615/intjmedmushrooms.2021040020.

Husen, F. & Ratnaningtyas, N.I., 2022. Inhibitory Test of Gentamicin Antibiotics Against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* Bacteria Using Disc Method. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 10(2), pp.126–131. doi: 10.21776/ub.biotropika.2022.010.02.06.

Ikalinus, R., Widyastuti, S. & Eka Setiasih, N., 2015. Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit Batang Kelor (*Moringa Oleifera*). *Indonesia Medicus Veterinus*, 4(1), pp.71–79.

Islamiyati, D., Husen, F. & Ina Ratnaningtyas, N., 2023. Potensi Aktivitas Antibakteri Ekstrak *Moringa oleifera* (Lamk.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* Secara In Silico dan In Vitro. *Jurnal Bina Cipta Husada: Jurnal Kesehatan Dan Science*, 19(2), pp.80–90.

Lusi, L.R.H.D.F.W.A., 2016. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* Dan *Staphylococcus aureus*. *Pharmacon*, 5(2), pp.282–289.

Pratama, S.A. et al., 2022. Efek antibakteri kombinasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dan amoksisilin terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* secara in vitro. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 20(1), pp.23–29.

Ratnaningtyas, N.I., Hernanyanti, et al., 2022. Antioxidant activities and properties of *Coprinus comatus* mushroom both mycelium and fruiting body extracts in streptozotocin-induced hyperglycemic rats model. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 14(1), pp.9–21.

Ratnaningtyas, N.I., Husen, F., et al., 2022. Eksplorasi, Identifikasi, Dan Karakterisasi Senyawa Fitokimia *Coprinus comatus* Dan *Ganoderma lucidum* Menggunakan GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry).

Prosiding Seminar Nasional dan Call for Papers: Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan XII, 12(1), pp.186–199.

- Ratnaningtyas, N.I., Hernayanti, H., et al., 2022. Ethanol extract of the mushroom *Coprinus comatus* exhibits antidiabetic and antioxidant activities in streptozotocin-induced diabetic rats. *Pharmaceutical Biology*, 60(1), pp.1126–1136. doi: 10.1080/13880209.2022.2074054.
- Savitri, E. et al., 2018. Uji antibakteri ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 2(3), pp.373–379.
- Widiani, P.I. & Pinatih, K.J.P., 2020. Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (Mrsa). *Jurnal Medika Udayana*, 9(1), pp.22–27.