

Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Kulit Batang Pohon Raru (*Cotylelobium melanoxylon* Pierre) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*

Hepni^{1*}, Faisal Yusuf², Sherly H. Hutagaol³, Lamro Manalu⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKes) Arjuna Laguboti, Jl.Y.P. Arjuna, Pintu Bosi, Toba, Sumatera Utara 22381, Indonesia
hepni.bagariang89@gmail.com

ABSTRACT

The bark of the raru tree possesses bioactive compounds with promising antibacterial properties. Compounds such as flavonoids, alkaloids, tannins, and saponins are known for their ability to suppress bacterial proliferation. This research investigates the antibacterial activity of methanolic extracts derived from raru bark against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. A series of laboratory-based assays were conducted, employing raru bark extract (*Cotylelobium melanoxylon* Pierre) at concentrations of 25%, 50%, 75%, and 100%, utilizing the diffusion technique to assess its inhibitory effects. The findings indicate that a 25% concentration of raru bark extract produces an inhibition zone of 12.43 mm against *Staphylococcus aureus* and 13.26 mm against *Escherichia coli*, both reflecting a substantial antimicrobial effect. At a 50% concentration, the extract demonstrates enhanced activity, yielding inhibition zones of 16.91 mm and 17.05 mm for *S. aureus* and *E. coli*, respectively still within the strong efficacy range. Increasing the concentration to 75% further amplifies the antibacterial impact, with zone diameters reaching 20.26 mm for *S. aureus* and 20.00 mm for *E. coli*. At full strength (100% concentration), the extract exhibits pronounced antimicrobial potency, forming inhibition zones of 24.95 mm and 24.88 mm for *S. aureus* and *E. coli*, respectively, indicating a very strong antibacterial capacity.

Keywords: Methanol extract of raru bark, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*

ABSTRAK

Kulit batang pohon raru dikenal memiliki potensi sebagai agen antibakteri alami berkat kandungan senyawa aktif seperti saponin, tanin, alkaloid, serta flavonoid yang mampu menghambat perkembangan mikroorganisme patogen. Studi ini bertujuan mengevaluasi daya hambat ekstrak metanol kulit batang raru pada pertumbuhan *Escherichia coli* serta *Staphylococcus aureus*. Rancangan kajian yang dipakai bersifat eksperimental di laboratorium dengan memanfaatkan ekstrak dari *Cotylelobium melanoxylon* Pierre pada bermacam konsentrasi yakni 25%, 50%, 75%, serta 100%, melalui uji difusi sebagai metode pengukuran efektivitas antibakterinya. Kajian ini mengindikasikan bahwasanya diameter zona hambat guna *Staphylococcus aureus* pada konsentrasi 25% ekstrak kulit batang pohon raru mempunyai diameter zona hambat yakni 12,43 mm, pada bakteri *escherichia coli* 13,26 mm yaitu mempunyai kemampuan daya hambat kategori kuat, konsentrasi 50% ekstrak kulit batang pohon raru mempunyai ukuran zona hambat senilai 16,91 mm, pada bakteri *escherichia coli* 17,05 mm yaitu mempunyai kemampuan daya hambat kategori kuat, konsentrasi 75% ekstrak kulit batang raru mempunyai diameter zona hambat sejumlah 20,26 mm, pada bakteri *escherichia coli* 20,0 mm yaitu mempunyai kemampuan daya hambat kategori kuat, konsentrasi 100% ekstrak kulit batang raru mempunyai diameter zona hambat sejumlah 24,95 mm, pada bakteri *escherichia coli* 24,88 mm yaitu mempunyai kemampuan daya hambat kategori sangat kuat.

Kata kunci: Ekstrak metanol kulit batang raru, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*

PENDAHULUAN

Sekitar 80% populasi global masih mengandalkan pengobatan berbasis herbal, menurut data dari World Health Organization (WHO). Selama sepuluh tahun terakhir, praktik medis tradisional menjadi sorotan dalam berbagai diskusi global. Di sejumlah besar negara berkembang, penggunaan tanaman obat tetap menjadi pilihan utama masyarakat dalam menjaga kondisi kesehatan. Keberadaan obat-obatan modern memang meluas, namun seringkali tidak terjangkau dan berpotensi menimbulkan efek samping yang tidak diinginkan. Masyarakat di negara-negara berkembang telah lebih sering menggunakan obat-obatan herbal dari generasi ke generasi (Dorly, *et al.*, 2015).

Hutan hujan tropis Indonesia merupakan gudang biodiversitas yang menyimpan beragam senyawa metabolit sekunder dengan potensi besar sebagai bahan aktif dalam formulasi obat tradisional. Tanaman obat memegang peran strategis dalam pengembangan agribisnis berkelanjutan yang berbasis kekayaan hayati nasional. Tingkat kemanfaatan dan mutu tanaman tersebut sangat bergantung pada komposisi senyawa bioaktif yang terbentuk melalui proses metabolisme sekunder. Oleh karena itu, eksplorasi dan pengembangan sumber daya alam yang memiliki potensi terapeutik, beserta pemahaman mendalam mengenai struktur kimia dan fungsi senyawa aktifnya, menjadi sangat krusial. Salah satu kelompok senyawa bioaktif yang menonjol adalah flavonoid senyawa organik alami yang umum ditemukan dalam jaringan tumbuhan. Menurut (Winahyu *et al.*, 2019) "Flavonoid dikenal luas karena kemampuannya sebagai antioksidan, antiinflamasi, serta penurun tekanan darah, sekaligus berperan krusial pada pencegahan penyakit diabetes dan komplikasinya. Aktivitas antioksidan serta ini berkaitan erat dengan kemampuannya menetralkan radikal bebas melalui mekanisme transfer atom hidrogen dari gugus hidroksilnya. Struktur dasar flavonoid terdiri atas beberapa gugus utama yang dibedakan berdasarkan variasi molekul pada cabang atom karbon ke-3 (C3)".

Merujuk pada temuan (Dorly, *et al.*, 2015) Uji menerapkan metode difusi cakram menunjukkan bahwa diameter zona hambat yang terbentuk oleh ekstrak etil asetat terhadap *E. coli* pada konsentrasi 10%, 5%, dan 2,5% masing-masing sejumlah 11,6 mm, 9,6 mm, dan 9,3 mm, sedangkan pada konsentrasi 5% lainnya menunjukkan zona hambat 6,5 mm." Untuk *S. aureus*, zona bening yang dihasilkan mencapai 13,5 mm, 12,2 mm, 9,5 mm, dan 7,6 mm. Sementara itu, ekstrak etanol menghasilkan diameter hambat terhadap *E. coli* masing-masing sejumlah 14,7 mm, 11,2 mm, 9 mm, dan 6,2 mm, dan terhadap *S. aureus* sebesar 14,5 mm, 11,5 mm, 9 mm, dan 8 mm. Efektivitas relatif dibandingkan dengan kloramfenikol menunjukkan bahwasanya ekstrak etil asetat mempunyai daya hambat tertinggi pada *E. coli* sebesar 47,93% dan terhadap *S. aureus* sebesar 66,50%. Sebaliknya, ekstrak etanol menunjukkan potensi hambat tertinggi sebesar 71,70% terhadap *E. coli* dan 62,5% terhadap *S. aureus* (Syafitri, A., 2018).

Zat antibakteri memiliki fungsi utama untuk menghambat proliferasi bakteri yang menjadi penyebab infeksi (Magani Tallei dan Kolondam, 2020). Infeksi sendiri merupakan kondisi patologis yang muncul akibat invasi dan perkembangbiakan mikroorganisme, membentuk koloni yang terdiri dari berbagai sel seperti fungi, bakteri, virus, maupun parasit (Janna, 2021). Berdasarkan konteks tersebut, penelitian ini difokuskan pada evaluasi potensi ekstrak metanol kulit batang raru dalam menekan atau membasmi bakteri yang sudah menunjukkan resistensi pada beberapa jenis antibiotik.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat alat yang dipakai yaitu Cawan petri, timbangan analitik, erlemeyer, autoklaf, tabung reaksi, inkubator, batang pengaduk, jangka sorong, gelas ukur, bunsen, kawat ose, serta oven. Bahan yang digunakan Kulit batang raru, nutrient agar, mueller minton agar (MHA), bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, aquades, metanol, kertas label,

paper disk, masker, spidol, kapas serta NaCl 0,9%.

Pembuatan ekstrak

Sebanyak 300 gram kulit batang raru ditimbang lalu dimasukkan ke dalam wadah maserasi, kemudian dituang metanol sebanyak 75 bagian hingga seluruh permukaan sampel terendam sempurna. Campuran ini didiamkan selama lima hari dengan pengadukan ringan setiap harinya. Setelah itu, dilakukan penyaringan untuk memisahkan larutan dari ampas. Ampas yang tersisa kemudian direndam kembali menggunakan metanol segar sebanyak 25 bagian, dan dibiarkan selama dua hari sambil diaduk satu kali per hari. Hasil dari kedua tahap penyaringan tersebut disatukan dalam satu wadah, lalu diuapkan menggunakan penangas air hingga tersisa ekstrak metanol yang kental.

Sterilisasi alat

Seluruh peralatan berbahan kaca yang dipakai pada kajian ini melalui tahapan sterilisasi memakai autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Cawan petri dikemas dengan kertas perkamen dan diikat menggunakan tali, sementara tabung reaksi serta erlenmeyer dikedapkan menggunakan kapas atau aluminium foil, kemudian dibalut kertas perkamen dan diikat dengan cara serupa.

Pembuatan medium

Sebanyak 30 gram Nutrient Agar dicampurkan ke dalam 1000 ml aquadest di dalam erlenmeyer, lalu dipanaskan hingga homogen dan ditutup menggunakan aluminium foil untuk mencegah kontaminasi. Setelah media terlarut secara merata, proses sterilisasi dilakukan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 25 menit. Tahap berikutnya, media cair tersebut dipindahkan ke cawan petri sebanyak 15–20 ml per cawan, lalu dibiarkan hingga memadat agar dapat digunakan pada prosedur selanjutnya. Sebanyak 30 gram *Mueller Hinton Agar* (MHA) dilarutkan pada 1000 ml aquadest steril di dalam erlenmeyer, lalu dipanaskan hingga mencapai titik didih sambil terus diaduk secara merata. Usai mencapai kondisi homogen dan titik didih, larutan langsung ditutup menggunakan aluminium foil, lalu diproses sterilisasi dalam

autoklaf pada suhu 121°C selama 25 menit. Sesudah sterilisasi selesai, media dialirkan ke dalam petri dish sejumlah 15–20 ml per unit, kemudian dibiarkan pada suhu ruang hingga memadat dan siap untuk aplikasi selanjutnya.

Peremajaan bakteri

Koloni bakteri diambil menerapkan ose steril, kemudian diinokulasikan pada medium *Nutrient Agar* (NA) dengan pola goresan zig-zag. Selanjutnya, media didiamkan pada suhu 37°C selama 24 jam guna memungkinkan pertumbuhan bakteri secara optimal (Rohma, 2020).

Pemurnian

Kultur murni *Staphylococcus aureus* diinokulasikan ke dalam media Nutrient Agar (NA) serta Muller Hinton Agar (MHA) melalui prosedur aseptik. Proses diawali dengan pemijaran kawat ose di atas nyala bunsen hingga berpijar, kemudian didinginkan sejenak dengan menyentuh dinding tabung kultur tanpa menyentuh media. Setelah suhu ose aman, dilakukan pengambilan koloni bakteri dari kultur murni, lalu suspensi bakteri tersebut dipindahkan ke pada tabung yang telah berisi larutan NaCl 0,9% untuk langkah lanjutannya dihomogenkan. Stik lidi dengan ujung kapas steril yang telah dicelupkan ke pada suspensi kemudian digunakan untuk menyebarkan bakteri secara merata di seluruh permukaan media pada cawan petri, guna menjamin pemerataan koloni yang tumbuh.

Pengenceran

Proses pengenceran dilakukan untuk memperoleh variasi konsentrasi dari ekstrak kulit batang raru yang ditujukan untuk menguji kemampuannya dalam memperlambat perkembangan bakteri *Staphylococcus aureus* serta *Escherichia coli*, serta mengamati ukuran zona hambat yang dihasilkan. Konsentrasi ekstrak yang dipakai dalam pengujian ini meliputi 25%, 50%, 75%, serta 100%.

Pembuatan suspensi bakteri

Staphylococcus aureus serta *Escherichia coli* dikultur terlebih dahulu pada nutrient agar (NA), kemudian diambil menggunakan ose steril dan dipindahkan ke dalam tabung reaksi berisi larutan NaCl 0,9% untuk proses

homogenisasi. Setelah terbentuk suspensi bakteri, *cotton bud* dicelupkan ke dalam larutan tersebut, lalu digunakan untuk mengusap permukaan media *Muller Hinton Agar* (MHA) dalam cawan petri secara merata guna memperoleh distribusi bakteri yang seragam.

Uji hambat dengan ekstrak kulit batang raru

Sebanyak 38 gram bubuk Muller Hinton Agar (MHA) dicampurkan dengan 1 liter air suling dalam tabung Erlenmeyer, kemudian diaduk hingga merata dan ditutup menggunakan aluminium foil. Campuran tersebut kemudian disterilisasi dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Usai tahap sterilisasi, media dipindahkan ke cawan petri setiap cawan sebanyak 15–20 ml, lalu didiamkan hingga membeku sempurna. Media padat ini kemudian dimanfaatkan untuk pengujian aktivitas antibakteri dari ekstrak metanol kulit batang raru *Cotylelobium melanoxydon pierre* terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* serta *Escherichia coli*. Kultur murni *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* ditanam pada media Nutrient Agar, lalu dipindahkan pada tabung reaksi berisi cairan NaCl 0,9% dan dihomogenisasi hingga merata. Selanjutnya, ujung kapas steril pada batang lidi dicelupkan ke dalam suspensi bakteri dalam larutan NaCl tersebut, lalu digunakan untuk mengusap permukaan cawan petri berisi media agar hingga tercapai sebaran yang merata. Enam cawan petri berisi *Mueller Hinton Agar* (MHA) disiapkan dan sudah diinokulasi

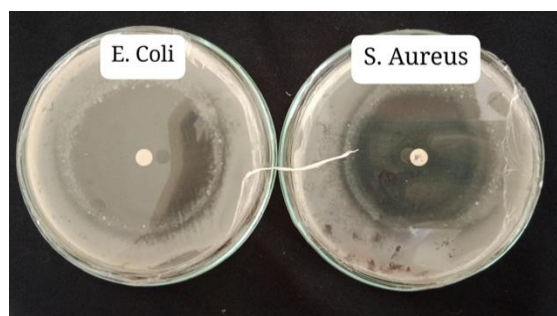
dengan bakteri *E. coli* serta *S. aureus*. Pinset dipanaskan hingga steril sebelum digunakan. Empat paper disk disiapkan untuk masing-masing konsentrasi ekstrak kulit batang pohon raru (25%, 50%, 75%, 100%), satu paper disk digunakan sebagai kontrol positif (direndam dalam antibiotik amoxicillin) dan satu lagi sebagai kontrol negatif (tanpa perlakuan). Setiap paper disk yang sudah direndam pada ekstrak maupun larutan kontrol ditempatkan secara hati-hati ke permukaan media pada setiap cawan petri. Semua cawan kemudian diinkubasi selama 1 hari di suhu 37°C guna mengamati aktivitas antibakteri yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas antibakteri dievaluasi melalui pendekatan difusi cakram, yang dilaksanakan dalam tiga replikasi menggunakan ekstrak kulit batang pohon raru pada kadar 25%, 50%, 75%, dan 100%. Sebagai pembanding, digunakan amoxicillin sebagai kontrol positif, aquades sebagai kontrol negatif, serta metanol sebagai kontrol pelarut. Pengujian ini dirancang untuk menilai efektivitas masing-masing konsentrasi guna memperlambat perkembangan *Escherichia coli* serta *Staphylococcus aureus*. Sesudah masa inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C, semua konsentrasi ekstrak menunjukkan kapabilitas dalam menurunkan laju pertumbuhan kedua bakteri tersebut.

Tabel 1. Hasil rata-rata uji daya hambat ekstrak metanol kulit batang pohon raru terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

No	Konsentrasi ekstrak kulit batang pohon raru (%)	Diameter daerah hambat pertumbuhan bakteri (mm)		Kategori kekuatan daya hambat
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	
1	100	24,95	24,88	Sangat kuat
2	75	20,26	20,0	Sangat kuat
3	50	17,28	17,05	Kuat
4	25	13,31	13,26	Kuat
5	Kontrol positif	26,9	26,21	Sangat kuat
6	Kontrol negatif	-	-	Lemah
7	Kontrol pelarut	-	-	Lemah



Gambar 1. Hasil uji daya hambat ekstrak kulit batang pohon ruru terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, dan *Escherichia coli*

Sebagaimana data dari Tabel 1 serta Gambar 1 dapat dilihat bahwa zona bening sudah terbentuk setelah masa inkubasi selama 1x24 jam pada suhu 37°C dengan konsentrasi 25%, 50%, 75%, 100%. Kontrol positif (amoxicillin), kontrol negatif (aquades) dan kontrol pelarut metanol. Hasil pengukuran pada konsentrasi 25% pada kulit batang pohon ruru dengan tiga kali pengulangan menghasilkan zona bening yang relatif kecil, sedangkan pada konsentrasi 25%, 50%, 75%, 100%. Pada kulit batang pohon ruru tiga kali ulangan menghasilkan zona bening yang semakin luas. Hasil pengukuran bahwa konsentrasi 20% ekstrak kulit batang pohon ruru memiliki zona bening sekitar 12,43 mm pada *staphylococcus aureus* sedangkan pada *escherichia coli* sekitar 23,26 mm yaitu mempunyai kemampuan daya hambat dengan kategori kuat, konsentrasi 50% ekstrak kulit batang pohon ruru memiliki zona bening sekitar 16,91mm pada bakteri *Staphylococcus aureus* serta 17,05 mm pada *Escherichia coli*, mempunyai kemampuan daya hambat dengan kategori kuat, konsentrasi 75 % ekstrak kulit batang ruru mempunyai zona bening sekitar 20,26 mm pada bakteri *Staphylococcus aureus* sedangkan pada bakteri *Escherichia coli* 20,0 mm yaitu mempunyai kemampuan daya hambat dengan kategori kuat, Ekstrak kulit batang pohon ruru pada konsentrasi penuh (100%) menunjukkan efektivitas antibakteri yang sangat tinggi, ditandai dengan terbentuknya zona hambat selebar 24,94 mm pada *Staphylococcus aureus* dan 24,88 mm pada *Escherichia coli*. Daya hambat ini tergolong dalam kategori sangat kuat. Sebagai pembandingan, agen antibakteri standar yaitu amoxicillin menghasilkan zona hambat masing-masing 26,9 mm untuk *Staphylococcus aureus* serta 26,21 mm pada *Escherichia coli*, yang

juga diklasifikasikan memiliki aktivitas penghambatan yang sangat kuat. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, ekstrak metanol kulit batang pohon ruru (*Cotylelobium melanoxylon*) menunjukkan aktivitas antibakteri yang signifikan dengan kategori kuat hingga sangat kuat pada kedua bakteri uji. Daya hambat yang tinggi ini sangat dipengaruhi oleh kayanya kandungan senyawa metabolit sekunder bioaktif di dalam kulit batang ruru yang berhasil tersari oleh pelarut metanol, seperti tanin, flavonoid, dan saponin.

Tabel 2. Hasil identifikasi senyawa simplisia kulit batang pohon ruru.

No	Senyawa kimia	Hasil
1	Alkaloid	+
2	Flavonoid	+
3	Saponin	+
4	Tanin	+
5	Steroid/triterpenoid	+

Mekanisme kerja senyawa-senyawa fitokimia ini dalam melumpuhkan bakteri terjadi melalui beberapa jalur sistemik yang saling berkaitan. Senyawa flavonoid dan saponin bekerja dengan cara mengganggu stabilitas struktur lipid bilayer pada membran sel bakteri serta menurunkan tegangan permukaannya. Gangguan ini mengakibatkan peningkatan permeabilitas membran, sehingga material genetik, ion esensial, dan nutrisi internal bakteri keluar dari sel hingga menyebabkan lisis. Secara bersamaan, senyawa tanin bertindak sebagai agen penonaktif protein dengan cara berikatan pada komponen peptidoglikan dinding sel dan enzim-enzim metabolisme bakteri. Ikatan tersebut memicu denaturasi dan koagulasi protein secara permanen, yang berujung pada hilangnya fungsi seluler dan kematian bakteri.

Jika dianalisis lebih lanjut, terdapat perbedaan sensitivitas yang cukup kontras antara kedua bakteri uji, di mana diameter zona bening pada *Escherichia coli* jauh lebih luas dibandingkan pada *Staphylococcus aureus*. Fenomena ini berkaitan erat dengan karakteristik perbedaan struktur dinding sel masing-masing bakteri. *Staphylococcus aureus* sebagai bakteri Gram-positif memiliki lapisan peptidoglikan yang sangat tebal dan rapat, sehingga bertindak sebagai perisai fisik yang membatasi laju difusi senyawa antibakteri berukuran molekul besar untuk masuk ke dalam sitoplasma sel. Sebaliknya, *Escherichia coli* yang merupakan bakteri Gram-negatif hanya memiliki lapisan peptidoglikan yang tipis, namun dilapisi oleh membran luar berupa lipopolisakarida. Keberadaan senyawa aktif raru yang bersifat polar mampu melarutkan atau merusak stabilitas lipid pada membran luar tersebut. Begitu pertahanan luar ini runtuh, senyawa antibakteri dapat dengan mudah menembus peptidoglikan yang tipis dan langsung merusak organel internal bakteri secara masif. Hal inilah yang mendasari terbentuknya zona bening yang sangat luas pada *Escherichia coli*, dan secara keseluruhan membuktikan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak kulit batang raru berbanding lurus dengan akumulasi molekul bioaktif yang merusak struktur seluler bakteri.

KESIMPULAN

Hasil analisis terhadap ekstrak metanol kulit batang pohon raru mengindikasikan keberadaan senyawa metabolit sekunder berupa saponin, steroid, flavonoid, alkaloid, serta tanin. Uji aktivitas antibakteri mengindikasikan bahwasanya ekstrak ini dapat memperlambat perkembangan bakteri *Escherichia coli* serta *Staphylococcus aureus*, menandakan potensi antibakteri yang dimiliki oleh ekstrak metanol dari bagian tanaman tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Afni, L., Daulay, A. S., Ridwanto, R., & Rahayu, Y. P. (2023). Penetapan kadar fenolik total ekstrak kayu raru (*Cotylelobium lanceolatum Craib*) berdasarkan perbedaan konsentrasi etanol dengan metode spektrofotometri UV-Vis. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 1811-1818.
- Febrick, R. (2017). Uji Efek Antibakteri Ekstrak Buah Alpukat (*Persea Americana Mill*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*, Dengan Kloramfenikol. *Poltekkes Medan*, 29(7), 1689-1700.
- Holderman, M. V., De Queljoe, E., & Rondonuwu, S. B. (2017). Identifikasi bakteri pada pegangan eskalator di salah satu pusat perbelanjaan di kota Manado. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(1), 13-18.
- Irianto, K. (2006). *Mikrobiologi Mengukuk Dunia Mikroorganisme*. Jilid Satu. Bandung: Penerbit Yrama Widya. Halaman 16-18, 21-22.
- Khotimah, K. (2016). Skrining fitokimia dan identifikasi metabolit sekunder senyawa karpain pada ekstrak metanol daun *Carica Pubescens* Lenne & K. Koch dengan LC/MS (*Liquid Chromatograph-tandem Mass Spectrometry*) (*Doctoral dissertation*, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Madduluri, S., Babu Rao, K., & Sitaram, B. 2013. In vitro evaluation of antibacterial activity of five indigenous plants extract against five bacterial pathogens of human. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5(SUPPL.4), 679–684.
- Minarno, E. B. (2015). Skrining fitokimia dan kandungan total flavanoid pada buah carica pubescens lenne & k. koch di kawasan Bromo, Cangar, dan dataran tinggi Dieng. *El-Hayah: Jurnal Biologi*, 5(2), 73-82.
- Natasya, E., Daulay, A. S., Ridwanto, R., & Rahayu, Y. P. (2023). Penetapan kadar flavonoid total ekstrak kayu raru (*Cotylelobium lanceolatum Craib*) berdasarkan perbedaan konsentrasi etanol dengan metode spektrofotometri UV-Vis. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 1804-1810.
- Natasya, E., Daulay, A. S., Ridwanto, R., & Rahayu, Y. P. (2023). Penetapan kadar

- flavonoid total ekstrak kayu raru (*Cotylelobium lanceolatum Craib*) berdasarkan perbedaan konsentrasi etanol dengan metode spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Pengetahuan*, 1804-1810.
- Novitasari, R. (2017). Proses respirasi seluler pada tumbuhan. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi* (Vol. 1, pp. 89-96).
- Paju, N., Yamlean, P. V., & Kojong, N. (2013). Uji efektivitas salep ekstrak daun binahong (*Anredera cordifolia Ten.*) Steenis) pada kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) yang terinfeksi bakteri *Staphylococcus aureus*. *Pharmacon*, 2(1).
- Puspita, L. (2019). Pengembangan modul berbasis keterampilan proses sains sebagai bahan ajar dalam pembelajaran biologi. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(1), 79-88.
- Rahayu, S. (2017). Isolasi Pektin dari Kulit Pepaya (*Carica papaya L.*) dengan Metode Refluks Menggunakan Pelarut HCl Encer (Doctoral dissertation, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA).
- Rahmadani, F. (2015). Uji aktivitas antibakteri dari ekstrak etanol 96% kulit batang kayu jawa (*Lannea coromandelica*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Helicobacter pylori*, *pseudomonas aeruginosa*. *Helicobacter pylori*, *Pseudomonas aeruginosa*.
- Sulaiha, Mustikaningtyas, Widiatningrum, & Dewi. 2022. Senyawa Bioaktif *Trichoderma erinaceum* dan *Trichoderma koningiopsis* Serta Potensinya Sebagai Antibakteri. *Life Science, Jurnal Unes*. 11(2), 120–131.
- Tambun, R., Limbong, H. P., Pinem, C., & Manurung, E. (2016). Pengaruh ukuran partikel, waktu dan suhu pada ekstraksi fenol dari lengkuas merah. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(4), 53-56.
- Verawati, N., & Aida, N. (2017). Uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri patogen dan identifikasi senyawa aktif ekstrak kulit kayu raru (*vatica leucocapra*). *Jurnal Pertanian*, 8(2), 82-90.
- Widyaningsih, W., Supriharyono, S., & Widyorini, N. (2016). Analisis total bakteri coliform di perairan muara kali wiso jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 5(3), 157-164.
- Winahyu, D.A., Retnaningsih, A., & Aprillia, M. (2019). Penentuan kandungan flavonoid pada kulit kayu raru (*Cotylelobium melanoxylon pierre*) dengan spektrofotometri UV-visibel. *Jurnal Analisis Farmasi*, 4(1).