



Kadar Agen Pembusa Alami dari Ekstrak Buah Lerak (*Sapindus rarak*) dengan Perbedaan Rasio Simplisia-Pelarut

Oktavina Kartika Putri^{1*}, Ernanin Dyah Wijayanti¹, Noor Annisa Susanto¹, Khalimatus Nur Eka Agustanti¹

¹Program Studi D3 Farmasi, Politeknik Kesehatan Putra Indonesia Malang, Indonesia

*Koresponden Penulis: oktavina@poltekkespim.ac.id

Abstrak

Buah lerak (*Sapindus rarak*) telah dimanfaatkan secara luas oleh masyarakat khususnya dalam bidang farmasi sebagai antibakteri, insektisida, antiprotozoa, larvasida, hemolisis, sitostatik, antikanker, dan antiseptik. Manfaat tersebut karena kadar saponin yang tinggi (12-28%) pada buah lerak, sehingga berpotensi bermanfaat sebagai sumber saponin. Salah satu cara untuk memperoleh saponin dengan jumlah optimum adalah dengan mengatur rasio simplisia dan pelarut ekstraksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar saponin total ekstrak buah lerak dengan variasi rasio simplisia dan pelarut ekstraksi. Rasio simplisia buah lerak dan metanol yang digunakan adalah 1:4, 1:6, dan 1:8. Penetapan kadar saponin total ekstrak buah lerak (standar diosgenin) dilakukan dengan Metode Hiai dan Oura (1976). Analisis data dilakukan dengan One Way ANOVA dan Post Hoc Test. Kadar saponin total ekstrak buah lerak dengan rasio 1:4 adalah $1,827 \pm 0,145 \mu\text{gDE/mL}$; dengan rasio 1:6 adalah $2,079 \pm 0,039 \mu\text{gDE/mL}$, dan dengan rasio 1:8 adalah $2,050 \pm 0,024 \mu\text{gDE/mL}$. Uji One Way ANOVA menunjukkan adanya perbedaan kadar saponin total pada masing-masing rasio. Uji Post Hoc menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara rasio 1:6 dengan rasio 1:4 dan rasio 1:8 dengan rasio 1:4. Dapat disimpulkan bahwa rasio simplisia buah lerak dan pelarut ekstraksi berpengaruh terhadap kadar saponin totalnya. Kadar saponin total tertinggi diperoleh dari ekstrak buah lerak dengan rasio 1:6.

Kata kunci: ekstrak buah lerak, kadar saponin total, rasio simplisia dan pelarut

Abstract

Lerak (*Sapindus rarak*) fruit has been used widely by society, especially in the pharmaceutical field, as an antibacterial, insecticide, antiprotozoal, larvicide, hemolysis, cytostatic, anticancer, and antiseptic. The benefit occurs due to a high saponin content (12-28%) in the lerak fruit, thus it is potentially useful as a saponin source. One of the ways to obtain the saponin with the optimum amount is by adjusting the simplicial and solvent amounts. This research aims to determine the simplicial and solvent ratio on the total saponin content of lerak fruit. The lerak fruit simplicial and methanol 99.8% ratio used were 1:4, 1:6, and 1:8. The total saponin content of lerak fruit extract determination (diosgenin equivalent) was conducted using Hiai and Oura (1976) Method. The data analysis was conducted using the One Way ANOVA and Post Hoc Test. The total saponin content of lerak fruit extract with the ratio of 1:4 is $1.827 \pm 0.145 \mu\text{gDE/mL}$; with the ratio of 1:6 is $2.079 \pm 0.039 \mu\text{gDE/mL}$, and with the ratio of 1:8 is $2.050 \pm 0.024 \mu\text{gDE/mL}$. The One Way ANOVA test demonstrates the total saponin content difference between each ratio. The Post Hoc test demonstrates the significant difference between the ratio of 1:6 with the ratio of 1:4 and the ratio of 1:8 with the ratio of 1:4. It can be concluded that the lerak fruit simplicial and solvent ratio affects the total saponin content of lerak fruit extract. The highest total saponin content is obtained from the lerak fruit extract with the ratio of 1:6.

Keywords: lerak fruit extract, total saponin level, simplicial, and solvent ratio

Histori Artikel

Submit : 19 November 2024

Direvisi : 8 Januari 2025

Diterima : 10 Januari 2025

DOI : 10.33474/e-jbst.v10i2.615

Sitasi: Putri, O. K., Ernanin D. W., Noor A. S., Khalimatus N. A. Kadar Agen Pembusa Alami dari Ekstrak Buah Lerak (*Sapindus rarak*) dengan Perbedaan Rasio Simplisia-Pelarut. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience –Tropic)*, vol. 10, no. 2, pp. 54 - 62, Jan 2025. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v10i2.615>



Pendahuluan

Buah lerak (*Sapindus rarak*) sudah dikenal oleh masyarakat sejak lama karena dapat digunakan sebagai penghasil busa alami yang dapat digunakan untuk mencuci batik [1], [2] dan pengganti sabun [3]. Saponin, alkaloid, polifenol, flavonoid, dan tanin merupakan senyawa-senyawa yang terkandung pada buah lerak. Saponin merupakan komponen terbesar yang ditemukan yaitu sebesar 12% [4] hingga 28% [5] pada buah lerak. Tingginya kadar saponin dalam buah lerak menjadikannya efektif untuk aplikasi antibakteri [6] dengan mengurangi tegangan permukaan, sehingga meningkatkan permeabilitas atau kebocoran sel bakteri [7]. Selain itu, saponin pada buah lerak berpotensi sebagai insektisida [8]; antiprotozoa [9]; dan larvasida dengan mengurangi aktivitas enzim pencernaan larva dan penyerapan pakan [10]. Saponin juga memperlihatkan berbagai potensi biologis, seperti hemolisis, sifat sitostatik, dan kemampuan antikanker. Kemampuan lain dari saponin adalah sebagai pembersih sekaligus antiseptik [11].

Saponin efektif terhadap mikroorganisme dan organisme target karena sifat amfipatiknya yang memungkinkan senyawa ini berinteraksi dengan membran sel. Saponin menyebabkan perubahan morfologi membran sel dan merusak integritas membran sel [12]. Pada mikroorganisme, seperti bakteri dan fungi, saponin mengurangi tegangan permukaan, merusak lapisan lipid membran sel, meningkatkan permeabilitasnya, dan menyebabkan kebocoran komponen seluler penting, yang akhirnya menyebabkan kematian sel [7]. Pada serangga, saponin juga mengganggu integritas membran sel dalam sistem pencernaan atau saraf, yang mengarah pada disfungsi dan kematian. Efektivitasnya terletak pada kemampuannya untuk menembus membran sel yang terbuat dari lipid, menyebabkan kerusakan struktural yang fatal bagi mikroorganisme dan organisme target. Saponin diketahui mampu mengganggu perilaku makan, meregulasi pertumbuhan, dan memberikan efek racun bagi serangga [13]. Penelitian lain menunjukkan bahwa saponin dari tanaman seperti *Quillaja saponaria* dan *Chenopodium quinoa* juga memiliki aktivitas antibakteri dan insektisida yang signifikan [14], [15].

Potensi buah lerak sebagai sumber saponin perlu dikaji lebih lanjut mengingat berbagai manfaat yang diberikan. Metode ekstraksi, jenis pelarut [16], [17], volume pelarut, ukuran partikel simplisia [18], durasi ekstraksi, serta suhu operasi [19] merupakan faktor-faktor yang harus diperhatikan untuk memperoleh saponin dengan kadar optimum dari buah lerak. Pada proses maserasi, pelarut akan menembus dinding sel dan memasuki rongga sel yang mengandung senyawa aktif. Perbedaan konsentrasi antara larutan senyawa aktif di dalam sel dan di luar sel menyebabkan senyawa aktif larut, dan larutan pekat terdorong keluar. Proses ini berlangsung terus-menerus hingga tercapai keseimbangan konsentrasi di kedua sisi sel [20]. Perbedaan rasio simplisia dan pelarut tentunya akan menyebabkan perbedaan keseimbangan yang terjadi. Sehingga penelitian ini mengkaji pengaruh perbedaan rasio simplisia dan pelarut untuk memperoleh kadar saponin total optimum dari buah lerak karena belum ditemukan penelitian yang sejenis.

Proses ekstraksi dalam penelitian ini dilakukan dengan metode maserasi pada temperatur ruang. Metode maserasi dipilih untuk ekstraksi saponin karena keunggulannya dalam mempertahankan kualitas senyawa aktif dan preparasinya yang sederhana. Pada metode ini, bahan tanaman yang mengandung saponin direndam dalam pelarut yang sesuai (biasanya ethanol atau air) untuk waktu tertentu, yang memungkinkan senyawa saponin terlarut dengan baik tanpa merusak struktur kimianya. Maserasi juga relatif sederhana, memerlukan peralatan minimal, dan lebih hemat energi dibandingkan metode ekstraksi lain seperti sokletasi atau ultrasonikasi. Keuntungan lainnya adalah proses ekstraksi berlangsung pada suhu rendah, yang membantu mencegah degradasi senyawa yang sensitif terhadap panas. Penelitian menunjukkan bahwa metode maserasi dapat menghasilkan ekstrak saponin dengan rendemen yang tinggi dan kualitas yang baik, terutama jika dibandingkan dengan metode lain yang memerlukan suhu tinggi atau penggunaan pelarut beracun. Oleh karena itu metode ini yang paling banyak digunakan untuk ekstraksi saponin [21]. Kadar saponin total yang diperoleh dari ekstraksi buah lerak menggunakan metanol 100% lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut lain [22], sehingga penelitian ini menggunakan metanol 99,8% sebagai pelarut. Ekstrak buah lerak yang diperoleh melalui maserasi dengan pelarut metanol selama 2 hari dengan rasio sampel dan pelarut 1:4 memiliki kandungan saponin yang sangat tinggi [23]. Mengacu pada pernyataan tersebut maka rasio simplisia buah lerak dan metanol yang digunakan pada penelitian ini adalah 1:4, 1:6, dan 1:8. Volume metanol pada dua rasio



terakhir ditingkatkan dengan harapan dapat meningkatkan kandungan saponin yang terekstrak. Pada penelitian ini, spektrofotometri UV-Vis (ekuivalen diosgenin) digunakan untuk menetapkan kadar saponin total.

Material dan Metode

Bahan dan Alat

Spektrofotometer UV-Vis GENESYS 10S (Thermo Scientific) merupakan alat utama yang digunakan untuk menetapkan kadar saponin total. Peralatan pendukung lainnya adalah *rotary evaporator* HS-2000N (HAHN SHIN SCIENCE CO.), *water bath* HS-3001 (HAHN SHIN), dan oven UN 110 (Memmert). Sampel buah lerak diperoleh dari Blimbing, Lowokwaru, Malang dan telah teruji keasliannya di Materia Medica Batu, Jawa Timur, dengan nomor penetapan 074/446/102.7/2017. Bahan-bahan yang digunakan antara lain diosgenin (Alfa Aesar), vanillin (Merck), akuades, metanol 99,8% (SMART-LAB), H₂SO₄ 98% (SMART-LAB), HCl 37% (SMART-LAB), kloroform 99,5% (SMART-LAB), dan reagen Liebermann-Burchard.

Cara Kerja Penelitian

Preparasi Serbuk Buah Lerak

Sebanyak 700 gram buah lerak dicuci, dipotong-potong, dan dikeringkan pada suhu 60°C [24] kemudian diblender dan diayak dengan ayakan 30 mesh [23], [25].

Ekstraksi Buah Lerak

Sebanyak 30 gram serbuk buah lerak dimaserasi dengan 120 mL metanol (rasio 1:4), 180 mL metanol (rasio 1:6), dan 240 mL metanol (rasio 1:8). Setelah 2 hari maserasi, serbuk disaring lalu dimaserasi ulang dua kali masing-masing selama 2 hari. Kemudian filtrat maserasi dan filtrat remaserasi digabungkan dan diuapkan pada suhu 50°C hingga diperoleh ekstrak kental [26]. Penguapan dilakukan hingga diperoleh bobot ekstrak yang tetap. Suhu 50°C dipilih agar senyawa aktif yang terekstrak tidak rusak, karena beberapa senyawa aktif tidak tahan dengan pemanasan pada suhu yang lebih tinggi [27].

Identifikasi Kualitatif Saponin

Dua metode yang digunakan untuk mengidentifikasi saponin pada penelitian ini adalah uji busa dan uji warna. Uji busa dilakukan dengan mengocok secara kuat 0,3 gram ekstrak buah lerak yang telah ditambahkan ke dalam 10 mL akuades. Setelah itu ditambahkan HCl 2N dan diamati terbentuknya busa yang stabil selama kurang lebih 1 menit [28], [29].

Identifikasi saponin kedua dilakukan dengan menggunakan uji warna. Sebanyak 0,3 gram ekstrak ditambahkan dengan kloroform 10 mL, dipanaskan selama 5 menit sambil dikocok, kemudian ditambahkan beberapa tetes pereaksi Liebermann-Burchard. Cincin berwarna coklat atau ungu yang muncul menunjukkan adanya saponin triterpenoid, sedangkan cincin hijau atau biru menunjukkan adanya saponin steroid [30].

Penetapan Kadar Saponin Total dengan Spektrofotometer UV-Vis

Penetapan kadar saponin total diawali dengan penyiapan reagen vanilin-etanol segar dan dilanjutkan dengan penyiapan larutan H₂SO₄ 72%. Kemudian dibuat larutan baku diosgenin 0,5 mg/mL dengan melarutkan 10 mg diosgenin ke dalam 20 mL metanol [31]. Selanjutnya, spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengukur absorbansi larutan standar pada rentang panjang gelombang 539-553 nm. Panjang gelombang yang menunjukkan nilai serapan tertinggi adalah panjang gelombang maksimum. Langkah selanjutnya adalah menyiapkan larutan standar dengan konsentrasi 400 µg/mL, 800 µg/mL, 1000 µg/mL, 1200 µg/mL, dan 1600 µg/mL. Setelah itu, absorbansi diukur pada panjang gelombang maksimum dan kurva kalibrasi dibuat. Penetapan kadar saponin total buah lerak (ekuivalen diosgenin) dilakukan menggunakan metode Hiai dan Oura (1976) [32]. Absorbansi setiap sampel diukur minimal 3 kali untuk setiap replikasi dan setiap sampel direplikasi minimal 3 kali untuk memvalidasi hasil.



Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji *One Way ANOVA* dan *Post Hoc*. Uji *One Way ANOVA* digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara kelompok sampel yang berbeda. Uji *Post Hoc* digunakan untuk mengetahui kelompok sampel mana yang memiliki perbedaan signifikan.

Hasil dan Diskusi

Preparasi Serbuk dan Ekstraksi Buah Lerak

Buah lerak cenderung bersifat higroskopis, sehingga sulit untuk memperoleh berat kering dengan nilai yang konstan. Oleh karena itu, proses pengeringan buah lerak dihentikan apabila tekstur buah lerak sudah keras, tidak lengket, dan mudah pecah. Proses ini dilakukan selama kurang lebih 60 jam. Buah lerak kering diblender dan diayak menggunakan ayakan 30 mesh. Pengurangan ukuran partikel simplisia akan memperluas permukaan kontak dengan pelarut selama proses ekstraksi. Setelah itu, serbuk buah lerak kering dimaserasi dan diremaserasi sebanyak dua kali untuk mengekstrak saponin dalam buah lerak secara menyeluruh. Ekstraksi dilakukan dengan tiga rasio simplisia dan pelarut yaitu 1:4, 1:6, dan 1:8. Rasio 1:4 menggunakan 30 g serbuk buah lerak dan 120 mL metanol. Rasio 1:6 menggunakan 30 g bubuk buah lerak dan 180 mL metanol. Rasio 1:8 menggunakan 30 g bubuk buah lerak dan 240 mL metanol. Filtrat yang diekstraksi diuapkan pada suhu 50°C hingga diperoleh ekstrak kental. Secara organoleptik, ketiga ekstrak berwarna coklat, beraroma khas buah lerak, dan bertekstur kental dan lengket.

Rendemen ekstrak buah lerak dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan tabel tersebut, rendemen tertinggi diperoleh pada rasio 1:6 karena terjadi keseimbangan konsentrasi larutan di dalam dan luar sel sehingga proses difusi berakhir [33]. Dengan kata lain, konsentrasi senyawa aktif pada sampel dan pelarut adalah sama. Setelah itu, tidak ada lagi massa senyawa aktif yang dipindahkan dari sampel ke pelarut.

Tabel 1. Rendemen ekstrak buah lerak

Rasio Simplisia Buah Lerak dan Metanol	Rendemen (%)
1:4	65.612 ± 0.078
1:6	84.401 ± 4.378
1:8	78.320 ± 2.872

Identifikasi Kualitatif Saponin

Identifikasi saponin pada ekstrak buah lerak secara kualitatif dengan uji busa disajikan pada Tabel 2. Saponin dapat diidentifikasi melalui uji busa dengan menggunakan akuades sebagai pelarut dan HCl 2N sebagai reagen, yang ditandai dengan terbentuknya busa selama 1 menit [34]. Pembentukan busa terjadi karena saponin memiliki sifat fisik yang mudah larut dalam air dan menghasilkan busa saat dikocok. Proses ini dimulai dengan adsorpsi molekul saponin pada permukaan air, yang menyebabkan penurunan tegangan permukaan air dan memicu pembentukan busa. Busa merupakan struktur stabil yang terdiri dari kantong-kantong udara yang terbungkus lapisan tipis cairan, berupa dispersi gas dalam cairan, yang distabilkan oleh molekul saponin sebagai agen penurun tegangan permukaan [35]. Terbentuknya busa yang stabil setelah penambahan HCl 2N selama satu menit menunjukkan bahwa ketiga ekstrak buah lerak positif mengandung saponin. Pada rasio 1:4, busa yang terbentuk setelah dikocok mencapai ketinggian 4,4 cm. Pada rasio 1:6, ketinggian busa mencapai 6,2 cm. Sedangkan pada rasio 1:8, ketinggian busa mencapai 4,7 cm.



Tabel 2. Hasil uji busa ekstrak buah lerak

Rasio Simplisia Buah Lerak dan Metanol	Hasil	Kesimpulan
1:4	Busa stabil $\pm$ 1 menit	Positif saponin
1:6	Busa stabil $\pm$ 1 menit	Positif saponin
1:8	Busa stabil $\pm$ 1 menit	Positif saponin

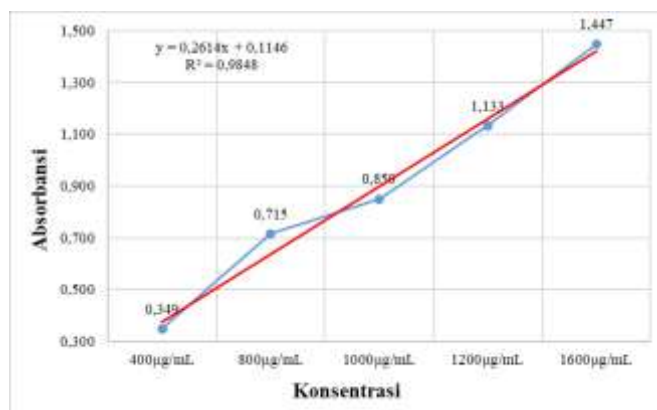
Hasil uji warna pada ketiga ekstrak buah lerak (Tabel 3) menunjukkan bahwa saponin yang terkandung adalah saponin triterpenoid, ditandai dengan terbentuknya cincin berwarna coklat setelah penambahan pereaksi Liebermann-Burchard. Terbentuknya cincin tersebut disebabkan adanya substitusi H pada gugus hidroksil glikosida saponin triterpenoid dengan gugus CH_3COO^- sehingga menyebabkan energi yang dibutuhkan untuk melakukan transisi elektron ke tingkat eksitasi semakin kecil. Oleh karena itu, panjang gelombang menjadi lebih panjang, dan intensitas warna meningkat [35].

Tabel 3. Hasil Uji Warna Ekstrak Buah Lerak

Rasio Simplisia Buah Lerak dan Metanol	Hasil	Kesimpulan
1:4	Cincin coklat	Positif saponin triterpenoid
1:6	Cincin coklat	Positif saponin triterpenoid
1:8	Cincin coklat	Positif saponin triterpenoid

Penetapan Kadar Saponin Total dengan Spektrofotometer UV-Vis

Deteksi absorbansi maksimum larutan standar dilakukan pada panjang gelombang 539–552 nm dengan spektrofotometer UV-Vis. Nilai absorbansi tertinggi diperoleh pada panjang gelombang 548 nm. Kemudian, nilai absorbansi diosgenin diukur sebagai standar dengan konsentrasi 400 $\mu\text{g/mL}$, 800 $\mu\text{g/mL}$, 1000 $\mu\text{g/mL}$, 1200 $\mu\text{g/mL}$, dan 1600 $\mu\text{g/mL}$ pada panjang gelombang 548 nm. Kurva kalibrasi kandungan saponin (ekuivalen diosgenin) ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Kalibrasi Standar Saponin (Ekuivalen Diosgenin)

Nilai absorbansi ekstrak buah lerak diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 548 nm. Kemudian, absorbansi diplot pada persamaan $y = 0,2614x + 0,1146$ untuk memperoleh konsentrasi ($\mu\text{gDE/mL}$). Kadar saponin total ekstrak buah lerak secara lengkap disajikan pada Tabel 4.



Tabel 4. Kadar Saponin Total Ekstrak Buah Lerak

Rasio Simplisia Buah Lerak dan Metanol	Kadar Saponin Total ($\mu\text{gDE/mL}$)
1:4	1.827 ± 0.145^a
1:6	2.079 ± 0.039^b
1:8	2.050 ± 0.024^b

Catatan: perbedaan huruf dalam kadar saponin total menunjukkan perbedaan yang signifikan (uji Tamhane T2, nilai $P < 0,05$).

Rasio simplisia buah lerak dan metanol sebesar 1:6 menghasilkan kadar saponin yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan rasio 1:4. Peningkatan rasio menjadi 1:8 tidak menghasilkan perbedaan yang signifikan. Proses maserasi memungkinkan pelarut untuk melewati dinding sel dan mencapai rongga sel yang menyimpan senyawa aktif. Adanya perbedaan kadar senyawa aktif antara bagian dalam dan luar sel memicu pelarutan senyawa aktif, mendorong larutan pekat keluar dari sel. Proses berkesinambungan ini akan berhenti ketika konsentrasi di dalam dan di luar sel mencapai titik keseimbangan [20]. Rasio simplisia buah lerak dan metanol sebesar 1:6 merupakan rasio yang paling optimum. Ketika jumlah pelarut ditingkatkan (rasio 1:8) tidak dapat meningkatkan jumlah senyawa aktif khususnya saponin yang tertarik.

Jumlah saponin dalam ekstrak kemungkinan juga berhubungan dengan rendemen yang diperoleh. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa ekstrak dengan rendemen tinggi memiliki kandungan antosianin yang tinggi juga [36]. Keterkaitan antara kadar total fenolik, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan terhadap rendemen berbanding lurus. Jika kadar total fenolik, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan meningkat, maka rendemen ekstrak juga akan meningkat [37], [38]. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan pernyataan sebelumnya. Semakin besar rendemen maka semakin tinggi pula senyawa aktif yang dihasilkan (kadar saponin total dalam buah lerak). Rendemen dan kadar saponin total tertinggi diperoleh pada ekstrak dengan rasio simplisia buah lerak dan metanol sebesar 1:6. Dengan demikian, semakin banyak ekstrak yang diekstrak secara otomatis akan semakin meningkatkan kadar senyawa aktif terekstrak.

Kesimpulan

Rasio simplisia buah lerak dan pelarut mempengaruhi kadar saponin total ekstrak buah lerak (*Sapindus rarak*). Kadar saponin total tertinggi diperoleh dari ekstrak buah lerak dengan rasio 1:6. Selain rasio simplisia dan pelarut, berbagai faktor lain yang mempengaruhi kadar senyawa aktif pada proses ekstraksi antara lain metode ekstraksi, jenis pelarut, volume pelarut, ukuran partikel simplisia, durasi ekstraksi, suhu operasi, dan lain-lain.

Daftar Pustaka

- [1] E. Laela, I. Isnaini, E. Y. Rufaida, and R. Sayogo, "Efektivitas Sabun Alami terhadap Warna Batik," *Din. Kerajinan Dan Batik Maj. Ilm.*, vol. 35, no. 2, p. 119, Dec. 2018, doi: 10.22322/dkb.v35i2.4187.
- [2] D. A. Piputri and L. Dewi, "Pengaruh Frekuensi Pencucian dengan Menggunakan Lerak (*Sapindus rarak* De Candolle) pada Ketajaman Warna Batik Dulit Gresik," *J. Tata Busana*, vol. 3, no. 1, pp. 175–179, 2014.
- [3] R. Singh and B. Sharma, "Morphological Characteristics of *Sapindus* Species," in *Biotechnological Advances, Phytochemical Analysis and Ethnomedical Implications of Sapindus species*, Singapore: Springer Singapore, 2019, pp. 5–15. doi: 10.1007/978-981-32-9189-8_2.
- [4] N. Yanti, "Efek antibakteri buah lerak terhadap streptococcus mutans," *Dentika Dent. J.*, vol. 14, no. 1, pp. 53–58, 2009.



- [5] L. Udarno, "Lerak (*Sapindus rarak*) Tanaman Industri Pengganti Sabun," *War. Penelit. Dan Pengemb. Tanam. Ind.*, vol. 15, no. 1, pp. 1–4, 2009.
- [6] R. Widyasari, I. Fathon, R. Satria Darwis, and H. Endrowahyudi, "Antibacterial Effectiveness of Lerak Fruit Ethanol Extract (*Sapindus rarak* DC) and 2% Chlorhexidine in *Enterococcus faecalis*," *J. Health Dent. Sci.*, vol. 1, no. Volume 1 No 2, pp. 188–196, Sep. 2021, doi: 10.54052/jhds.v1n2.p188-196.
- [7] R. Singh and B. Sharma, "Pharmacological Activities and Medicinal Implications of *Sapindus* spp.," in *Biotechnological Advances, Phytochemical Analysis and Ethnomedical Implications of Sapindus species*, Singapore: Springer Singapore, 2019, pp. 89–105. doi: 10.1007/978-981-32-9189-8_6.
- [8] G. Mediana and D. Prijono, "Pengaruh Pemanasan dan Penyimpanan terhadap Aktivitas Insektisida Ekstrak Lerak (*Sapindus rarak*) pada Larva *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Crambidae)," *Agrovigor*, vol. 7, no. 2, pp. 90–98, Sep. 2014.
- [9] A. C. F. Amaral *et al.*, "Saponins as Potential Antiprotozoal Agents," in *Antiprotozoal Drug Development and Delivery*, vol. 39, A. B. Vermelho and C. T. Supuran, Eds., in Topics in Medicinal Chemistry, vol. 39, Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 23–48. doi: 10.1007/7355_2021_141.
- [10] P. L. Isrianto and S. Kristianto, "Bioaktivitas Larvasida Ekstrak Buah Lerak terhadap Larva *Aedes aegypti* Instar III," *J. Biol. Dan Pembelajaran Biol.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–10, 2017.
- [11] A. D. Kusumawardhani, "Pengaruh Sediaan Salep Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* Linn.) terhadap Jumlah Fibroblas Luka Bakar Derajat IIA pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Galur Wistar," *Maj. Kesehat. FKUB*, vol. 2, no. 1, pp. 16–28, Mar. 2015.
- [12] J. Li and V. Monje-Galvan, "In Vitro and In Silico Studies of Antimicrobial Saponins: A Review," *Processes*, vol. 11, no. 10, p. 2856, Sep. 2023, doi: 10.3390/pr11102856.
- [13] I. Chaieb, "Saponins as Insecticides: a Review," *Tunis. J. Plant Prot.*, vol. 5, no. 1, pp. 39–50, 2010.
- [14] M. Arabski, A. Węgierek-Ciuk, G. Czerwonka, A. Lankoff, and W. Kaca, "Effects of Saponins against Clinical *E. coli* Strains and Eukaryotic Cell Line," *J. Biomed. Biotechnol.*, vol. 2012, pp. 1–6, 2012, doi: 10.1155/2012/286216.
- [15] N. B. McCartney, M. I. Ahumada, M. P. Muñoz, I. M. Rosales, A. M. Fierro, and R. A. Chorbadian, "Effects of saponin-rich quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) bran and bran extract in diets of adapted and non-adapted quinoa pests in laboratory bioassays," *Cienc. E Investig. Agrar.*, vol. 46, no. 2, pp. 125–136, Aug. 2019, doi: 10.7764/rcia.v45i2.2159.
- [16] S. Akbari, N. H. Abdurahman, R. M. Yunus, and F. Fayaz, "Microwave-assisted extraction of saponin, phenolic and flavonoid compounds from *Trigonella foenum-graecum* seed based on two level factorial design," *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants*, vol. 14, p. 100212, Sep. 2019, doi: 10.1016/j.jarmap.2019.100212.
- [17] O. K. Putri *et al.*, "Antioxidant and Antibacterial Activities of Phytosynthesised ZnOs by *Hibiscus tiliaceus* Leaf Extract Against Four Pathogenic Bacteria," *RASAYAN J. Chem.*, vol. 15, no. 04, pp. 2835–2843, 2022, doi: 10.31788/RJC.2022.1546935.
- [18] A. P. Wirman, H. Kristiana, and H. Sunaryo, "Determination of Total Saponin Content and Antioxidant Activity Using DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) Method of 70% Ethanol Extract of Sidaguri Leaves (*Sida rhombifolia* L.)," *Int. J. Eng. Sci. Inf. Technol.*, vol. 4, no. 3, Sep. 2024, doi: 10.52088/ijesty.v4i3.530.



- [19] A. Nafiunisa, N. Aryanti, and D. H. Wardhani, "Kinetic Study of Saponin Extraction from *Sapindus rarak* DC by Ultrasound-Assisted Extraction Methods," *Bull. Chem. React. Eng. Catal.*, vol. 14, no. 2, pp. 468–477, Aug. 2019, doi: 10.9767/bcrec.14.2.4253.468-477.
- [20] T. Dwicahyani, S. Sumardianto, and L. Rianingsih, "Uji Bioaktivitas Ekstrak Teripang Keling *Holothuria atra* sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*," *J. Pengolah. Dan Bioteknol. Has. Perikan.*, vol. 7, no. 1, Art. no. 1, Apr. 2018.
- [21] C. Y. Cheok, H. A. K. Salman, and R. Sulaiman, "Extraction and quantification of saponins: A review," *Food Res. Int.*, vol. 59, pp. 16–40, May 2014, doi: 10.1016/j.foodres.2014.01.057.
- [22] P. Yuliana, E. B. Laconi, E. Wina, and A. Jayanegara, "Extraction of Tannins and Saponins from Plant Sources and Their Effects on In Vitro Methanogenesis and Rumen Fermentation," *J. Indonesian Trop. Anim. Agric.*, vol. 32, no. 9, pp. 91–97, Jun. 2014.
- [23] S. Suharti, D. A. Astuti, and E. Wina, "Kecernaan Nutrien dan Performa Produksi Sapi Potong Peranakan Ongole (PO) yang Diberi Tepung Lerak (*Sapindus rarak*) dalam Ransum," *Indones. J. Anim. Vet. Sci.*, vol. 14, no. 3, pp. 200–207, 2009.
- [24] S. Suharti, A. Kurniawati, D. A. Astuti, and E. Wina, "Microbial Population and Fermentation Characteristic in Response to *Sapindus rarak* Mineral Block Supplementation," *Media Peternak.*, vol. 33, no. 3, pp. 150–154, 2010, doi: 10.5398/medpet.2010.33.3.150.
- [25] O. K. Putri, L. O. Rahayu, Y. Kusumawati, A. Fadlan, R. Subagyo, and M. Santoso, "Phytofabricated ZnO-NPs mediated by *Hibiscus tiliaceus* leaf extract and its potential as a diosgenin delivery vehicle," *RSC Adv.*, vol. 14, no. 32, pp. 23139–23146, 2024, doi: 10.1039/D4RA03249G.
- [26] E. P. Mokoginta, M. R. J. Runtuwene, and F. Wehantouw, "Pengaruh Metode Ekstraksi terhadap Aktivitas Penangkal Radikal Bebas Ekstrak Metanol Kulit Biji Pinang Yaki (*Areca vestitaria* Giseke)," *PHARMACON*, vol. 2, no. 4, pp. 109–113, Nov. 2013.
- [27] A. Putri, N. Nofita, and A. M. Ulfa, "Perbandingan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Bidara (*Ziziphus spina-christi* L.) dengan Teknik Ekstraksi Perkolasi dan Infusa," *J. Ilmu Kedokt. Dan Kesehat.*, vol. 9, no. 4, pp. 1178–1189, Dec. 2022.
- [28] D. C. Ariawa, I. G. M. Suradnyana, and N. M. D. S. Suena, "Formulation of Lerak Liquid Extract (*Sapindus rarak* DC.) as a Biosurfactant for Facial Soap," *J. Kefarmasian Indones.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–11, Feb. 2024.
- [29] E. B. Minarno, "Analisis Kandungan Saponin pada Daun dan Tangkai Daun *Carica pubescens* Lenne & K. Koch," *El-Hayah*, vol. 5, no. 4, pp. 143–152, Mar. 2016.
- [30] R. Dewi, T. N. Siregar, S. Wahyuni, and A. Sutriana, "Identification of secondary metabolite compounds in n-hexane extract of noni (*Morinda citrifolia* Linn) leaves through phytochemical test," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1356, no. 1, p. 012092, Jun. 2024, doi: 10.1088/1755-1315/1356/1/012092.
- [31] T. Pasaribu, D. A. Astuti, E. Wina, Sumiati, and A. Setiyono, "Saponin Content of *Sapindus rarak* Pericarp Affected by Particle Size and Type of Solvent, its Biological Activity on *Eimeria tenella* Oocysts," *Int. J. Poult. Sci.*, vol. 13, no. 6, pp. 347–352, 2014.
- [32] N. Hidayah, R. Lubis, K. G. Wiryawan, and S. Suharti, "Phenotypic identification, nutrients content, bioactive compounds of two jengkol (*Archidendron jiringa*) varieties from Bengkulu, Indonesia and their potentials as ruminant feed," *Biodiversitas J. Biol. Divers.*, vol. 20, no. 6, May 2019, doi: 10.13057/biodiv/d200624.



- [33] R. Voight, *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi*, 5th ed. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1994.
- [34] E. B. Minarno, “Analisis Kandungan Saponin pada Daun dan Tangkai Daun *Carica pubescens* Lenne & K. Koch,” *El-Hayah*, vol. 5, no. 4, pp. 143–152, Mar. 2016.
- [35] W. Amananti, I. Tivani, and A. B. Riyanta, “Uji Kandungan Saponin Pada Daun, Tangkai Daun Dan Biji Tanaman Turi (*Sesbania Grandiflora*),” *Pros. 2nd Semin. Nas. IPTEK Terap. SENIT 2017*, vol. 2, no. 1, Art. no. 1, May 2017.
- [36] R. Maulida and A. Guntarti, “Pengaruh Ukuran Partikel Beras Hitam (*Oryza sativa* L.) terhadap Rendemen Ekstrak dan Kandungan Total Antosianin,” *Pharmacia*, vol. 5, no. 1, pp. 9–16, 2015.
- [37] N. C. R. Yuswi, “Ekstraksi Antioksidan Bawang Dayak (*Eleutherine palmifolia*) dengan Metode Ultrasonic Bath (Kajian Jenis Pelarut dan Lama Ekstraksi),” *J. Pangan Dan Agroindustri*, vol. 5, no. 1, pp. 71–79, Jan. 2017.
- [38] O. K. Putri, L. O. Rahayu, G. F. Hadiwibowo, Y. Kusumawati, and A. Nisar, “Influence of *Hibiscus tiliaceus* Extract and Suspension on *Echerichia coli* and *Staphylococcus aureus* Growth,” *E3S Web Conf.*, vol. 374, p. 00025, 2023, doi: 10.1051/e3sconf/202337400025.

Edisi Januari 2025