CHARACTERISTICS OF BIDARA LEAF EXTRACT (Ziziphus mauritina L.) BY PARTICLE SIZE AND EXTRACTION TEMPERATURE TREATMENT

KARAKTERISTIK EKSTRAK DAUN BIDARA (Ziziphus mauritina L.) PADA PERLAKUAN UKURAN PARTIKEL DAN SUHU EKSTRAKSI

Elisabet Agutina Sihite[1], Ni Made Wartini[2], A.A. Made Dewi Anggreani[3]
Program Studi Teknologi Industri Pertanian ,
Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran., Badung
Kodede pos : 80361; Telp/Fax : (0361) 701801

Diterima 4 Februari 2026 / Disetujui 28 Maret 2026

ABSTRACT

Bidara leaf (Ziziphus mauritiana L.) are a source of bioactive compounds, including flavonoids, alkaloids, tannins, phenolics, and saponins, which have potential as natural antioxidants and surfactants. This study aimed to evaluate the effects of particle size and extraction temperature on the characteristics of bidara leaf extract as a saponin source and to determine the optimal particle size and extraction temperature for producing the best extract. Extraction was carried out using the maceration method with 86% methanol as the solvent for 48 hours. The experiment was arranged in a factorial Randomized Block Design with two factors: particle size (40, 60, and 80 mesh) and extraction temperature (40°C, 50°C, and 60°C). The observed variables included extraction yield, crude saponin content, foam height, and antioxidant capacity. Data were analyzed using Analysis of Variance, followed by Duncan's Multiple Range Test. The findings showed that extraction temperature and particle size significantly affected extraction yield, foam height, and crude saponin content, but had no significant impact on antioxidant capacity. The interaction between particle size and extraction temperature significantly influenced extraction yield, crude saponin content, foam height, and antioxidant capacity. The effectiveness index test indicated that the combination of 80-mesh particle size and an extraction temperature of 40°C was the best treatment, producing an extract with a yield of 18.44%, crude saponin content of 34.04%, foam height of 34.83 mm, and antioxidant capacity of 3.71 mg GAEAC/g.

Keywords : *Bidara leaf, maceration, saponin, extraction temperature, particle size*

ABSTRAK

Daun bidara (Ziziphus mauritiana L.) ialah salah satu sumber senyawa bioaktif yang mempunyai kandungan flavonoid, tanin, alkaloid, fenol, dan saponin, menjadikannya berpotensi selaku antioksidan dan surfaktan alami. Studi ini bermaksud guna melihat efek ukuran partikel dan suhu ekstraksi pada karakteristik ekstrak daun bidara selaku sumber saponin, beserta mendapatkan ukuran partikel dan suhu ekstraksi yang terbaik guna menciptakan ekstrak daun bidarasebagai sumber saponin. Proses ekstraksi

[*]Korespondensi Penulis :
Email: md_wartini@unud.ac.id

dilaksanakan mempergunakan metode maserasi melalui penggunaan pelarut metanol 86% selama 48 jam. Penelitian disusun mempergunakan Rancangan Acak Kelompok pola faktorial mempergunakan dua faktor, yakni ukuran partikel (40, 60, dan 80 mesh) dan suhu ekstraksi (40°C, 50°C, dan 60°C). Variabel yang diamati mencakup rendemen, ketinggian busa, kadar saponin kasar, dan kapasitas antioksidan. Data dianalisis mempergunakan Analysis of Variance dan diteruskan pengujian Duncan's Multiple Range Test. Suhu ekstraksi dan ukuran partikel berdampak pada rendemen ekstrak, kadar ketinggian busa, dan saponin kasar, namun tidak berpengaruh terhadap kapasitas antioksidan. Interaksi antara ukuran partikel dan suhu ekstraksi berdampak pada rendemen ekstrak, kadar saponin kasar, kapasitas antioksidan, beserta ketinggian busa. Uji indeks efektivitas memperlihatkan bahwasannya kombinasi ukuran partikel 80 mesh dan suhu ekstraksi 40°C ialah perlakuan terbaik guna menciptakan ekstrak daun bidara dengan rendemen 18,44%, kadar saponin kasar 34,04%, ketinggian busa 34,83 mm, dan kapasitas antioksidan 3,71 mg GAEAC/g.

Kata kunci : Daun bidara , saponin, maserasi, suhu ekstraksi, ukuran partikel

PENDAHULUAN

Daun bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) ialah salah satu tanaman lokal Indonesia yang memiliki potensi besar selaku sumber senyawa bioaktif, khususnya saponin. Tanaman ini sudah lama dimanfaatkan pada pengobatan tradisional dan diketahui mempunyai aktivitas antioksidan yang memegang peranan guna mencegah radikal bebas serta menjaga sel dari kerusakan oksidatif (Ardinimia et al., 2023). Saponin yang termuat pada daun bidara tergolong glikosida kompleks yang bersifat surfaktan alami, mudah larut dalam air, mampu membentuk busa, serta memiliki berbagai aktivitas biologis. Aktivitas antioksidan saponin bekerja melalui mekanisme pendonoran atom hidrogen kepada radikal bebas (Sakinah, 2023). Beberapa penelitian melaporkan bahwasannya ekstrak daun bidara menunjukkan aktivitas antioksidan yang cukup tinggi dan relatif stabil hingga suhu 60°C, sehingga berpotensi diaplikasikan dalam pengembangan produk berbasis bahan alam (Sharma et al., 2023).

Pemanfaatan daun bidara sebagai sumber saponin umumnya dilakukan melalui proses ekstraksi, yaitu pemisahan senyawa target dari matriks bahan memprtgunakan pelarut yang sesuai. Keberhasilan proses ekstraksi tidak hanya ditentukan berdasar jenis metode dan pelarut, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh tahapan persiapan bahan yang dilakukan sebelum proses ekstraksi. Persiapan ekstraksi sangat penting dilakukan untuk memastikan efisiensi dan kualitas hasil ekstraksi. Tahapan tersebut meliputi sortasi, pencucian, pengeringan, pengecilan ukuran partikel, serta penyimpanan bahan, yang bertujuan untuk menjaga stabilitas senyawa bioaktif dan meningkatkan efisiensi pelepasan senyawa saat proses ekstraksi berlangsung (Wrasiati et al., 2023).

Metode maserasi ialah metode ekstraksi yang dilaksanakn mempergunakan cara merendam bahan tanaman pada pelarut di suhu tertentu dan banyak digunakan karena sederhana serta sesuai untuk senyawa yang sensitif terhadap panas (Sakka & Muin, 2023). Untuk ekstraksi daun bidara, suhu maserasi optimal dilaporkan berada pada kisaran 40–50°C, meskipun saponin relatif stabil hingga suhu 60°C (Chairunnisa et al., 2019; Marwati et al., 2022). Penelitian Wahyuni et al. (2020)

juga menyebutkan bahwa suhu 40–60°C menghasilkan ekstraksi optimal pada daun bambu duri selaku sumber antioksidan. Pelarut yang biasanya dipergunakan pada ekstraksi daun bidara adalah metanol, aseton, dan etanol dengan rasio bahan dan pelarut 1:6 (Lumbanraja et al., 2019).

Selain suhu, ukuran partikel ialah faktor vital yang berdampak akan efisiensi ekstraksi. Ukuran partikel yang lebih kecil menajdikan luas permukaan kontak diantara bahan dan pelarut meningkat

menjadikan rendemen saponin yang diperoleh menjadi lebih tinggi. Rendemen dilaporkan meningkat dari 6,8–9,1% pada ukuran 40 mesh menjadi 17,91 ± 0,73% pada ukuran 80 mesh (Lumbanraja et al., 2019). Penelitian tersebut juga memperlihatkan bahwasannya ukuran partikel 40, 60, dan 80 mesh berpengaruh signifikan pada rendemen, ketinggian busa, dan kadar saponin kasar. Penelitian lain oleh Ardyanti et al. (2020) melaporkan bahwa lama maserasi 6 jam dan perlakuan ukuran partikel 80 mesh ialah kondisi paling baik dalam mengekstraksi Virgin Coconut Oil wortel selaku pewarna alami, yang menunjukkan bahwa ukuran partikel halus berperan penting dalam meningkatkan karakteristik ekstrak.

Maserasi pada suhu ruang dilaporkan kurang optimal, dan efisiensi ekstraksi dapat ditingkatkan dengan pengaturan suhu. Kenaikan suhu mampu meningkatkan kelarutan senyawa bioaktif seperti flavonoid dan fenol, serta mempercepat difusi senyawa aktif ke dalam pelarut. Namun, suhu yang terlalu tinggi berpotensi menyebabkan degradasi senyawa. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa suhu 50°C memberikan hasil terbaik pada berbagai tanaman, seperti daun pandan, daun kelor, dan saponin notoginseng. Sebaliknya, pada suhu yang lebih tinggi, yaitu 70–80°C, aktivitas antioksidan dan kadar saponin cenderung menurun. Chairunnisa et al. (2019) melaporkan bahwa kondisi optimum maserasi daun bidara dicapai di suhu 50 ± 2°C selama 48 jam dengan rendemen 42,59 ± 0,02%, ketinggian busa 29,03 ± 0,38 mm, dan kadar saponin kasar 40,84 ± 0,09%. Sementara itu, Wahyuni et al. (2020) melaporkan bahwa suhu 60°C dan waktu maserasi 36 jam ialah perlakuan paling baik guna menciptakan ekstrak daun bambu duri selaku sumber antioksidan. Marwati et al. (2022) menerangkan pula bahwasannya suhu 60°C berperan penting dalam menjaga kestabilan senyawa saponin selama proses ekstraksi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai ekstraksi daun bidara masih tergolong terbatas, terutama yang mengetahui efek ukuran partikel dan suhu ekstraksi pada karakteristik ekstrak secara simultan. Proses ekstraksi yang tidak optimal berpotensi menyebabkan kerusakan senyawa penting seperti saponin dan menurunkan aktivitas antioksidan. Oleh karena itu, optimalisasi variabel ukuran partikel dan suhu ekstraksi diperlukan untuk menciptakan ekstrak daun bidara yang konsisten, efisien, dan bermutu. Studi ini bermaksud guna melihat efek ukuran partikel dan suhu ekstraksi pada karakteristik ekstrak daun bidara selaku sumber saponin beserta melihat kombinasi perlakuan paling baik.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan baku yang dipergunakan di studi ini ialah daun bidara dimana kriterianya yakni daun warna hijau muda, yaitu daun ke-1 hingga ke-6 yang dihitung dari pucuk. Sampel daun bidara diperoleh dari Desa Jimbaran, Bukit, Jimbaran. Bahan kimia yang dipergunakan meliputi HCl 2 N dan aquades. Pelarut teknis yang dipergunakan pada proses maserasi ialah metanol 86% (Bratachem), sedangkan pelarut untuk analisis meliputi petroleum eter, n-butanol, etil asetat, dietil eter, dan metanol dengan spesifikasi E. Merck.

Alat yang dipergunakan dalam studi ini mencakup, inkubator (Incucell) Spektrofotometer Uv-Vis (Biochrom), ayakan 40 mesh, 60 mesh, 80 mesh (Retsch), kertas saring kasar, kertas saring Whattman No.1, labu evaporasi (Iwaki), rotary vacuum evaporator (IKA), timbangan analitik (Shimadzu ATY224), blender (Miyako), magnetic stirrer, vortex (Maxi mix), pipet tetes, mikrometer sekrup, loyang, erlenmeyer (Iwaki), sudip, pipet mikro (Eppendorf), tabung reaksi (Iwaki), tip, labu ukur (Iwaki), corong, gelas ukur (Iwaki), gelas beaker (Iwaki), kertas label, dan botol kaca gelap maserasi (ukuran 500 ml) .

Rancangan Penelitian

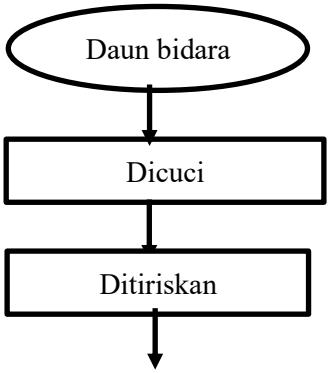
Studi ini disusun mempergunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) berpola faktorial dua faktor. Faktor pertama ialah ukuran partikel, yang mencakup tiga taraf, yaitu 40 mesh (P1), 60 mesh (P2), dan 80 mesh (P3). Faktor kedua ialah suhu ekstraksi maserasi, yang mencakup tiga taraf, yakni 40 °C (S1), 50 °C (S2), dan 60 °C (S3). Kombinasi kedua faktor tersebut menghasilkan sembilan kombinasi perlakuan. Setiap perlakuan dikelompokkan ke dalam dua kelompok berdasar waktu pelaksanaan, menjadikannya didapat 18 unit percobaan. Data yang didapat berikutnya dilaksanakan analisis mempergunakan analisis ragam (ANOVA). Bila perlakuan memperlihatkan didapatinya efek nyata pada variabel yang diobservasi, menjadikannya dilanjutkan ke pengujian *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 95% menggunakan Microsoft Excel. Perlakuan terbaik dilihat berdasar seluruh variabel yang diamati dilaksanakan mempergunakan uji indeks efektivitas menurut De Garmo et al. (1984). Kombinasi perlakuan suhu ekstraksi maserasi dan ukuran partikel daun bidara tersaji di Tabel 1.

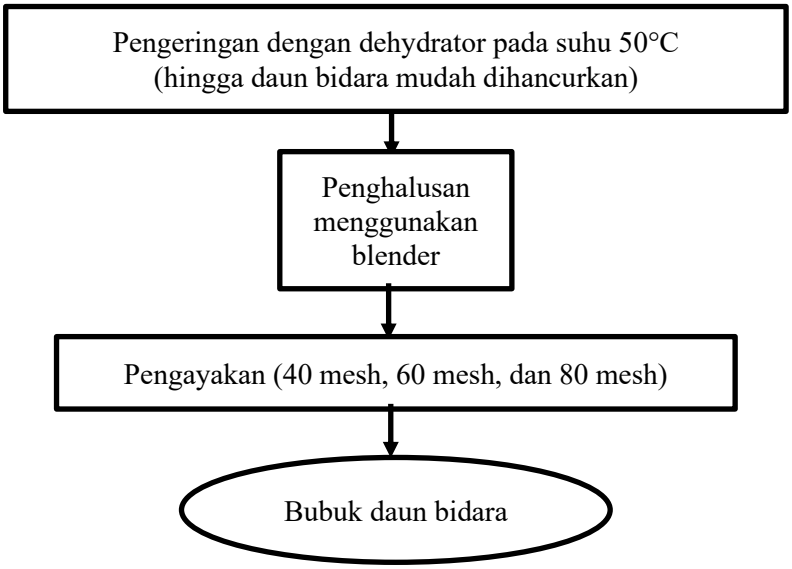
Tabel 1. Perpaduan perlakuan ukuran partikel dan suhu ekstraksi daun bidara.

Suhu ekstraksi (S)	Ukuran partikel (P)		
	P1 (40 mesh)	P2 (60 mesh)	P3 (80 mesh)
S1 (40)	P1S1	P2S1	P3S1
S2 (50)	P1S2	P2S2	P3S2
S3 (60)	P1S3	P2S3	P3S3

Pembuatan bubuk daun bidara

Daun bidara yang didapat dibersihkan lebih dulu guna membuang sejumlah kotoran yang ada di daun tersebut. Berikutnya daun bidara ditiriskan dan dikeringkan mempergunakan dehidrator pada suhu 50°C hingga daun bidara mudah diremukkan. Setelah itu berikutnya daun bidara dihancurkan mempergunakan blender supaya mendapatkan serbuk daun bidara. Serbuk daun bidara yang telah dikeringkan diayak mempergunakan ayakan dengan ukuran mesh 40, 60, dan 80. Proses pengayakan bubuk daun bidara dilakukan secara bertahap, dimulai dengan ayakan yang berukuran 80 mesh. Bubuk yang tidak berhasil melewati ayakan tersebut, berikutnya diayak lagi mempergunakan 60 mesh. Selanjutnya bubuk yang masih teringgal akan diayak ulang dengan menggunakan ayakan berukuran 40 mesh. Hasil pengayakan ini dianggap memenuhi kriteria jika bubuk telah melewati ayakan dengan ukuran yang terkecil, yaitu 40 mesh. Proses pembuatan bubuk bisa diamati di Gambar 1.



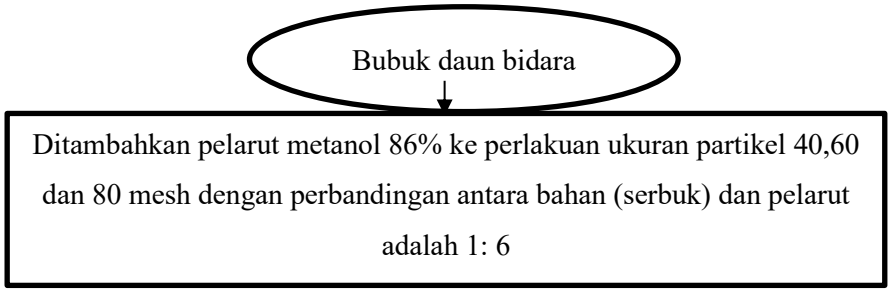


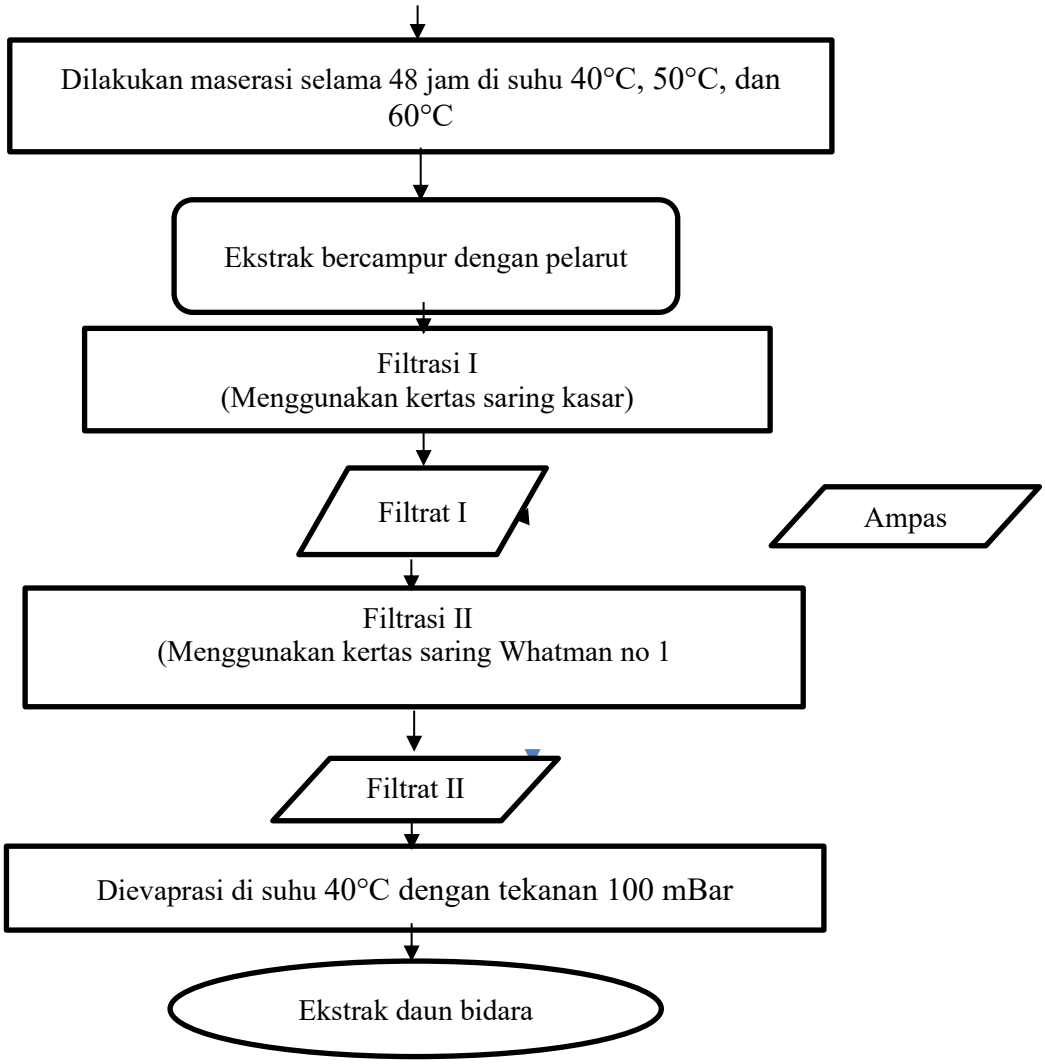
Gambar 1. Pembuatan bubuk daun bidara
(Chairunnisa et al., 2019; Lumbanraja et al., 2019*)*

Pembuatan ekstrak daun bidara

Proses permulaan maserasi dilaksanakan melalui menakar sebanyak 50 gram bubuk daun bidara sesuai dengan perlakuan ukuran partikel 40, 60 dan 80 mesh. . Serbuk ini kemudian dituangkan ke erlenmeyer, berikutnya diberi pelarut metanol 86% sebesar 300 ml. Rasio diantara bahan (serbuk) dan pelarut adalah 1:6 yang dirancang untuk memastikan bahwa semua senyawa bioaktif dapat terlarut dengan baik. Erlenmeyer yang berisi campuran serbuk dan pelarut ditutup rapat menggunakan aluminium foil untuk mencegah penguapan pelarut. Proses maserasi dilakukan selama 48 jam di suhu 40°C, 50°C, dan 60°C, sampel dimaserasi mempergunakan inkubator. Saat proses maserasi terjadi, dilaksanakan penggojokan manual tiap 12 jam selama 5 menit, menjadikannya didapat ekstrak yang masih terbaur bersama pelarut (modifikasi Chairunnisa et al., 2019; Wahyuni et al., 2020).

Setelah proses maserasi selesai, campuran hasil maserasi disaring terlebih dahulu mempergunakan kertas saring kasar sampai diperoleh filtrat I dan ampas. Ampas yang dihasilkan tidak digunakan untuk proses selanjutnya. Filtrat I kemudian disaring kembali mempergunakan kertas saring Whatman No. 1 untuk menciptakan filtrat II. Filtrat II berikutnya dievaporasi di suhu sekitar 40°C bertekanan 100 mBar menggunakan rotary evaporator hingga seluruh pelarut menguap, yang dicirikan dengan berhentinya tetesan uap pelarut. Proses ini menghasilkan ekstrak kental daun bidara yang kemudian dituang ke botol sampel, diberi label, dan disimpan hingga digunakan untuk tahap analisis berikutnya (lumbanraja et al., 2019). Diagram alir proses ekstrsaksi saponin daun bidara ditunjukkan pada Gambar 2.





Gambar 2. Diagram alir proses ekstraksi saponin daun bidara
(Chairunnisa et al., 2019; Lumbanraja et al., 2019*)*

Variabel yang Diamati

Variabel yang diobservasi di studi ini yakni rendeman ekstrak daun bidara, uji ketinggian busa, kadar saponin kasar, dan kapasitas antioksidan

1. **Rendemen ekstrak (Lumbanraja et al., 2019)**

   Rendemen ekstrak ditentukan guna melihat persentase ekstrak kental yang didapat dari sejumlah serbuk daun bidara yang dipergunakan pada proses maserasi. Setelah proses evaporasi selesai dan diperoleh ekstrak kental, ekstrak ditimbang menggunakan neraca analitik. Berat ekstrak yang diperoleh dibandingkan dengan berat awal serbuk daun bidara yang dipergunakan pada proses ekstraksi. Nilai rendemen dinyatakan dalam persen (%)yang menunjukkan jumlah ekstrak yang dihasilkan dari setiap perlakuan ukuran partikel dan suhu ekstraksi.

2. Kadar saponin kasar (Mien et al., 2015)

Penentuan kadar saponin kasar dilaksanakan menggunakan metode gravimetri. Sebanyak 0,5 gram ekstrak kental ditimbang secara akurat dan dilarutkan dalam 10 mL petroleum eter, kemudian dihomogenkan menggunakan magnetic stirrer dan direfluks di suhu 60–80°C berdurasi 15 menit. Sesudah pendinginan, fase petroleum eter dipisahkan dan residu yang tertinggal diproses lebih lanjut menggunakan etil asetat.

Residu yang tidak larut dipisahkan melalui penyaringan, kemudian dilarutkan dalam n-butanol dan diuap mempergunakan rotary evaporator bertekanan rendah. Sisa residu dilarutkan kembali dalam metanol dan diteteskan secara perlahan ke dalam dietil eter hingga terbentuk endapan saponin. Endapan yang dihasilkan berikutnya disaring mempergunakan kertas saring Whatman No. 1 yang sudah diketahui bobot awalnya. Kertas saring beserta endapan dikeringkan mempergunakan oven di suhu 40°C sampai mencapai berat konstan. Selisih bobot sebelum dan pasca pengeringan dinyatakan sebagai massa saponin kasar dan dihitung sebagai persentase terhadap bobot ekstrak awal.

3. Uji ketinggian busa (Bintoro et al., 2017)

Uji ketinggian busa dilaksanakan guna mengevaluasi kemampuan saponin dalam membentuk dan mempertahankan busa. Sebanyak 0,03 gram residu saponin kasar dituang ke tabung reaksi yang berisi 10 mL akuades, berikutnya dikocok berdurasi 10 detik sampai tercipta busa. Berikutnya diberi satu tetes larutan HCl 2N melalui dinding tabung reaksi untuk menguji kestabilan busa yang tercipta. Tinggi busa diukur mempergunakan alat ukur berskala. Pengukuran dilakukan tiga kali dan nilai rerata dipergunakan selaku hasil ketinggian busa masing-masing perlakuan.

4. Kapasitas antioksidan

Uji kapasitas antioksidan dilaksanakan mempergunakan metode DPPH berdasarkan prosedur Blois (1958). Tahapan analisis meliputi pembuatan larutan DPPH, pembuatan kurva standar asam galat, dan pengujian sampel. Larutan DPPH disiapkan dalam metanol hingga konsentrasi 40 ppm. Kurva standar dibuat mempergunakan larutan asam galat dengan beberapa tingkat konsentrasi, kemudian direaksikan dengan larutan DPPH dan diinkubasi berdurasi 30 menit di kondisi gelap. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 517 nm mempergunakan spektrofotometer UV-Vis untuk memperoleh persamaan regresi standar.

Sampel ekstrak daun bidara diencerkan dalam metanol, direaksikan dengan larutan DPPH, berikutnya diinkubasi berdurasi 30 menit. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 517 nm. Kapasitas antioksidan dinyatakan sebagai ekuivalen asam galat berdasarkan kurva standar.

5. Uji indeks efektivitas

Perlakuan paling baik ditentukan mempergunakan metode indeks efektivitas berdasar De Garmo et al. (1984). Penentuan setiap variabel berdasar tingkat kepentingannya dan diberikan bobot sesuai kontribusi terhadap mutu ekstrak. Nilai masing-masing variabel dinormalisasi berdasarkan karakteristiknya (semakin besar semakin baik atau sebaliknya). Nilai efektivitas kemudian dikalikan dengan bobot masing-masing variabel dan dijumlahkan. Perlakuan dengan nilai total paling tinggi dianggap selaku perlakuan paling baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Ekstrak

Hasil sidik ragam memperlihatkan bahwasannya perlakuan ukuran partikel, suhu ekstraksi, beserta interaksi diantara kedua faktor tersebut berdampak begitu nyata (P<0,01) pada rendemen ekstrak daun bidara. Nilai rerata rendemen ekstrak daun bidara bisa diamati di Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata rendemen ekstrak daun bidara%

Suhu ekstraksi	Ukuran partikel (P)		
(S)	P1 (40 mesh)	P2 (60 mesh)	P3 (80 mesh)
S1 (40)	19,30 ±0,71^{a}	15,90 ±1,28^{cd}	18,44 ±0,73 ^{ab}
S2 (50)	15,91±0,69 ^{cd}	14,91 ±1,24 ^{de}	17,25 ±0,68 ^{bc}
S3 (60)	13,76 ±0,67 ^{fe}	12,80 ±0,45 ^{f}	19,47 ±0,66 ^{a}

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata memperlihatkan diferensiasi yang nyata di uji DMRT pada taraf kesalahan 5% (P<0,05).

Tabel 2, rendemen tertinggi secara numerik diperoleh dalam perpaduan ukuran partikel 80 mesh dan suhu ekstraksi 60°C (P3S3) dengan nilai 19,47 ± 0,66%. Namun demikian, perolehan pengujian lanjut DMRT memperlihatkan bahwasannya perlakuan tersebut tidak berbeda nyata akan perlakuan 40 mesh dan suhu 40°C (P1S1) yang menciptakan rendemen yakni 19,30 ± 0,71%, dan perlakuan 80 mesh pada suhu 40 °C (P3S1) sebesar 18,44 ±0,73. Rendemen paling rendah diperoleh di perlakuan 60 mesh dan suhu 60°C (P2S3) yakni 12,80 ± 0,45%, yang berbeda nyata dengan seluruh perlakuan lain.

Hal ini memperlihatkan bahwasannya peningkatan suhu tidak senantiasa diiringi akan peningkatan rendemen, terutama bila tidak didukung oleh ukuran partikel yang optimal. Secara umum, kecenderungan hasil menunjukkan bahwa makin kecil ukuran partikel dan makin tinggi suhu ekstraksi, menjadikan rendemen ekstrak cenderung meningkat.

Ukuran partikel yang lebih halus menjadikan luas permukaan kontak diantara bahan dan pelarut meningkat, menjadikan penetrasi pelarut ke dalam jaringan daun dan proses pelarutan senyawa aktif berlangsung lebih efektif. Hal ini selaras akan pendapat Hastiana et al. (2022) yang menerangkan bahwasannya pengecilan ukuran partikel bisa meningkatkan difusi pelarut dan jumlah senyawa bioaktif yang terekstraksi.

Dari sisi suhu, peningkatan suhu ekstraksi hingga 60°C mampu mempercepat perpindahan massa dan meningkatkan kelarutan senyawa aktif, selama suhu tersebut masih berada di bawah batas kerusakan senyawa. Hal ini terlihat pada perlakuan ukuran partikel 80 mesh, di mana suhu 60°C menghasilkan rendemen tertinggi. Kondisi ini sesuai akan laporan Chairunnisa et al. (2019) dan Wahyuni et al. (2020) yang menerangkan bahwasannya suhu ekstraksi yang lebih tinggi bisa menjadikan efisiensi ekstraksi meningkat tanpa menyebabkan degradasi senyawa aktif.

Namun demikian, hasil pada ukuran partikel 60 mesh menunjukkan bahwa peningkatan suhu hingga 60°C justru menjadikan rendemen menurun. Hal ini diduga dipicu akan ketidakseimbangan antara luas permukaan dan laju difusi, atau kemungkinan terjadinya kejenuhan pelarut sehingga pelarutan senyawa tidak berlangsung optimal. Oleh karena itu, pengaruh suhu dan ukuran partikel tidak berlaku secara tunggal, melainkan sangat bergantung pada kombinasi kedua faktor tersebut, sebagaimana ditunjukkan oleh adanya interaksi yang begitu nyata.

Dengan ini, bisa diambil kesimpulan bahwasannya kombinasi ukuran partikel 80 mesh dan suhu ekstraksi 60°C ialah kondisi paling baik secara numerik dalam menciptakan rendemen ekstrak daun bidara, dan secara statistik setara dengan perlakuan 40 mesh dan 40°C. Hal ini menunjukkan adanya sinergi antara luas permukaan bahan dan suhu ekstraksi yang mendukung pelepasan senyawa aktif ke dalam pelarut secara optimal

Kadar Saponin Kasar

Hasil analisis sidik ragam memperlihatkan bahwasannya perlakuan ukuran partikel dan suhu ekstraksi beserta interaksi antar perlakuan berdampak begitu nyata (P<0,01) pada kadar saponin ekstrak kasar daun bidara. Nilai rerata kadar saponin ekstrak kasar bisa diamati di Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata kadar saponin kasar %

Suhu ekstraksi (S)	Ukuran partikel (P)		
	P1 (40 mesh)	P2 (60 mesh)	P3 (80 mesh)
S1 (40)	33,82±1,14 ^{bc}	31,88±0,86 ^{bc}	34,04±1,27 ^{ab}
S2 (50)	28,35±0,78 ^{cd}	36,40±0,83 ^{a}	38,43±0,74 ^{a}
S3 (60)	32,68±0,37 ^{bc}	25,85±0,73 ^{d}	36,05±0,71 ^{a}

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata memperlihatkan diferensiasi yang nyata di uji DMRT dengan taraf kesalahan 5% (P<0,05).

Tabel 3, memperlihatkan bahwasannya kadar saponin paling tinggi secara numerik didapat pada perlakuan suhu ekstraksi 50°C (P3S2) dan ukuran partikel 80 mesh dengan nilai 38,43 ± 0,74%. Namun demikian, hasil uji DMRT menunjukkan bahwa perlakuan itu tidak berbeda nyata akan perlakuan pada suhu 50°C berukuran partikel 60 mesh (P2 S2) dan pada suhu 60°C berukuran 80 mesh (P3S3), beserta pada suhu 40°C berukuran partikel 80 mesh (P3S1). Sebaliknya, kadar saponin terendah diperoleh di perlakuan suhu ekstraksi 60°C berukuran partikel 60 mesh (P2S3) yakni 25,85± 0,73%, dan tidak berbeda nyata akan perlakuan 40 mesh dan suhu 50° C (P1S2) sebesar 28,35 ±0,78 cd .

Rendahnya kadar saponin pada perlakuan ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu yang tidak diimbangi dengan ukuran partikel yang optimal dapat menurunkan efisiensi ekstraksi.

Secara umum, peningkatan suhu ekstraksi dari 40°C ke 50°C cenderung meningkatkan kadar saponin, namun pada suhu 60°C terjadi penurunan pada beberapa perlakuan. Hal ini mengindikasikan bahwa 50°C merupakan suhu optimal untuk ekstraksi saponin daun bidara. Pada suhu ini, energi kinetik pelarut meningkat sehingga mempercepat difusi saponin dari jaringan sel ke dalam pelarut, namun masih ada pada rentangan suhu yang aman guna memelihara stabilitas struktur saponin. Sebaliknya, pada suhu yang lebih rendah proses difusi belum berlangsung optimal, sedangkan pada suhu yang lebih tinggi saponin berpotensi mengalami degradasi termal (Chuyen et al., 2023; Chairunnisa et al., 2019).

Ukuran partikel juga memberikan pengaruh nyata terhadap kadar saponin yang dihasilkan. Ukuran partikel 80 mesh cenderung menghasilkan kadar saponin lebih besar dibanding ukuran 40 mesh dan 60 mesh, karena ukuran partikel yang lebih halus mempunyai luas permukaan kontak yang lebih besar, menjadikan penetrasi pelarut dan pelepasan saponin dari jaringan sel tanaman berlangsung lebih efektif. Temuan ini sesuai dengan prinsip ekstraksi padat cair dan hasil penelitian sebelumnya (Lumbanraja et al., 2019; Ardyanti et al., 2020). Adanya interaksi yang begitu nyata antara ukuran partikel dan suhu ekstraksi menunjukkan bahwa pengaruh kedua faktor tersebut tidak bersifat tunggal, melainkan saling memengaruhi. Kombinasi suhu ekstraksi 50°C dan ukuran partikel 80 mesh

merupakan kondisi yang paling optimal, karena tercapai keseimbangan antara kecepatan difusi senyawa dan stabilitas saponin selama proses ekstraksi. Dengan demikian, pengaturan ukuran partikel dan suhu ekstraksi yang tepat menjadi faktor kunci guna meningkatkan efisiensi ekstraksi dan memaksimalkan perolehan saponin dari daun bidara (Liu et al., 2016; Chairunnisa et al., 2019).

Ketinggian Busa

Temuan sidik ragam memperlihatkan bahwasannya perlakuan interaksi antar perlakuan dan ukuran partikel berdampak begitu nyata (P<0,01), pada ketinggian busa (mm) ekstrak daun bidara. Sedangkan pada suhu untuk ketinggian busa tidak berpengaruh nyata. Nilai rerata ketinggian busa bisa diamati di Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata uji ketinggian busa (mm)

Suhu ekstraksi (S)	Ukuran partikel (U)		
	U1 (40 mesh)	U2 (60 mesh)	U3 (80 mesh)
S1 (40)	35,83±1,18 ^{b}	36,83±1,18 ^{a}	34,83±1,18 ^{c}
S2 (50)	32,67±0,47 ^{de}	37,50±0,71 ^{a}	39,00±0,94 ^{a}
S3 (60)	35,50±0,24 ^{bc}	32,33±0,47 ^{e}	33,17±0,71 ^{cd}

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata memperlihatkan diferensiasi yang nyata di uji DMRT pada taraf kesalahan 5% (P<0,05).

Tabel 4 diatas memperlihatkan bahwasannya ketinggian busa paling tinggi dicapai di perlakuan ukuran partikel 80 mesh pada suhu ekstraksi 50°C yakni sebesar 39,00±0,94 mm, dan tidak berbeda nyata akan ukuran partikel 60 mesh di suhu 50°C sebesar 37,50±0,71 mm, beserta berukuran partikel 60 mesh dengan suhu 40°C sebesar 36,83±1,18 mm . Sementara nilai terendah yakni berukuran partikel 60 mesh dengan suhu 60°C sebesar 32,33±0,47 mm dan tidak berbeda nyata akan berukuran partikel 80 mesh dengan suhu 40 °C sebesar 34,83±1,18 mm, beserta berukuran partikel 40 mesh dengan suhu 60°C sebesar 35,50±0,24 mm. Hal ini dapat memperlihatkan bahwasannya pengaturan ukuran partikel dan suhu yang tepat dapat meningkatkan kemampuan ekstrak dalam menghasilkan busa yang terbaik.

Secara keseluruhan, ketinggian busa cenderung dapat meningkat seiring akan penggunaan ukuran partikel yang lebih halus, terutama pada ukuran partikel 80 mesh. Partikel dengan ukuran lebih kecil mempunyai luas permukaan kontak yang lebih besar, menjadikan senyawa aktif seperti saponin lebih mudah terdifusi ke dalam pelarut. Hal ini dapat selaras akan pandangan peneliti lain yang menerangkan bahwasannya makin kecil ukuran partikel bahan, makin efisien proses ekstraksi karena interaksi diantara pelarut dan bahan menjadi semakin optimal (Zhao et al., 2016; Lumbanraja et al., 2019).

Dari segi suhu ekstraksi, hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu 50°C adalah kondisi yang paling optimal dibandingkan dengan 40°C dan 60°C. Pada suhu rendah ekstraksi 40°C, senyawa aktif belum sepenuhnya terekstraksi. Sebaliknya, pada suhu tinggi ekstraksi 60°C, terdapat potensi degradasi saponin yang siginifikan terhadap panas, sehingga mengurangi kemampuan pembentukan busa. Oleh karena itu, suhu sedang pada esktraksi 50°C muncul sebagai kondisi yang paling tepat untuk mendapatkan ekstrak dengan aktivitas pembusa tertinggi.

Rata-rata ketinggian busa antara ukuran partikel juga menunjukkan variasi yang signifikan berdasarkan uji DMRT taraf 5%, di mana ukuran partikel 60 mesh dan 80 mesh mempunyai nilai yang lebih tinggi dibanding ukuran partikel 40 mesh. Perbedaan huruf di belakang nilai rerata menandakan adanya diferensiasi yang nyata antar perlakuan (Painuly et al., 2023 ; Chairunnisa et al., 2019). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kombinasi suhu 50°C dan berukuran partikel 80

mesh ialah kondisi paling baik dalam mengekstraksi saponin sehingga menghasilkan ketinggian busa tertinggi pada ekstrak daun bidara.

Kapasitas Antioksidan

Temuan sidik ragam memperlihatkan bahwasannya suhu ekstraksi dan ukuran partikel tidak berdampak nyata disisi lain interaksi antar perlakuan berdampak nyata (P<0,05) pada kapasistas antioksidan (Lampiran 4). Nilai rerata kapasitas antioksidan (mg GAEAC/g) disajikan pada

Tabel 5. Nilai rata-rata uji kapasitas antioksidan (mg GAEAC/g)

Suhu Ekstraksi	Ukuran Partikel (U)		
(S)	U1 (40 mesh)	U2 (60 mesh)	U3 (80 mesh)
S1 (40)	3,05±0,30 [bc]	3,38±0,16 [a]	3,71±0,25 [a]
S2 (50)	3,51±0,24 [a]	3,30±0,14 [a]	3,08±0,22 [b]

Keterangan: Huruf berbeda di belakang nilai rata-rata memperlihatkan diferensiasi yang nyata di uji DMRT pada taraf kesalahan 5% (P<0,05).

Berdasarkan tabel 5, kapasitas antioksidan ekstrak daun bidara dipengaruhi oleh interaksi antara suhu ekstraksi dan ukuran partikel, yang ditunjukkan oleh perbedaan notasi huruf pada kombinasi perlakuan tertentu hasil uji DMRT (P<0,05). Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan kapasitas antioksidan tidak semata-mata disebabkan oleh satu faktor secara terpisah, melainkan oleh kesesuaian kombinasi kedua faktor tersebut. Interaksi tersebut terlihat jelas pada suhu ekstraksi 40°C (S1), di mana peningkatan kehalusan ukuran partikel dari 40 mesh (U1) ke 80 mesh (U3) cenderung meningkatkan kapasitas antioksidan, meskipun tidak seluruh perbedaannya nyata secara statistik. Pada kondisi ini, ukuran partikel yang lebih halus memungkinkan luas permukaan kontak yang lebih besar diantara pelarut dan bahan, menjadikan pelepasan senyawa antioksidan berlangsung lebih efektif pada suhu yang relatif rendah.

Sebaliknya, pada suhu ekstraksi 60°C (S3), peningkatan kehalusan ukuran partikel justru diikuti oleh penurunan kapasitas antioksidan, terutama pada ukuran partikel 80 mesh (U3) yang menunjukkan nilai terendah dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Fenomena ini mengindikasikan bahwa kombinasi suhu tinggi dan ukuran partikel sangat halus berpotensi menyebabkan degradasi atau ketidakstabilan senyawa antioksidan, akibat paparan panas yang lebih intens dan proses oksidasi yang lebih cepat.

Pada suhu ekstraksi 50°C (S2), interaksi antara suhu dan ukuran partikel menunjukkan pola yang relatif stabil, ditandai dengan tidak adanya perbedaan nyata antar ukuran partikel. Kondisi ini mengindikasikan bahwa suhu 50°C merupakan titik keseimbangan, di mana proses difusi senyawa antioksidan berlangsung optimal tanpa menyebabkan kerusakan senyawa, sehingga variasi ukuran partikel tidak memberikan pengaruh yang signifikan.

Dengan demikian, hasil ini menegaskan bahwa efektivitas ekstraksi senyawa antioksidan sangat bergantung pada interaksi antara suhu ekstraksi dan ukuran partikel. Ukuran partikel halus tidak selalu menghasilkan kapasitas antioksidan tertinggi, terutama pada suhu ekstraksi yang tinggi. Oleh sebabnya, pemilihan kondisi ekstraksi yang tepat wajib memperhatikan kombinasi kedua faktor tersebut agar diperoleh kapasitas antioksidan yang optimal.

Uji Indeks Efektivitas

Uji indeks efektivitas dilaksanakan guna penentuan perlakuan paling baik guna mengekstrak daun bidara. Variabel yang dipakai di pengujian ini ialah rendemen, ketinggian busa, kadar saponin kasar,

dan kapasitas antioksidan. Terdapat 5 orang ahli yang berpengalaman dalam bidang penelitian terkait yang dipilih untuk mengisi kuesioner uji indeks efektivitas. Perolehan uji indeks efektivitas yang diperoleh disajikan di Tabel 6.

Tabel 6. Data hasil uji indeks efektivitas

Perlakuan	Variabel					
		Rendemen	Kadar Saponin Ekstrak Kasar	Ketinggian Busa	Kapasitas Antioksidan	Jumlah
	BV	0,78	0,78	0,39	1,00	2,94
	BN	0,26	0,26	0,13	0,34	1,00
P1S1	Ne	0,97	0,63	0,53	0,20	
	Nh	0,26	0,17	0,07	0,07	0,56
P1S2	Ne	0,47	0,63	0,05	0,75	
	Nh	0,12	0,17	0,01	0,26	0,55
P1S3	Ne	0,14	0,20	0,48	0,97	
	Nh	0,04	0,05	0,06	0,33	0,48
P2S1	Ne	0,47	0,54	0,67	0,60	
	Nh	0,12	0,14	0,09	0,20	0,56
P2S2	Ne	0,32	0,48	0,78	0,49	
	Nh	0,08	0,13	0,10	0,17	0,48
P2S3	Ne	0,00	0,84	0,00	0,87	
	Nh	0,00	0,22	0,00	0,30	0,52
P3S1	Ne	0,85	0,00	0,38	1,00	
	Nh	0,22	0,00	0,05	0,34	**0,61**
P3S2	Ne	0,67	0,65	1,00	0,23	
	Nh	0,18	0,17	0,13	0,08	0,56
P3S3	Ne	1,00	1,00	0,13	0,00	
	Nh	0,26	0,26	0,02	0,00	0,54

Keterangan: Ne = Nilai efektivitas BV = Bobot variabel
Nh = Nilai hasil (Ne x BN) BN = Bobot normal

Berdasar perolehan analisis indeks efektivitas yang tertera di Tabel 5, diketahui bahwasannya perlakuan P3S1 (berukuran partikel 80 mesh dan suhu ekstraksi 40°C) mencatat nilai efektivitas paling tinggi, yakni 0,61, jika dibandingkan dengan gabungan perlakuan lainnya. Nilai ini mencerminkan bahwa P3S1 adalah kondisi paling optimal guna menciptakan ekstrak daun bidara berkualitas terbaik berdasarkan semua parameter yang diteliti, termasuk rendemen, ketinggian busa, kadar saponin kasar, serta kapasitas antioksidan (Lumbanraja et al., 2019; Ardyanti et al., 2020; Chairunnisa et al., 2019; Wahyuni et al., 2020)

KESIMPULAN & SARAN

Kesimpulan

Berdasar temuan studi dan pembahasan yang sudah dilaksanakan, bisa diambil kesimpulan bahwa ukuran partikel dan suhu ekstraksi berdampak pada rendemen ekstrak, kadar saponin kasar, serta ketinggian busa, namun tidak berpengaruh terhadap kapasitas antioksidan. Meskipun demikian, interaksi diantara suhu ekstraksi dan ukuran partikel terbukti berpengaruh pada seluruh parameter yang diamati, yakni rendemen ekstrak, kadar saponin kasar, kapasitas antioksidan, dan ketinggian busa. Perlakuan paling baik dalam menciptakan ekstrak daun bidara didapat pada ukuran partikel 80 mesh dan suhu ekstraksi 40°C, dimana karakteristik rendemennya yakni 18,44%, kadar saponin 34,04%, tinggi busa 34,83 mm, serta kapasitas antioksidan yakni 3,71 mg GAEAC/g

Saran

Berdasar temuan studi yang telah diperoleh, bisa direkomendasikan bahwa penggunaan suhu ekstraksi 40°C dan ukuran partikel 80 mesh direkomendasikan dalam proses pembuatan ekstrak daun bidara karena menghasilkan karakteristik terbaik. Selain itu, penelitian lanjutan perlu dilakukan dengan mengkaji variabel proses lainnya, seperti jenis dan konsentrasi pelarut, rasio bahan terhadap pelarut, serta waktu ekstraksi, sehingga dapat diperoleh kondisi ekstraksi yang lebih komprehensif, optimal, dan berpotensi untuk diaplikasikan pada skala industri.

DAFTAR PUSTAKA

Ardinimia, S. D., Putri, A. F., Ramanda, Y. M., Putri, N., Dzakiyyah, H., Gianni, P., Surabaya, U. N., dan Ketintang, J. 2023. Review : Bioaktivitas daun bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk .). 6(2), 9–18.

Ardyanti, N. K. N. T., Suhendra, L., dan Ganda Putra, G. P. 2020. Pengaruh ukuran partikel dan lama maserasi terhadap karakteristik ekstrak virgin coconut oil wortel (*Daucus carota* L.) sebagai pewarna alami. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri, 8(3), 423–431. https://doi.org/10.24843/jrma.2020.v08.i03.p11

Bintoro, A., Ibrahim, A. M., dan Situmeang, B. 2017. Analisis dan identifikasi senyawa saponin dari daun bidara *(Ziziphus mauritiana* L.). Jurnal Itekima, 2(1), 84–94.

Blois, M. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1199–1200. https://doi.org/10.1038/1811199a0

Chairunnisa, S., Wartini, N. M., dan Suhendra, L. 2019. Pengaruh suhu dan waktu maserasi terhadap karakteristik ekstrak daun bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) sebagai sumber saponin. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri, 7(4), 551–560.

Chuyen, H. V. 2023. Extraction of saponins, total soluble solids and antioxidant activity from Polyscias fruticosa roots. Food Research, 7(3), 42–47.

De Garmo, E. P., Sullivan, W. G., dan Canada, J. R. 1984. Engineering economy. New York: Macmillan Publishing Company.

Hastiana, Y., Handaiyani, S., dan Agustin, I. 2022. Test of phytochemical levels of bidara (*Ziziphus spina-christi* L.) potential as medicinal plants. Jurnal Mangifera Edu, 6(2), 182–196.

Liu, J. L., Li, L. Y., dan He, G. H. 2016. Optimization of microwave-assisted extraction conditions for five major bioactive compounds from Flos Sophorae immaturus (*cultivars of Sophora japonica* L.) using response surface methodology. Molecules, 21(3), 296.\

Lumbanraja, I. M., Wartini, N. M., dan Suhendra, L. 2019. Pengaruh jenis pelarut dan ukuran partikel bahan terhadap karakteristik ekstrak daun bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) sebagai sumber saponin. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri, 7(4), 541–550. https://doi.org/10.24843/jrma.2019.v07.i04.p06

Marwati, M., Nur, S., Khairi, N., dan Nursamsiar, N. 2022. Pengaruh metode ekstraksi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa (Aiton) Hassk.*) dengan metode DPPH. Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa, 5(2), 183–191.

Mien, D. J., Carolin, W. A., dan Firhani, P. A. 2015. Penetapan kadar saponin pada ekstrak daun lidah mertua (*Sansevieria trifasciata Prain varietas S. laurentii*) secara gravimetri. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan, 2(2), 65–69.

Painuly, A., Saraswathy, R., dan Prabhakaran, K. 2024. Preparation of cellular SiBOC foams by thermo-foaming of polymethylvinylborosiloxane–wheat flour dough. International Journal of Applied Ceramic Technology, 21(2), 923–933.

Sakinah, H. D. 2023. Efektivitas ekstrak daun bidara untuk mengatasi insomnia. Pedago-Biologi: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi, 11(2), 91–96.

Sakka, L., dan Muin, R. 2023. Identifikasi kandungan senyawa antioksidan ekstrak daun bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk.) dengan menggunakan metode DPPH. Journal Syifa Sciences and Clinical Research, 4(1), 92–100. https://doi.org/10.37311/jsscr.v4i1.13518

Sharma, K., Kaur, R., Kumar, S., Saini, R. K., Sharma, S., Pawde, S. V., dan Kumar, V. 2023. Saponins: A concise review on food related aspects, applications and health implications. Food Chemistry Advances, 2, 100191.

Wahyuni, N. M. S., Wrasiati, L. P., dan Hartiati, A. 2020. Pengaruh perlakuan suhu dan waktu maserasi terhadap karakteristik ekstrak daun bambu duri (*Bambusa blumeana*) sebagai sumber antioksidan. Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno, 5(1), 27–33.

Wrasiati, L. P., Wartini, N. M., Anggreni, A. A. M. D., dan Pharmawati, M. 2023. Rekayasa proses bahan alam hayati. CV Literasi Nusantara.