

CHARACTERISTICS OF BIDARA LEAF EXTRACT (*Ziziphus mauritiana L.*) AGAINST VARIATIONS IN MICROWAVE AND EXTRACTION DURATION

KARAKTERISTIK EKSTRAK DAUN BIDARA (*Ziziphus mauritiana L.*) TERHADAP VARIASI DAYA MICROWAVE DAN LAMA EKSTRAKSI

Ni Gusti Ayu Kade Sintya Ari Purnami, Ni Made Wartini*, Ida Bagus Wayan Gunam

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus
Bukit Jimbaran, Badung.

Diterima 19 Juli 2025/ Disetujui 25 Agustus 2025

ABSTRACT

*Bidara leaves (*Ziziphus mauritiana L.*) are plants that contain bioactive compounds such as saponins that have the potential as antioxidants. Saponins are compounds that function as natural surfactants and have antioxidant activity, so they have the potential to be applied in the manufacture of soap, cosmetics, and pharmaceuticals. This study aims to determine the effect of microwave power and extraction time on the characteristics of bidara leaf extract and determine the best microwave power and extraction time to produce bidara leaf extract using the Microwave Assisted Extraction method. The experimental design used was a factorial Randomized Block Design with 2 factors, namely microwave power consisting of three levels, namely 180, 300, and 450 watts and extraction time also consisting of three levels, namely 5, 9, and 13 minutes. Data analysis was carried out using Analysis of Variance and if the treatment affected the observed variables, it was continued with a test (Duncan's Multiple Range Test). The results showed that microwave power and extraction time significantly affected the yield, saponin content of the crude extract, foam height, and antioxidant capacity. The interaction between treatments significantly affected the saponin content of the crude extract. However, the interaction did not significantly affect the yield, foam height, and antioxidant capacity. The best treatment to produce bidara leaf extract as a source of saponin was obtained based on the effectiveness index test with a microwave power of 450 watts and an extraction time of 13 minutes with the characteristics of a yield value of $31.38 \pm 1.24\%$, a saponin content of the crude extract of $60.80 \pm 0.57\%$, a foam height of 9.17 ± 0.71 mm, and an antioxidant capacity of $4,13 \pm 0.58$ mg GAEAC/g.*

Keywords : Bidara, Microwave Assisted Extraction,, microwave power, extraction time, saponin.

ABSTRAK

Daun bidara (*Ziziphus mauritiana L.*) merupakan tanaman yang mengandung senyawa bioaktif seperti saponin yang berpotensi sebagai antioksidan. Saponin merupakan senyawa yang berfungsi sebagai surfaktan alami sekaligus memiliki aktivitas antioksidan, sehingga berpotensi diaplikasikan dalam pembuatan sabun, kosmetik, dan farmasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh daya microwave dan lama ekstraksi terhadap karakteristik ekstrak daun bidara serta menentukan daya microwave dan lama ekstraksi yang terbaik untuk menghasilkan ekstrak daun bidara dengan metode *Microwave Assisted Extraction*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok faktorial dengan 2 faktor yaitu daya microwave yang terdiri dari tiga taraf, yaitu 180, 300, dan 450 watt dan lama ekstraksi juga terdiri dari tiga taraf, yaitu 5, 9, dan 13 menit. Analisis data dilakukan dengan sidik ragam (*Analysis of Variance*) dan jika perlakuan berpengaruh terhadap variabel

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

yang diamati maka dilanjutkan dengan uji (*Duncan's Multiple Range Test*). Hasil penelitian menunjukkan daya *microwave* dan lama ekstraksi sangat berpengaruh terhadap rendemen, kadar saponin ekstrak kasar, ketinggian busa, dan kapasitas antioksidan. Interaksi antar perlakuan sangat berpengaruh terhadap kadar saponin ekstrak kasar. Namun, interaksi tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen, ketinggian busa, dan kapasitas antioksidan. Perlakuan terbaik untuk menghasilkan ekstrak daun bidara sebagai sumber saponin diperoleh berdasarkan uji indeks efektivitas dengan daya *microwave* 450 watt dan lama ekstraksi 13 menit dengan karakteristik nilai rendemen sebesar $31,38 \pm 1,24\%$, kadar saponin ekstrak kasar $60,80 \pm 0,57\%$, ketinggian busa sebesar $9,17 \pm 0,71$ mm, dan kapasitas antioksidan $4,13 \pm 0,58$ mg GAEAC/g.

Kata kunci : Bidara, *Microwave Assisted Extraction*, daya *microwave*, lama ekstraksi, saponin.

PENDAHULUAN

Tumbuhan bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) merupakan jenis tumbuhan yang mampu bertahan hidup pada lingkungan kering, banyak ditemui di kawasan tropis atau lahan kosong, sering ditemukan di wilayah Bali dan Nusa Tenggara Barat (Febrika, 2024). Daun bidara berbentuk bulat menyerupai telur dengan bagian ujung daun yang meruncing, bidara juga memiliki bunga, buah, batang dan akar. Selain itu daun bidara juga memiliki berbagai senyawa bioaktif di antara flavonoid, karotenoid, alkaloid, fenol, metil ester, terpenoid, saponin serta aktifitas antioksidan yang paling baik pada daunnya (Ardinimia *et al.*, 2023). Kandungan saponin dalam tanaman bidara diketahui memiliki banyak kandungan yang sangat bermanfaat seperti protein, kalsium, zat besi, magnesium, vitamin. Daun bidara muda dipilih pada penelitian ini karena memiliki kandungan saponin yang lebih tinggi dibandingkan dengan daun yang lebih tua. Hal ini sesuai dengan penjelasan Sen *et al.* (1998) yang menyatakan bahwa, tanaman muda termasuk pada daunnya cenderung mengandung lebih banyak saponin dibandingkan bagian tanaman lainnya. Saponin merupakan suatu golongan senyawa glikosida, yaitu campuran karbohidrat sederhana dengan aglikon yang terdapat pada bermacam-macam tanaman. Saponin adalah kelas glikosida kompleks yang dimana kata latinnya yaitu “sapo”, yang berarti “sabun” karena kelarutannya dalam air (hidrofilisitas) dan polaritasnya, saponin sering juga disebut sebagai surfaktan alami (Novita dan Dinda, 2016). Struktur pada saponin tersebut yang dapat menyebabkan saponin bersifat seperti sabun atau deterjen sehingga saponin sering disebut sebagai surfaktan alami (Nanda *et al.*, 2024). Saponin ini dapat diperoleh dari tumbuhan dengan melalui metode ekstraksi (Novita dan Dinda, 2016).

Ekstraksi merupakan proses pemisahan suatu zat pada suatu campuran dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Tujuan dari ekstraksi adalah untuk menarik komponen kimia yang terdapat pada bahan dengan proses pemisahan berdasarkan perbedaan kelarutan terhadap dua zat yang tidak saling tercampur. Pemilihan metode ekstraksi yang tepat sangat penting untuk memperoleh hasil ekstraksi yang optimal (Wrasiati *et al.*, 2023). Ada berbagai metode yang dapat digunakan untuk melakukan ekstraksi, beberapa contohnya yaitu seperti metode soxhlet, metode maserasi, dan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE). Namun dari beberapa metode tersebut tentunya memiliki kelebihan dan kelemahannya masing-masing, tetapi pada penggunaan metode MAE memiliki kelebihan berupa ekstraksi yang relatif cepat dengan waktu yang lebih singkat serta penggunaan pelarut dalam jumlah sedikit. Metode MAE merupakan metode ekstraksi yang dilakukan dengan energi gelombang mikro yang digunakan untuk mempercepat proses pengambilan senyawa aktif dalam suatu bahan (Rizky *et al.*, 2020). Keberhasilan proses ekstraksi MAE dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu lama ekstraksi dan energi yang digunakan atau kekuatan *power* (daya) *microwave*. Daya gelombang mikro dan lama merupakan dua faktor yang saling mempengaruhi kandungan dari hasil ekstraksi yang dilakukan. Kombinasi daya yang rendah dan waktu ekstraksi yang panjang ataupun sebaliknya harus

dipertimbangkan dengan mengingat kombinasi tersebut dapat menghindari terjadinya degradasi termal pada produk (Hidayat *et al.*, 2022).

Daya *microwave* juga merupakan salah satu faktor keberhasilan pada ekstraksi menggunakan metode MAE, semakin tinggi daya yang diberikan pada *microwave*, maka semakin tinggi pula suhu yang dihasilkan, sehingga mempercepat proses ekstraksi. Menurut Winata *et al.* (2019), menunjukkan bahwa ekstraksi pada daun kelor dengan lama ekstraksi yang optimal ditemukan pada 5 menit dan daya 300 watt, yang menunjukkan bahwa metode MAE lebih efisien dibandingkan dengan metode ekstraksi konvensional (maserasi). Dengan pemilihan daya tersebut dapat memungkinkan penyesuaian intensitas pemanasan yang sesuai dengan kebutuhan ekstraksi, sehingga senyawa-senyawa aktif dalam daun bidara dapat diekstrak dengan lebih efektif dan efisien. Pada penelitian ini digunakan tiga perlakuan daya *microwave* yaitu 180, 300, dan 450 watt, serta tiga perlakuan lama ekstraksi yaitu 5, 9, dan 13 menit. Rentang daya tersebut dipilih untuk mengevaluasi pengaruh intensitas pemanasan rendah, sedang, dan tinggi yang dapat mengurangi pelepasan senyawa bioaktif. Pemilihan daya *microwave* 180 watt dan lama ekstraksi hingga 13 menit didasarkan pada pertimbangan untuk meminimalkan kerusakan senyawa bioaktif akibat paparan berlebih, sekaligus memastikan rendemen yang dihasilkan tetap optimal. Daya rendah 180 watt memungkinkan proses pemanasan berlangsung lebih terkendali sehingga senyawa sensitif panas, seperti flavonoid dan saponin, tetap terjaga stabilitasnya (Hossain *et al.*, 2010). Lama ekstraksi 13 menit dipilih karena berdasarkan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa lama ekstraksi tersebut cukup untuk memaksimalkan pelepasan senyawa aktif tanpa menyebabkan degradasi signifikan (Winata *et al.*, 2019).

Lama ekstraksi adalah durasi atau lamanya waktu yang diperlukan untuk melarutkan suatu senyawa dari suatu sampel ke dalam pelarut selama proses ekstraksi. Durasi ekstraksi memiliki keterkaitan erat dengan kekuatan gelombang mikro, sebab paparan berlebih terhadap radiasi gelombang mikro, meskipun pada daya rendah, dapat menurunkan hasil ekstrak akibat rusaknya struktur senyawa aktif dalam (Chan *et al.*, 2011). Menurut Koesnadi *et al.* (2021), menunjukkan bahwa lama ekstraksi berpengaruh nyata terhadap hasil rendemen ekstrak daun rembusa dengan lama ekstraksi 4 menit mampu menghasilkan ekstrak daun rembusa yang menghasilkan rendemen sebesar 17,40%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh daya *microwave* dan lama ekstraksi terhadap karakteristik ekstrak daun bidara, serta menentukan daya *microwave* dan lama ekstraksi yang terbaik untuk menghasilkan ekstrak daun bidara.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan bahan baku berupa daun bidara yang dipilih dengan kriteria daun berwarna hijau muda, karena daun tersebut masih mengandung senyawa aktif saponin dalam jumlah yang tinggi, serta memiliki tingkat kesegaran optimal untuk proses ekstraksi. Daun tersebut diambil 1-5 tangkai dari pucuk untuk memastikan bahwa yang diambil adalah daun muda yang belum mengalami pengerasan atau penurunan kandungan bioaktif (Lumbanraja *et al.*, 2019). Daun bidara diperoleh dari Kampus Bukit Jimbaran, Kabupaten Badung, Bali karena lokasi tersebut banyak tumbuh liar di tanah yang kering. Bahan kimia yang digunakan untuk ekstraksi yaitu, air destilata, etanol 90%, (pelarut teknis, Bratachem), sementara itu bahan kimia yang digunakan untuk analisis yaitu, HCl 2 N, petroleum eter, metanol PA, etil asetat, *n*-butanol, dietil eter, asam galat, dan DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picryl-Hydrazyl), yang semuanya memiliki spesifikasi pelarut E. Merck.

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari *Microwave* yang dimodifikasi (Samsung),

Spektrofotometer UV-Vis (Biochrom), dehidrator (GEA), ayakan 60 mesh (Retsch), kertas saring Whattman No.1, kertas saring kasar, timbangan analitik (*Shimadzu ATY224*), *rotary vacum evaporator* (IKA), labu evaporasi (Iwaki), blender (Miyako), vortex, *water bath*, penggaris, Erlenmeyer (Iwaki), loyang, sudip, tabung reaksi (Iwaki), pipet mikro (*Eppendorft*), tip, corong kaca (Iwaki), pipet tetes, labu ukur (Iwaki), gelas beaker (Iwaki), gelas ukur (Iwaki), botol kaca gelap dan kertas label.

Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan pada studi ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial melibatkan dua faktor utama. Faktor pertama berupa daya *microwave* dengan tiga taraf, yaitu 180, 300, dan 450 watt. Faktor kedua berupa lama ekstraksi yang memiliki tiga taraf, yaitu 5, 9, dan 13 menit. Berdasarkan dengan kedua faktor diatas menghasilkan 9 kombinasi perlakuan, masing-masing dibagi ke dalam 2 kelompok sesuai waktu pelaksanaannya sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA), jika perlakuan menunjukkan pengaruh terhadap variabel yang diamati, maka dilakukan dengan uji lanjut yaitu *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*. Perlakuan terbaik ditetapkan melalui uji indeks efektivitas berdasarkan seluruh variabel yang dianalisis (De Garmo *et al.*, 1984).

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan bubuk daun bidara

Proses pembuatan bubuk daun bidara dalam penelitian ini mengikuti metode yang dilakukan oleh Chairunnisa *et al.* (2019). Daun bidara dipersiapkan dan disortasi, lalu dicuci bersih menggunakan air yang mengalir untuk menghilangkan kotoran yang melekat pada daun, lalu ditiriskan. Setelah itu, dikeringkan dalam dehidrator menggunakan suhu 50°C selama 48 jam sampai daun bidara kering dan mudah dihancurkan ketika diremas dengan kadar air sekitar ±7,56%. Daun bidara kering kemudian digiling dengan blender hingga diperoleh serbuk daun bidara. Selanjutnya serbuk tersebut disaring dengan ayakan berukuran 60 mesh.

Pembuatan ekstrak daun bidara

Proses pembuatan ekstrak daun bidara pada penelitian ini mengikuti metode yang dilakukan oleh Hidayat *et al.* (2022). Bubuk daun bidara diukur dengan berat 10 gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer kemudian dicampurkan dengan etanol 90% sebagai pelarut dengan perbandingan 1 : 25 (bahan sebanyak 10 g : 250 mL pelarut). Setelah itu dilanjutkan dengan proses ekstraksi memakai *microwave* pada variasi daya *microwave* yaitu 180, 300, dan 450 watt, dengan lama ekstraksi selama masing-masing 5, 9, dan 13 menit. Hasil ekstraksi yang diperoleh kemudian disaring terlebih dahulu menggunakan kertas saring kasar, dilanjutkan dengan kertas Whattman No. 1 hingga diperoleh filtrat daun bidara, kemudian filtrat yang didapatkan dipekatkan, dengan *rotary vacum evaporator* pada suhu 40°C dan putaran yang digunakan 60 rpm dengan tekanan 100 mBar untuk menghilangkan pelarut yang terdapat di dalam ekstrak, sehingga dihasilkan ekstrak yang kental. Proses evaporasi dihentikan pada saat pelarut berhenti menetes.

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah rendemen ekstrak daun bidara (Sudarmadji *et al.*, 1997), kadar saponin kasar (Mien *et al.*, 2015), ketinggian busa (Bintoro *et al.*, 2017), dan kapasitas antioksidan (Blois, 1958).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Ekstrak

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan, daya *microwave* dan lama ekstraksi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$), tetapi interaksinya tidak berpengaruh nyata ($P > 0,01$) terhadap rendemen ekstrak daun bidara. Nilai rerata rendemen ekstrak daun bidara dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1. Nilai rerata rendemen ekstrak (%)

Daya (Watt)	Lama (Menit)			Rerata
	5	9	13	
180	27,51±0,15	28,26±0,42	28,62±0,26	28,13±0,57 ^c
300	28,21±0,33	29,32±0,71	29,41±0,61	28,98±0,67 ^b
450	29,94±1,03	30,20±0,85	31,38±1,24	30,50±0,77 ^a
Rerata	28,55±1,25 ^c	29,26±0,97 ^b	29,80±1,42 ^a	

Keterangan : Huruf yang berbeda di belakang nilai rerata pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata dengan *Duncan's Multiple Range Test* dengan taraf kesalahan 5% ($P < 0,05$)

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai rerata rendemen ekstrak daun bidara tertinggi diperoleh dari daya *microwave* 450 watt dan lama ekstraksi 13 menit, yaitu sebesar $31,38\pm1,24\%$. Sedangkan, rendemen terendah diperoleh dari perlakuan daya *microwave* 180 watt dan lama ekstraksi 5 menit, yaitu sebesar $27,51\pm0,15\%$. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan daya *microwave* dapat meningkatkan efisiensi pelepasan senyawa bioaktif seperti saponin dari jaringan sel tanaman, sehingga rendemen yang diperoleh lebih tinggi Agustin *et al.* (2021). Hal ini sesuai penelitian yang dilakukan oleh Hidayat *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa penggunaan daya *microwave*, yang tinggi dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi karena mampu menghasilkan pemanasan yang merata serta penetrasi energi yang cepat ke dalam bahan. Proses ini mempercepat kerusakan struktur sel dan mendorong pelepasan senyawa bioaktif, seperti flavonoid. Namun, durasi pemanasan yang terlalu lama dapat menyebabkan penumpukan suhu berlebih, yang justru berpotensi menurunkan stabilitas dan aktivitas senyawa tersebut (Rao *et al.*, 2021). Selain itu, lama ekstraksi yang lebih panjang memungkinkan proses difusi antar pelarut dan bahan lebih optimal. Senyawa yang terdapat di dalam sel tanaman memiliki waktu lebih lama untuk terdifusi keluar dari jaringan sel ke dalam pelarut, sehingga rendemen meningkat Fitria *et al.* (2020). Penelitian yang dilakukan oleh Koesnadi *et al.* (2021), menyatakan bahwa lama ekstraksi dapat meningkatkan jumlah rendemen yang dihasilkan, karena terjadi peningkatan waktu ekstraksi dapat memperbesar penetrasi pelarut ke dalam bahan, sehingga proses pelarut komponen terjadi secara bertahap. Namun, setelah mencapai titik optimum, jumlah komponen yang terekstrak menurun karena suhu *microwave* yang terus meningkat. Suhu yang terlalu tinggi dapat merusak senyawa bioaktif seperti flavonoid karena terjadinya degradasi termal, sehingga dapat menurunkan kadar senyawa aktif dalam ekstrak Oktavia *et al.* (2020).

Kadar Saponin Ekstrak Kasar

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan daya *microwave* dan lama ekstraksi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) sementara interaksinya berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar ekstrak saponin kasar daun bidara. Nilai rerata dari kadar saponin ekstrak kasar daun bidara dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rerata kadar saponin ekstrak kasar (%)

Daya (Watt)	Lama (Menit)		
	5	9	13
180	40,12±0,73 ^g	43,14±0,72 ^f	48,62±0,55 ^f
300	45,02±0,31 ^e	50,10±0,70 ^{de}	51,69±1,00 ^{cd}
450	54,13±0,28 ^c	57,54±0,65 ^b	60,80±0,57 ^a

Keterangan : Huruf yang berbeda di belakang nilai rerata menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji *Duncan's Multiple Range Test* dengan taraf kesalahan 5% ($P < 0,05$)

Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar saponin ekstrak kasar tertinggi diperoleh dari perlakuan daya *microwave* 450 watt dan lama ekstraksi 13 menit, yaitu sebesar $60,80\pm0,57\%$. Sebaliknya, kadar saponin ekstrak kasar terendah diperoleh dari perlakuan daya *microwave* 180 watt dan lama ekstraksi 5 menit, yaitu sebesar $40,12\pm0,73\%$. Walaupun nilainya paling rendah perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan beberapa perlakuan lainnya seperti lama ekstraksi 9 menit sebesar $43,14\pm0,72\%$ dan lama ekstraksi 13 menit sebesar $48,62\pm0,55\%$. Kesamaan notasi ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf kesalahan 5% di antara perlakuan-perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan lama ekstraksi pada daya rendah belum efektif. Secara umum, semakin tinggi daya *microwave* dan lama ekstraksi, hasil ekstrak cenderung meningkat, yang mengindikasikan adanya interaksi signifikan antara kedua variabel. Daya yang tinggi dapat membantu mempercepat pemanasan internal bahan yang menyebabkan kerusakan struktur sel yang lebih cepat, sehingga saponin lebih mudah larut ke dalam pelarut (Setyaningsih *et al.*, 2016).

Nilai kadar saponin tertinggi diperoleh pada daya *microwave* 450 watt menunjukkan bahwa nilai kadar saponin tertinggi dibandingkan dengan daya *microwave* 180 dan 300 watt. Hal ini disebabkan daya *microwave* yang tinggi dapat memanaskan bahan secara cepat dan merata, sehingga mempercepat pelunakan dinding sel tanaman. Proses ini dapat mempermudah pelepasan senyawa polar, termasuk air dan saponin ke dalam pelarut sehingga ekstraksi menjadi lebih efisien dan maksimal. Dengan demikian, penggunaan metode MAE pada daya tinggi terbukti lebih efektif dalam memaksimalkan ekstraksi saponin.

Ketinggian Busa

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan daya *microwave* dan lama ekstraksi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$), sementara interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap ketinggian busa ekstrak saponin daun bidara. Nilai rerata ketinggian busa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rerata ketinggian busa (mm)

Daya (Watt)	Lama (Menit)			Rerata
	5	9	13	
180	4,67±0,94	5,50±0,71	6,50±0,71	5,56±0,92 ^c
300	6,17±0,71	6,50±0,71	7,50±0,71	6,72±0,69 ^b
450	7,50±0,24	8,17±0,71	9,17±0,71	8,28±0,84 ^a
Rerata	6,11±1,42 ^c	6,72±1,35 ^b	7,72±1,35 ^a	

Keterangan : Huruf yang berbeda di belakang nilai rerata pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji *Duncan's Multiple Range Test* dengan taraf kesalahan 5% ($P < 0,05$)

Tabel 3 menunjukkan bahwa ketinggian busa tertinggi diperoleh dari perlakuan daya *microwave* 450 watt dan lama ekstraksi 13 menit, yaitu sebesar $9,17\pm0,71\%$. Sebaliknya, ketinggian busa

terendah diperoleh dari perlakuan daya *microwave* 180 watt dan lama ekstraksi 5 menit, yaitu sebesar $4,67 \pm 0,94\%$. Tabel 3 memperlihatkan bahwa dengan meningkatnya daya *microwave* dan lama ekstraksi, terhadap kecenderungan kenaikan nilai ketinggian busa, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi daya *microwave*, maka semakin banyak senyawa saponin yang terekstraksi, karena saponin merupakan senyawa yang berperan dalam pembentukan busa (Yuliana *et al.*, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa ketinggian busa sangat berkaitan erat dengan kadar saponin, semakin tinggi kandungan saponin maka semakin besar pula busa yang terbentuk (Fatmawati *et al.*, 2020). Pada metode MAE, gelombang mikro memanaskan bahan secara volumetrik melalui interaksi langsung dengan molekul polar seperti air dan etanol. Pemanasan ini dapat mempercepat pelepasan senyawa aktif dari jaringan tanaman, termasuk saponin tanpa merusak struktur senyawa tersebut. Efektivitas metode ini juga dipengaruhi oleh penggunaan pelarut polar seperti etanol, yang mampu melarutkan senyawa saponin secara efisien dibandingkan pelarut non-polar. Dengan demikian, hubungan antara peningkatan ketinggian busa dan tingginya daya serta lama ekstraksi menunjukkan bahwa parameter tersebut sangat menentukan jumlah saponin yang terekstraksi dari daun bidara (Fithri, 2020).

Kapasitas Antioksidan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa daya *microwave* dan lama ekstraksi berpengaruh nyata ($P < 0,05$), tetapi pada interaksinya tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kapasitas antioksidan ekstrak daun bidara menggunakan metode MAE. Nilai rerata kapasitas antioksidan ekstrak daun bidara dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rerata kapasitas antioksidan (mg GAEAC/g)

Daya (Watt)	Lama (Menit)			Rerata
	5	9	13	
180	3,32±0,47	3,76±0,85	3,79±0,03	3,62±0,26 ^b
300	3,55±0,43	3,78±0,18	4,13±0,58	3,82±0,29 ^a
450	2,87±0,10	3,28±0,08	3,54±0,23	3,23±0,34 ^c
Rerata	3,24±0,35 ^c	3,60±0,28 ^b	3,82±0,30 ^a	

Keterangan : Huruf yang berbeda di belakang nilai rerata pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji *Duncan's Multiple Range Test* dengan taraf kesalahan 5% ($P < 0,05$)

Tabel 4 menunjukkan bahwa kapasitas antioksidan tertinggi diperoleh dari perlakuan daya *microwave* 300 watt dan lama ekstraksi 13 menit, yaitu sebesar $4,13 \pm 0,58\%$. Sebaliknya, kapasitas antioksidan terendah diperoleh dari perlakuan daya *microwave* 450 watt dan lama ekstraksi 5 menit, yaitu sebesar $2,87 \pm 0,10\%$. Hal ini menunjukkan bahwa pada daya *microwave* 450 watt mengalami penurunan karena kemungkinan disebabkan oleh degradasi termal senyawa akibat suhu yang terlalu tinggi dalam waktu yang singkat. Karena pada daya *microwave* yang terlalu tinggi, suhu meningkat drastis dan menyebabkan senyawa yang bersifat antioksidan menjadi tidak stabil (Yuliana *et al.*, 2021). Penggunaan daya *microwave* yang terlalu tinggi tidak selalu efektif, karena meskipun dapat mempercepat proses pemanasan, namun jika tidak diimbangi dengan lama ekstraksi yang tepat, justru dapat menurunkan kualitas senyawa yang dihasilkan. Oleh karena itu, pemilihan kombinasi daya *microwave* dan lama ekstraksi harus dilakukan secara hari-hati untuk menghindari kerusakan senyawa bioaktif. Konisi optimal diperoleh pada daya menengah dan lama ekstraksi yang cukup panjang, karena memungkinkan terjadinya difusi senyawa ke dalam pelarut secara maksimal tanpa degradasi (Sakka, 2022).

Uji Indeks Efektivitas

Uji indeks efektivitas diterapkan untuk menentukan perlakuan terbaik dalam menghasilkan ekstrak daun bidara. Parameter yang digunakan meliputi rendemen, kadar saponin ekstrak kasar, ketinggian busa, dan kapasitas antioksidan. Hasil perhitungan indeks efektivitas dapat dilihat pada Tabel 5. Penentuan perlakuan terbaik ditentukan berdasarkan nilai hasil (Nh) paling tinggi. Tabel 5. menunjukkan perlakuan D3W3 yaitu daya *microwave* 450 watt dan lama 13 menit memiliki nilai Nh tertinggi yaitu sebesar 0,84. Hal tersebut menunjukkan perlakuan daya *microwave* 450 watt dengan lama ekstraksi 13 menit merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan ekstrak kasar daun bidara sebagai sumber saponin menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction*.

Tabel 5. Hasil uji indeks efektivitas untuk menentukan perlakuan terbaik dari ekstrak daun bidara

Perlakuan	Variabel				
	Rendemen	Kadar Saponin	Ketinggian Busa	Kapasitas Antioksidan	Jumlah
D1W1	BV	0,76	0,82	0,35	1,00
	BN	0,26	0,28	0,12	0,34
D1W2	Ne	0,00	0,00	0,00	0,36
	Nh	0,00	0,00	0,00	0,12
D1W3	Ne	0,19	0,15	0,18	0,71
	Nh	0,05	0,04	0,02	0,24
D2W1	Ne	0,29	0,41	0,41	0,73
	Nh	0,07	0,12	0,05	0,25
D2W2	Ne	0,18	0,24	0,33	0,54
	Nh	0,05	0,07	0,04	0,18
D2W3	Ne	0,47	0,48	0,41	0,72
	Nh	0,12	0,14	0,05	0,25
D3W1	Ne	0,49	0,56	0,63	1,00
	Nh	0,13	0,16	0,08	0,34
D3W2	Ne	0,63	0,68	0,63	0,00
	Nh	0,16	0,19	0,08	0,00
D3W3	Ne	0,70	0,84	0,78	0,33
	Nh	0,18	0,24	0,09	0,11
D3W3	Ne	1,00	1,00	1,00	0,53
	Nh	0,26	0,28	0,12	0,18
					0,84

Keterangan : Ne = Nilai efektivitas

Nh = Nilai hasil (Ne x BN)

D1 = Daya *microwave* 180 watt

D2 = Daya *microwave* 300 watt

D3 = Daya *microwave* 450 watt

BV = Bobot variabel

BN = Bobot normal

W1 = Lama ekstraksi 5 menit

W2 = Lama ekstraksi 9 menit

W3 = Lama ekstraksi 13 menit

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh selama penelitian, dapat disimpulkan bahwa daya *microwave* dan lama ekstraksi berpengaruh terhadap rendemen, kadar saponin ekstrak kasar, ketinggian busa, dan kapasitas antioksidan. Interaksi antar perlakuan sangat berpengaruh terhadap kadar saponin ekstrak kasar daun bidara. Namun, interaksi antar daya *microwave* dan lama ekstraksi tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen, ketinggian busa, dan kapasitas antioksidan. Perlakuan terbaik untuk menghasilkan ekstrak daun bidara sebagai sumber saponin diperoleh berdasarkan uji indeks efektivitas dengan daya *microwave* 450 watt dan lama ekstraksi 13 menit dengan karakteristik nilai rendemen sebesar $31,38 \pm 1,24\%$, kadar saponin ekstrak kasar $60,80 \pm 0,57\%$, ketinggian busa sebesar $9,17 \pm 0,71$ mm, dan kapasitas antioksidan $4,13 \pm 0,58$ mg GAEAC/g.

Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh selama penelitian, disarankan untuk menggunakan daya *microwave* 450 watt dan lama ekstraksi 13 menit dalam metode *Microwave Assisted Extraction* untuk menghasilkan ekstrak daun bidara. Penelitian selanjutnya disarankan untuk berfokus pada penentuan jenis-jenis senyawa saponin yang terkandung didalam ekstrak daun bidara, seperti saponin triterpenoid.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardinimia, S. D., Putri, A., Putra, Y. M. R., Dzakiyyah, N. P. H., dan Lombu'u, P. G. 2023. Review bioaktivitas daun bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk.). *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 6(2): 9-18. <https://doi.org/10.26740/icaj.v6i2.32598>
- Bintoro, A., Ibrahim, A. M., Situmeang, B., Kimia, J. K. S. T. A., dan Cilegon, B. 2017. Analisis dan identifikasi senyawa saponin dari daun bidara (*Zhizipus mauritiana* L.). *Jurnal Itekima*, 2(1): 84-94. https://stakc.ac.id/wp-content/.../08-Adi-Bintoro_STAK-C_edit-02112017.pdf
- Blois, M. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181: 119-1200. <http://doi.org/10.1038/1811199a0>
- Chan, C. H., Yusoff, R., Ngoh, G. C., and Kung, F. W. L. 2011. Microwave-assisted extractions of active ingredients from plants. *Journal of Chromatography A*, 1218(37): 6213-6225.
- Chairunnisa, S., Wartini, N. M., Suhendra, L. 2019. Pengaruh suhu dan waktu maserasi terhadap karakteristik ekstrak daun bidara (*Zhizipus mauritiana* L.) sebagai sumber saponin. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 7(4): 551-560. <https://doi.org/10.24843/JRMA.2019.v07.i04.p07>
- De Garmo, E. P., Sullivan, W. G., and Canada, J. R. 1984. *Engineering Economy* (7th ed.). New York: Macmillan Publishing Company.
- Fatmawati, D., Widayastuti, H., dan Sari, P.R. 2020. Isolasi dan uji aktivitas saponin dari ekstrak daun bidara (*Ziziphus mauritiana*). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 9(1): 15–21.
- Febrika. T. 2024. “Gambaran aktivitas kombinasi ekstrak daun bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) dan daun widuri (*Calotropis gigantea*) sebagai antibakteri *staphylococcus aureus*.” Skripsi. Tidak dipublikasi. Jurusan Teknologi Lavoratorium Medis, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Dan Kesehatan, Jombang. <https://doi.org/10.56399/jst.v5i2.188>
- Fithri, H., dan Melia, S. 2020. Pengaruh jenis pelarut terhadap rendemen dan kadar saponin ekstrak daun surian (*Toona sinensis*). *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, 6(2): 123–129. <https://doi.org/10.25077/jfsp.v6i2.123>

- Hidayat, P. A. N. P., Puspawati, G. A. K. D., dan Yusasrini, N. L. A. 2022. Pengaruh waktu dan daya *microwave* pada metode microvawe assisted extraction (MAE) terhadap aktivitas antioksidan dan pigmen ekstrak daun ubi kayu (*Manihot utilissima* Pohl.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 11(1): 134–146. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/itepa/article/view/89965>
- Hossain, M. B., Barry-Ryan, C., Martin-Diana, A. B., and Brunton, N. P. 2010. Optimisation of accelerated solvent extraction of antioxidant compounds from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), marjoram (*Origanum majorana* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.) using response surface methodology. *Food Chemistry*, 126(1): 339–346. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.012>
- Iriany, Angkasa, H. dan Annisa, C. N. 2021. Ekstraksi tanin dari buah balakka (*Phyllanthus emblica* L.) dengan bantuan Microwave: Pengaruh daya *microwave*, perbandingan massa kering terhadap jumlah pelarut etil asetat. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 10(1): 8-12. <https://doi.org/10.32734/jtk.v10i1.5318>
- Koesnadi, E. A., Putra, I. N. K., dan Wiadnyani, A. A. I. S. 2021. Pengaruh waktu ekstraksi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun rambusa (*Passiflora foetida* L.) menggunakan metode *microwave assisted extraction* (MAE). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 10(3): 357-366.
- 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://ojs.unud.ac.id/index.php/jtip/article/download/54221/32153>
- 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). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan*, 2(2): 65-69.
- Mulyani. C. K. N. 2020. Pengaruh daya pada ekstraksi antosianin bunga dadap merah (*Erythrina crista-galli*) dengan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE). Skripsi. Jurusan Teknik kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. <http://lib.unnes.ac.id/id/eprint/45907>
- Nanda, S. D., Emanauli, E., dan Sari, F. P. 2024. Pengaruh konsentrasi ekstrak daun bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk) terhadap mutu sabun mandi padat. *Baselang*, 4(2): 342-352.
- Novitasari, A.E. dan Putri, D.Z. 2016. Isolasi dan identifikasi saponin pada ekstrak daun mahkota dewa dengan ekstraksi maserasi. *Jurnal Sains*. 6(12): 10-14. <https://doi.org/10.36355/bsl.v4i2.212>
- Oktavia, L., Nurhidayat, N., dan Hidayat, C. 2020. Optimasi ekstraksi antosianin dari kulit ubi jalar ungu menggunakan metode MAE. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 31(2): 157–165.
- Rao, M. V., Verma, R., and Gupta, S. 2021. *Effect of microwave power and extraction time on phytochemical content and antioxidant activity of plant extracts*. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 22, 100303.
- Sakka, L., dan Muin, R. 2022. Identifikasi kandungan senyawa antioksidan ekstrak daun bidara (*Ziziphus mauritiana* Lamk.) dengan menggunakan metode DPPH. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)*, 4(1): 92-100. <https://doi.org/10.37311/jsscr.v4i1.13518>
- Sen, C., H.P.S. Makkar and K. Becker. 1998. Alfalfa saponins and their implication in animal nutrition. *Journal Agriculture Food Chem*. 46(1): 131–140.
- Setyaningsih, W., Saputro, I. E., and Palma, M. 2016. *Microwave-assisted extraction of bioactive compounds from plants: A review*. *Food Analytical Methods*, 9: 2950–2963.

- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1997. Prosedur Analisis Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Yogyakarta: Liberty.
- Wrasiati, L. P., Wartini, N. M., Anggreni, A. A. M. D., dan Pharmawati, M. 2023. Rekayasa Proses Bahan Alam Hayati. Malang: PT. Literasi Nusantara Abadi Grup.
- Yuliana, N. D., Saputro, R. E., dan Putri, M. C. 2021. Stabilitas senyawa antioksidan terhadap suhu dalam proses ekstraksi. *Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 13(1): 45–52.