

Optimasi Kondisi Ekstraksi Menggunakan Gelombang Ultrasonik pada Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis)

*Optimization of Ultrasonic Wave-Assisted Extraction Conditions on Binahong Leaves (*Anredera Cordifolia* (Ten.) Steenis)*

S. Rosalinda^{1*}, Siti Ismaya Syahnur¹, Selly Harnesa Putri²

¹Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Sumedang 45363, Indonesia

²Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Sumedang 45363, Indonesia

*E-mail: s.rosalinda@unpad.ac.id

Diterima: 22 Mei 2025; Disetujui: 10 Oktober 2025

ABSTRAK

Daun binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) mengandung senyawa flavonoid yang berperan sebagai antioksidan alami dan bermanfaat bagi kesehatan. Kandungan senyawa flavonoid pada daun binahong dapat diperoleh dengan proses ekstraksi yakni *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum dari UAE dengan kombinasi 2 variabel bebas yaitu amplitudo dan waktu terhadap 2 respon yaitu: total rendemen dan kadar flavonoid. Metode penelitian yang digunakan yaitu eksperimental laboratorium menggunakan respon permukaan (RSM) tipe CCD (*Central Composite Design*) dengan amplitudo batas bawah 35% dan atas 65%, serta batas bawah untuk waktu 15 menit dan atas 45 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum diperoleh pada amplitudo 35% dan waktu ekstraksi 45 menit, dengan rendemen sebesar 6,33% dan kadar flavonoid total sebesar 28,65 mg QE/g. Penelitian ini menghasilkan nilai optimasi pada amplitudo dan waktu yang memiliki kebaharuan pada prediksi rendemen dan kadar flavonoid.

Kata kunci: Daun binahong, total flavonoid, total rendemen, RSM, UAE

ABSTRACT

*Binahong leaves (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) are a type of plant that can be utilized, one of which is in the leaves, because they contain flavonoid compounds which are part of antioxidants and are needed by the human body. The flavonoid compound content in binahong leaves can be obtained through the extraction process. Ultrasound waves or Ultrasound Assisted Extraction (UAE) is one of the effective and efficient extraction techniques to increase flavonoid compound levels and yields with shorter time usage. This study aims to determine the optimum UAE conditions with a combination of 2 variables, namely amplitude and time on the total yield and maximum flavonoid compound levels of binahong leaf extract. The research method used is a laboratory experiment using a CCD (Central Composite Design) type response surface (RSM) with a minimum amplitude of 35% and a maximum of 65%, and a minimum time of 15 minutes and a maximum of 45 minutes producing 10 combinations. The results showed a total yield of 6.33% and a total flavonoid content of 28.65 mg QE / g. The conclusion of the study with the total yield and flavonoid levels produced was achieved at optimum conditions with a combination of amplitude of 35% and a time of 45 minutes.*

Keywords: Binahong leaves; flavonoids total; yield total; RSM; UAE

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan sumber daya hayati melimpah dan jenis tanaman yang beraneka ragam. Eriadi *et al.*, (2015) menyebutkan bahwa Indonesia dikenal didunia sebagai negara yang memiliki keanekaragaman hayati terbesar mendapatkan julukan *Mega diversity* karena beragamnya jenis tumbuhan yang dapat digunakan sebagai obat untuk penyembuhan berbagai macam penyakit. Tanaman binahong merupakan tanaman obat yang memiliki potensi besar sebagai bahan fitofarmaka (Veronita *et al.*, 2017). Tanaman obat menurut Departemen Kesehatan RI dan Direktorat Jenderal Hortikultura (2016) adalah tanaman yang memberikan manfaat dan dapat dijadikan untuk obat-obatan, bahan kosmetik dan kesehatan yang didapat pada bagian-bagian tanaman seperti daun, batang, buah, umbi (rimpang) atau akar.

Tanaman binahong dikenal dengan sebutan *Madeira Vine* adalah jenis tanaman yang dapat tumbuh pada semua

jenis tanah baik di dataran rendah sampai dengan dataran tinggi (Rukmana & Yudirachaman, 2024). Kemudahan penanaman menjadikan tanaman ini banyak dibudidayakan. Tanaman binahong memiliki khasiat kesehatan dan kecantikan (BPOM, 2016). Tanaman binahong terutama pada bagian daun memiliki khasiat sebagai obat. Selpi & Turnip, (2024) menyebutkan setiap tanaman pada bagian daun banyak dimanfaatkan sebagai obat-obatan.

Manfaat daun binahong dijadikan obat karena adanya kandungan senyawa flavonoid, yang mana merupakan bagian senyawa antioksidan. Kandungan antioksidan adalah senyawa yang dapat membersihkan, menghilangkan serta menahan efek radikal bebas sehingga dapat mengurangi terserangnya berbagai macam penyakit (Selawa *et al.*, 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Susanty & Yudhistirani (2018) menunjukan bahwa uji kualitatif ekstrak daun binahong positif adanya flavonoid, dan dapat digunakan dalam mempercepat proses penyembuhan luka. Kandungan senyawa flavonoid mampu menghambat virus, bakteri, dan

jamur (Veronita *et al.*, 2017). Flavonoid pada daun binahong diperoleh berupa ekstrak dengan metode ekstraksi. Beberapa penelitian menyatakan bahwa analisis kandungan flavonoid ekstrak daun binahong belum banyak dilakukan.

Pemanfaatan daun binahong menggunakan metode ekstraksi, merupakan proses dalam memisahkan komponen-komponen yang diinginkan pada suatu tanaman sehingga didapatkan senyawa aktif dengan kemurnian tinggi (Hidayah *et al.*, 2016). Metode ekstraksi umumnya menggunakan metode maserasi, yaitu metode secara konvensional dimana waktu yang dibutuhkan lebih lama dan kurang efisien. Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan teknologi ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik atau UAE (*Ultrasound Assisted Extraction*). Ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik memiliki kelebihan yaitu kontrol suhu rendah, lebih cepat dan singkat dibandingkan dengan konvensional, lebih aman, membutuhkan waktu yang sedikit, dan dapat meningkatkan jumlah rendemen (Handayani & Sriherfyna, 2016). Konsumsi energi lebih sedikit, dan memungkinkan pengurangan pelarut sehingga produk yang dihasilkan lebih murni (Ardianti & Kusnadi, 2014; Rosalinda *et al.*, 2021).

Ekstraksi dengan gelombang ultrasonik merupakan sistem ekstraksi yang efisien untuk mendapatkan kandungan senyawa pada suatu tanaman obat, karena gelombang ultrasonik dan besaran frekuensi dapat meningkatkan permeabilitas tanaman dan membangkitkan kavitasi (Sari, 2020). Meningkatnya kavitasi menyebabkan hancurnya gelembung akibat dari proses sonikasi terhadap bahan, sehingga dapat merusak permukaan sel tanaman dan penetrasi pelarut ke dalam bahan meningkat. Menurut Sholihah *et al.*, (2017) menyatakan bahwa intensitas amplitudo dan waktu ekstraksi merupakan salah satu faktor penting karena memberikan berpengaruh terhadap jumlah komponen ekstrak dan rendemen yang dihasilkan. Nilai rendemen yang didapatkan berkaitan pada banyaknya kandungan senyawa bioaktif dalam suatu bahan, dimana semakin tinggi nilai rendemen maka kandungan zat yang tertarik pada suatu bahan baku akan semakin tinggi (Senduk, *et al.*, 2020). Pada penelitian ini, waktu dan jumlah ekstraksi dijadikan sebagai faktor untuk mendapatkan rendemen total dan kandungan senyawa flavonoid ekstrak daun binahong.

Pemilihan teknologi ekstraksi diperlukan pada ekstraksi daun binahong kali ini, mengingat bahwa senyawa flavonoid rentan terhadap suhu yang tinggi. Zou *et al.*, (2014) menyatakan gelombang ultrasonik dapat membantu menurunkan suhu operasi pada proses ekstraksi terhadap kandungan bahan yang tidak tahan terhadap panas, sehingga metode ini cocok diterapkan pada ekstraksi dengan senyawa bioaktif yang tidak tahan panas. Sehingga dengan metode ekstraksi gelombang ultrasonik, ekstrak dapat lebih efektif dan efisien untuk meningkatkan kadar senyawa flavonoid yang maksimum.

Proses penerapan teknologi ultrasonik untuk mendapatkan senyawa ekstraksi yang maksimum dilakukan dengan metode desain eksperimen yaitu dengan respon permukaan atau RSM (*Response Surface Methodology*). RSM menjelaskan pengaruh optimasi dari variabel terhadap hasil yang dicapai. RSM merupakan pemanfaatan desain eksperimen dengan bantuan statistika untuk mencari dan menemukan nilai yang optimum dari suatu respon (Myers *et al.*, 2016). Penggunaan RSM dapat memberitahukan nilai variabel-variabel independen yang dapat menyebabkan nilai variabel respon optimum dengan menyusun suatu model matematika (Fajrin *et al.*, 2017). RSM membantu menemukan kombinasi faktor (variabel) yang optimal untuk menghasilkan respons (hasil) terbaik. Ini sangat berguna dalam berbagai industri, mulai dari manufaktur hingga

penelitian dan pengembangan, untuk memaksimalkan hasil, seperti meningkatkan kualitas produk, efisiensi produksi, atau mengurangi biaya (Prabowo, 2025; Bezerra *et al.*, 2017; Anderson & Mark, 2016; Said & Amin, 2015; Lenth, 2010;). Beberapa penelitian menjelaskan penggunaan RSM dapat menunjukkan hasil kondisi terbaik dari penelitian yang dilakukan (Bezerra *et al.*, 2017; Said & Amin, 2015; Lenth, 2010; Anderson & Mark, 2016). Berdasarkan beberapa tinjauan *gap* penelitian seperti pada: Nury, *et al.* (2024); menggunakan alat tipe UAE yang berbeda, metode CCD yang digunakan hanya tiga titik (-1;0;+1) dengan responnya yield; untuk penelitian yang dilakukan Sjahid, *et al.* (2024) menggunakan UAE tipe *ultrasonic cleaner* WT-600-40, tidak menggunakan optimasi kondisi proses dan membandingkan beberapa metode ekstraksi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, pada penelitian ini variabel independen yang digunakan untuk analisis RSM yaitu amplitudo dan waktu ekstraksi dengan total rendemen dan flavonoid sebagai respon. Ekstrak daun binahong dapat berfungsi sebagai bahan setengah jadi atau bahan akhir dari sediaan obat, juga berpotensi untuk dikembangkan sebagai sediaan produk turunan yang lainnya karena kandungan flavonoid di dalamnya yang memiliki sifat sebagai antioksidan. Dengan demikian dilakukan penelitian mengenai pengaruh amplitudo dan lama waktu ekstraksi dengan bantuan gelombang ultrasonik sehingga dapat menghasilkan total rendemen dan flavonoid pada ekstrak daun binahong yang optimum.

METODOLOGI

Metode penelitian ini menggunakan eksperimental laboratorium dengan analisis rancangan *Response Surface Method* (RSM) tipe *central composite desain* (CCD) dengan bantuan perangkat lunak *Design Expert*. Penelitian ini terdiri dari dua faktor yaitu variabel independen (X) dimana X1 adalah besar nilai amplitudo ekstraksi dan X2 adalah waktu ekstraksi. Nilai amplitudo ekstraksi dalam RSM dengan batas nilai bawah 35% dan atas 65%, dan serta batas bawah untuk waktu 15 menit dan atas 45 menit. Respon yang dilakukan pada total rendemen dan flavonoid pada ekstrak daun binahong yang optimum. Pelarut yang digunakan yaitu etanol 96% sebanyak 200 ml dengan berat bahan sebanyak 20 gram atau 1:10 (b/v). Variabel independen tersebut diproses ke dalam lima level eksperimental, dimana $-\alpha$, -1, 0, +1, dan $+\alpha$, dengan 2 kali ulangan pada *central point* (0). Nilai dari lima level tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 didapatkan jumlah variabel perlakuan. Kombinasi perlakuan tersebut terdiri dari 2 sentral poin (perlakuan titik tengah variabel), 4 faktorial poin (perlakuan batas maksimum dan batas minimum variabel), dan 4 aksial poin (perlakuan diatas batas maksimum dan dibawah batas minimum variabel).

Tabel 1. Nilai dari lima level

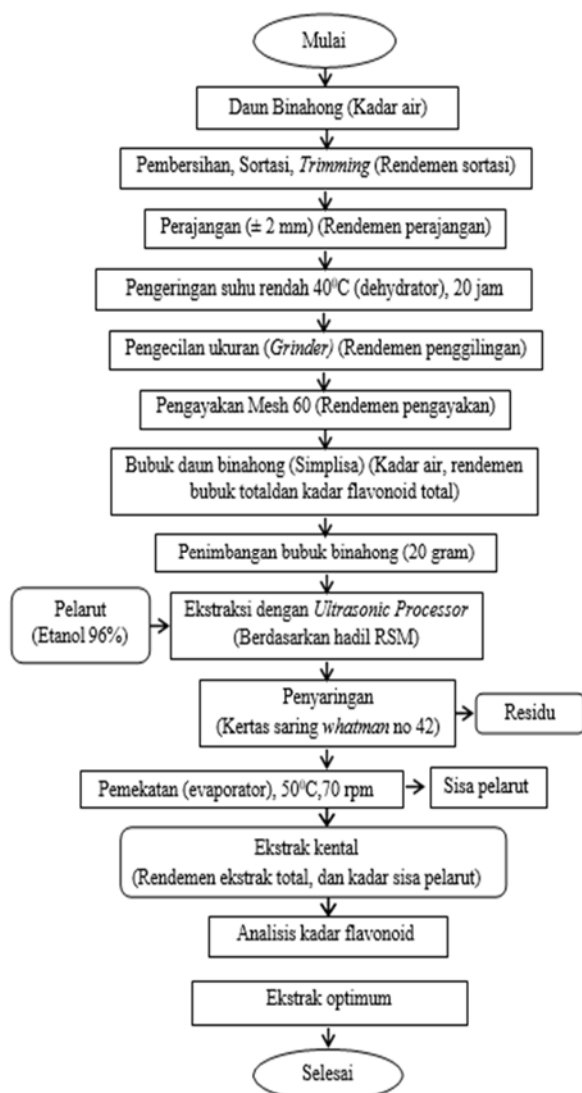
Variabel Independen	($-\alpha$)	(-1)	(0)	(1)	($+\alpha$)
Amplitudo (%)	28	35	50	65	71
Waktu (menit)	8	15	30	45	51

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian: ayakan tyler, desikator, digital laser point infrared thermometer (GM300 (-50°C – 380°C)), grinder, mikropipet (eppendorf research plus, 20-200µl), Q500 (500 watt) sonicator dengan frekuensi operasi ± 20 KHZ, rotary vacuum evaporator, spektrofotometer cm⁵ (Konica Minolta, panjang gelombang 360-740 nm), spektrofotometer Uv-Vis (Hitachi U-2900), termo-higrometer (Corona GL-99), timbangan analitik (Adventure-pro, ketelitian 0,0001 gram). Bahan yang digunakan pada penelitian: daun binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) yang diperoleh dari jalan Cipagalo Girang, Kelurahan Margasari, Kecamatan Buah Batu (Margacinta), Kota Bandung Jawa Barat. Daun binahong segar yang digunakan dengan panjang 5-10 cm dan lebar 3-7 cm, dimana pada hasil pengukuran kadar air daun binahong segar didapatkan nilai kadar air awal sebesar 94,44% dan kadar air daun binahong kering (simplicia) sebesar 7,67%. Bahan tambahan lain yang digunakan sebagai pelarut ekstraksi adalah aquades, etanol 95%, AlCl₃, NaNO₂, NaOH dan etanol redest untuk analisis kandungan senyawa flavonoid.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini secara rinci dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Berdasarkan Gambar 1 prosedur penelitian meliputi persiapan bahan baku, proses ekstraksi, analisis karakteristik daun dan ekstrak binahong. Analisis karakteristik daun dan ekstrak diantaranya: analisis kadar air (AOAC,2005), kadar sisa pelarut (AOAC,1990), rendemen total dan kadar total flavonoid. Masing-masing analisis tersebut menggunakan persamaan-persamaan sebagai berikut:

$$\bullet \text{ Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - (W_2 - W)}{W_1} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

W = berat cawan kosong (g)

W₁ = berat sampel sebelum dikeringkan (g)

W₂ = berat cawan dan sampel kering (g)

• Total rendemen

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Massa ekstrak} - (\text{massa ekstrak} \times \text{KSP})}{\text{Massa awal daun binahong (g)}} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan : KSP = Kadar sisa pelarut .

$$\bullet \text{ Kadar sisa pelarut =KSP (\%)} = (b - (c - a)) / b \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

a = massa labu evaporator kosong (g)

b = masa awal ekstrak daun binahong (g)

c = massa labu evaporator setelah dilakukan evaporasi (g)

$$\bullet \text{ Total flavonoid} = C = C_1 \times V / m \times \text{FP} \quad (4)$$

Keterangan :

C : Total flavonoid (mgQE/g ekstrak)

C₁ : Konsentrasi kuersetin (mg/L)

V : Volume ekstrak (L)

m : Berat ekstrak (g)

FP : Faktor pengenceran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini meliputi karakteristik daun binahong dan optimasi kondisi proses ekstraksi yang diuraikan sebagai berikut:

Karakteristik Daun Binahong

Karakteristik daun binahong yang dilakukan adalah: analisa kadar air, warna dan kadar total flavonoid yang dijelaskan sebagai berikut:

• Analisa Kadar Air

Hasil pengukuran kadar air daun segar binahong (bb%) dengan persamaan 1 adalah: sebesar 94,57 % $\pm$ 0,59, hal ini membuktikan daun binahong segar memiliki banyak kandungan air, sedangkan kadar air daun binahong kering sebesar 7,67% $\pm$ 0,88, terjadinya penurunan kadar air yang sangat signifikan dari daun binahong segar terhadap daun binahong kering. Penurunan kadar air ini karena adanya proses pengeringan dengan kontrol waktu dan suhu. Terjadinya penguapan kandungan air dalam daun binahong segar. Pada penelitian Haras *et al.* (2017), kadar air pada daun segar binahong sebesar 93% dan kadar air daun kering sebesar 8,6%. Terlihat hasil analisa kadar air daun segar dan kering tidak terlihat jauh berbeda. Selisih kadar air daun segar 1,57% dan daun kering selisih 1,07%. BPOM (2016) menyatakan bahwa syarat mutu kadar air daun binahong sediaan simplicia untuk ekstraksi <10%. Fadel *et al.* (2024) menyatakan kadar air >10% dapat menyebabkan terjadinya pertumbuhan mikroba dimana dapat menurunkan kualitas simplicia.

• Analisa Warna

Warna merupakan indikator yang cepat dan objektif untuk memastikan konsistensi bahan baku dari satu batch ke batch berikutnya. Warna seringkali berkorelasi langsung dengan kualitas dan kondisi bahan. Perubahan warna dapat

mengindikasikan degradasi, oksidasi, atau kerusakan nutrisi. Alat yang digunakan untuk pengujian warna pada penelitian yaitu *Color Flex*. Alat yang digunakan untuk pengujian warna yaitu *Color Flex*. Hasil pengukuran warna bubuk kering daun binahong menghasilkan $L^*=34,16$; $a^*=-2,77$; $b^*=14,9$; $C=34,16$; $H=100,51$ dengan warna *yellow*. Nilai L^* menyatakan tingkat kecerahan (berkisar antara 0 hingga 100). Hasil menunjukkan nilai $L^*=34,16$ mendekati nilai dibawah 50 (mendekati 0) menunjukkan daun binahong bubuk kering termasuk kedalam golongan agak gelap. Pentingnya nilai L^* dalam pengukuran warna dapat digunakan sebagai kontrol kualitas dan analisis suatu bahan (Bruhi & Unbehend, 2021; Samang & Rahman, 2025). Nilai a^* menyatakan warna campuran merah dan hijau.

Nilai a^* menunjukkan nilai -2,77, dimana Nilai a^* dari 0 sampai 80 menyatakan warna merah, dan nilai a^* dari -80 sampai 0 menyatakan warna hijau. Nilai a^* menghasilkan nilai negatif, hal ini dapat dikatakan bahwa bubuk kering daun binahong berwarna hijau. Nilai b^* menyatakan warna campuran biru dan kuning Nilai b^* dari 0 sampai 70 menyatakan warna kuning, dan nilai b^* dari -70 sampai 0 menyatakan warna biru (Kilic *et al.*, 2017; Suyatama, 2009). Nilai b^* yang didapatkan menghasilkan nilai positif, hal ini dapat dikatakan bahwa bubuk kering daun binahong berwarna kuning. *Chroma/Saturation* (C) adalah derajat intensitas untuk mendefinisikan kemurnian dari suatu warna, sedangkan nilai Hue mengidentifikasi jenis warna itu sendiri atau yang dominan, seperti merah, biru, hijau, kuning, dan sebagainya (Briggs, 2023). Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai *chroma* 34,16 dan nilai Hue 100,51. Berdasarkan hasil tersebut bahwa bahan baku daun binahong kering bubuk memiliki nilai hijau gelap dengan warna kromatisitas kuning kehijauan. Warna yang ada pada bubuk daun binahong kering ini diduga berasal dari flavonoid. Beberapa peneliti melakukan analisa warna terhadap ekstrak dan campuran komposisi beberapa bahan, sejauh ini dalam pencarian informasi dari jurnal *scholar* dan *scopus* belum dijumpai analisa warna daun kering binahong.

• Analisa Total Flavonoid

Flavonoid merupakan bagian senyawa antioksidan yang banyak ditemukan pada tanaman ditandai dengan adanya warna kuning pada proses pengujian. Pengukuran total flavonoid dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak kandungan total flavonoid yang terdapat pada daun binahong kering untuk selanjutnya diketahui bagaimana perubahan kandungan total flavonoid setelah dilakukan proses ekstraksi. Berdasarkan hasil tersebut didapatkan bahwa total flavonoid bubuk kering daun binahong sebesar 24,16 mg QE/g (miligram kuersetin ekuivalen per gram). Beberapa penelitian dalam lima tahun terakhir melakukan analisis total flavonoid dalam bentuk ekstrak daun binahong dengan beberapa pendekatan teknologi ekstraksi, sedangkan sejauh ini dalam pencarian informasi dari jurnal *scholar* dan *scopus* belum dijumpai analisa total flavonoid daun kering binahong.

Optimasi Kondisi Proses Ekstraksi

Pada penelitian ini dilakukan optimasi kondisi proses ekstraksi dengan menggunakan UAE. Hasil pengukuran pada masing masing perlakuan seperti yang telah dijelaskan di metode penelitian dapat dilihat pada Tabel 2 (Faktor 1= Amplitudo (%); Faktor 2 =Waktu (menit)).

Total rendemen.

Berdasarkan Tabel 2 diatas nilai rendemen total yang dihasilkan berbeda-beda yaitu pada rentan nilai 1,24% - 7,66%. Nilai rendemen total dipengaruhi oleh massa ekstrak dan kadar sisa pelarut yang dihasilkan. Nilai rendemen tertinggi menunjukan pada kondisi proses *run* 1 sebesar

7,66% dengan amplitudo sebesar 71% (paling besar) dengan waktu ekstraksi selama 30 menit. Nilai rendemen terendah terdapat pada *run* 9 sebesar 1,24% dengan amplitudo sebesar 35% dengan lama waktu 15 menit. Amplitudo yang diaplikasikan tinggi dengan lama waktu tersebut memberikan proses ekstraksi yang maksimal. Besarnya amplitudo meningkatkan intensitas kavitasi, pertumbuhan dan peruntuhan gelembung dalam cairan. Kejadian ini memberikan banyaknya energi yang tersedia dan menimbulkan temperatur dan memicu proses perpindahan massa dan pencampuran menjadi lebih baik, sehingga pemecah sel yang lebih efektif dan efisien dalam pelepasan molekul target.

Nilai amplitudo tertentu dapat menyebabkan terjadinya efek kavitasi yang baik terhadap dinding ataupun membran sel tanaman, berdampak pada proses penetrasi pelarut yang lebih baik sehingga akan meningkatkan laju proses perpindahan massa pada jaringan serta perpindahan senyawa aktif dari sel terhadap pelarut (Chemat *et al.*, 2011). Proses optimasi pada kontrol amplitudo perlu dilakukan mengingat amplitudo yang sangat tinggi terkadang akan dapat menyebabkan efek sekunder yang tidak diinginkan, seperti pembentukan radikal bebas dalam larutan dan dapat mengurangi kadar molekul target dalam aplikasinya (Putra *et al.*, 2024). Lamanya waktu ekstraksi merupakan salah satu faktor penting dalam proses ekstraksi UAE karena mempengaruhi banyaknya jumlah komponen bioaktif ekstrak yang dihasilkan, sehingga memungkinkan rendemen yang dihasilkan akan semakin meningkat (Sholihah *et al.*, 2017). Peningkatan waktu selama proses ekstraksi berpengaruh terhadap kenaikan suhu. Peningkatan suhu hingga besaran suhu tertentu dapat menyebabkan tekanan uap sehingga kavitasi akan mudah terbentuk.

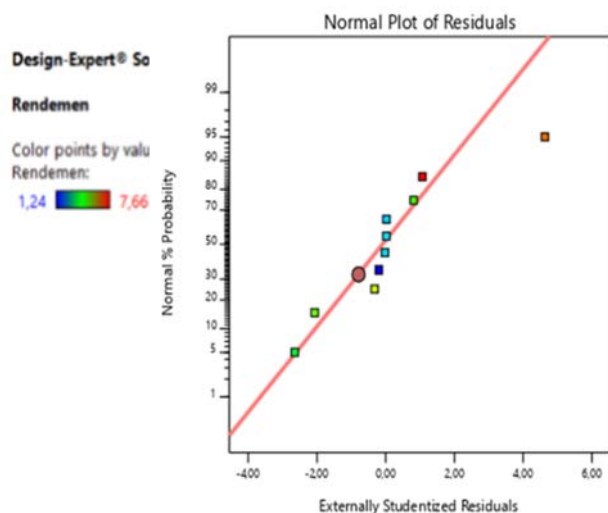
Berdasarkan analisis model terhadap total rendemen yang disarankan menunjukkan 2FI dan kuadratik. (p menunjukan nilai yang lebih kecil dan *lack of fit* menunjukan lebih besar) seperti pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil pengukuran total rendemen dan flavonoid

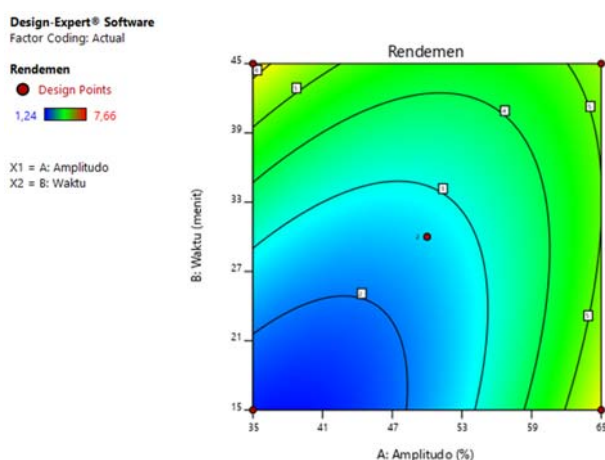
Run ke-	Faktor 1	Faktor 2	Total Rendemen (%)	Total Flavonoid (mg QE/g)
1	71	30	7,66	25,99
2	65	45	4,17	18,86
3	65	15	5,76	15,07
4	50	51	6,98	23,19
5	50	30	2,60	18,64
6	50	30	2,64	15,36
7	50	8	2,54	13,06
8	35	45	5,18	26,38
9	35	15	1,24	13,66
10	28	30	4,88	31,92

Tabel 3. Model yang disarankan aplikasi.

Sumber	p- nilai	<i>Lack of fit</i>	<i>Adjusted R²</i>	Prediksi R ²	
Linier	0,16	0,01	0,24	-0,23	
2FI	0,14	0,01	0,40	0,10	<i>suggested</i>
Kuadratik	0,14	0,01	0,66	-0,08	<i>suggested</i>
Kubik	0,68	0,01	0,54	-5,56	<i>Aliased</i>



Gambar 2. Kurva kenormalan plot total rendemen



Gambar 3. Plot kontur total rendemen terhadap pengaruh amplitudo dan waktu

Hasil anova model total rendemen tidak signifikan untuk faktor 1 dan 2 perbedaan yang diamati dalam respons kemungkinan besar disebabkan oleh peluang acak, sedangkan *lack of fit* menunjukkan signifikan mengindikasikan adanya peluang acak pada data yang digunakan. Beberapa penelitian menunjukkan signifikan terhadap *lack of fit* dapat terjadi jika terdapatnya titik residual berada tidak sepanjang garis dan terdapat titik yang berada jauh diluar pada garis, hal ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian nilai sehingga menyebabkan adanya penyimpangan terhadap model.

Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat titik residual berada sepanjang garis dan terdapat satu titik yang berada diluar dari garis. Kondisi untuk setiap titik-titik perlakuan dapat digunakan untuk mengetahui model terhadap respon dapat dengan jelas menggunakan kurva normal plot residuals. Hubungan antara variabel independen terhadap respon pada penelitian membentuk suatu model persamaan yang dihasilkan oleh RSM. Persamaan tersebut dalam bentuk persamaan kode dan persamaan aktual, keduanya digunakan untuk membuat prediksi kombinasi perlakuan terhadap suatu respon, dan untuk mengetahui nilai total rendemen yang dihasilkan apabila menggunakan nilai variabel independen yang berbeda dari penelitian yang dilakukan. Persamaan kombinasi ditampilkan untuk nilai prediksi total rendemen (Y), dengan faktor amplitudo (A), dan waktu (B), dimodelkan dalam persamaan 5 sebagai berikut.

$$Y = 7,31043 - 0,406154A + 0,188965B - 0,006144AB + 0,006525A^2 + 0,003169B^2 \quad (5)$$

Keterangan
Y = Rendemen (%)
A = Amplitudo (%)
B = Waktu (menit)

Berdasarkan Pengaruh variabel independen ekstraksi terhadap respon rendemen total ditunjukkan dengan visualisasi plot seperti pada Gambar 3. Visualisasi tersebut menunjukkan plot kontur dari hasil rendemen total yang dipengaruhi oleh faktor amplitudo dan waktu, kondisi kontur memperlihatkan adanya perbedaan terhadap warna. Nilai rendemen semakin tinggi maka warna yang ditunjukkan akan mengarah ke area yang berwarna hijau, sedangkan area berwarna biru merupakan area dengan nilai rendemen terendah. Gambar 3 yang menunjukkan kondisi dua dimensi respon rendemen total yang dihasilkan. Area yang rendah terhadap plot tiga dimensi menunjukkan nilai *desirability* yang rendah, sedangkan area tinggi menunjukkan nilai *desirability* yang tinggi. Rendemen total yang dihasilkan semakin meningkat dengan ditandai warna hijau, menunjukkan adanya pengaruh amplitudo dan lamanya waktu ekstraksi yaitu semakin tinggi amplitudo dan lamanya waktu proses ekstraksi rendemen yang dihasilkan semakin meningkat.

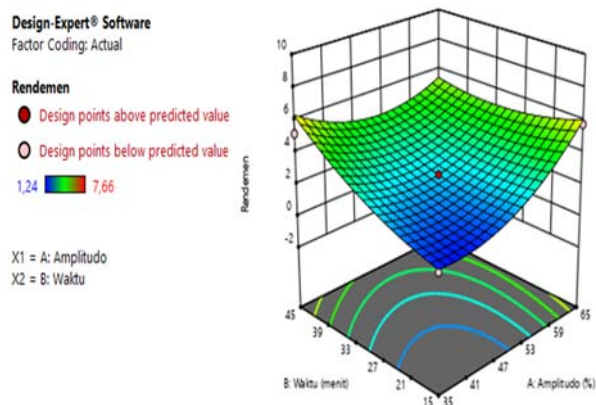
Gambar 4 yang menunjukkan plot tiga dimensi hasil respon, kurva yang terbentuk terjadi kelengkungan, hal ini menunjukkan adanya interaksi antara kedua variabel independen yakni amplitudo dan waktu yang memberikan pengaruh pada total rendemen

Total Fenolik

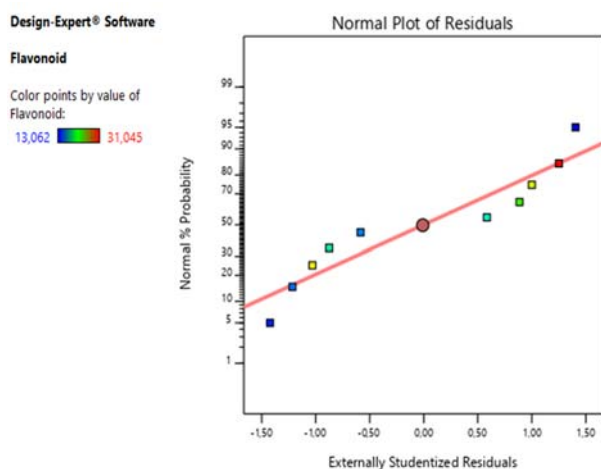
Berdasarkan hasil yang didapatkan pada Tabel 2 kadar total flavonoid yang didapatkan berbeda-beda pada setiap perlakuan. Rentan nilai kadar total flavonoid dari yang kecil yang didapatkan berkisar 13,06 mg QE/g pada run 7 dengan amplitudo sebesar 50% dan waktu 8 menit sampai dengan total fenolik terbesar yang terbesar 31,92 mg QE/g pada run 10 dengan amplitudo sebesar 28% dan waktu 30 menit. Menilik hubungan amplitudo yang rendah dan waktu yang sesuai memberikan energi yang cukup untuk membantu pelepasan flavonoid dari matriks sampel tanpa menyebabkan kerusakan yang signifikan dan senyawa yang terekstrak akan berhenti ketika bahan sudah sampai pada titik jenuh. Amplitudo yang rendah menghasilkan turbulensi yang memadai dalam meningkatkan difusi flavonoid dalam pelarut tanpa mengekstrak terlalu banyak senyawa pengganggu lainnya. Sebaliknya amplitudo yang besar memicu kavitas yang aktif yang berpotensi menghasilkan radikal bebas dalam jumlah yang besar dan bereaksi dengan flavonoid. Reaksi ini menyebabkan turunnya kadar flavonoid dalam pelarut.

Tabel 4. Model yang disarankan aplikasi

Sumber	p- nilai	Lack of fit	Adjus ted R ²	Prediksi R ²	
Linier	0,16	0,30	0,23	-0,32	
2FI	0,45	0,30	0,20	-0,31	
Kuadratik	0,08	0,40	0,66	-0,03	<i>Suggested</i>
Kubik	0,99	0,21	0,32	-7,67	<i>Aliased</i>



Gambar 4. Plot tiga dimensi total rendemen terhadap pengaruh amplitudo dan waktu



Gambar 5. Kurva kenormalan plot total flavonoid

Berdasarkan analisis model terhadap total rendemen yang disarankan menunjukkan 2FI dan kuadratik. (p menunjukkan nilai yang lebih kecil dan *lack of fit* menunjukkan lebih besar) seperti pada Tabel 4. Hasil anova model total fenolik tidak signifikan dengan model kuadratik menunjukkan p-value lebih dari 0,05 yaitu sebesar 0,0856, sedangkan *Lack of Fit* menunjukkan non-signifikan dengan nilai yang didapatkan sebesar 0,4000. Nilai *Lack of Fit* yang tidak signifikan merupakan syarat untuk model yang baik, menunjukkan adanya kesesuaian data total flavonoid total terhadap model.

Berdasarkan pada Gambar 5, menunjukkan rata-rata nilai yang didapatkan dari titik residual berada pada sepanjang garis, dan terdapat beberapa titik berada jauh diluar garis, hal tersebut diduga adanya ketidaknormalan nilai sehingga menyebabkan terjadinya penyimpangan terhadap model yang didapatkan. Nurmiah *et al.* (2013) menyatakan bahwa kenormalan ditunjukkan dengan titik-titik menyebar luas pada sepanjang garis yang artinya hasil aktual akan mendekati hasil dari prediksi. Dengan demikian, kurva kenormalan pada hasil respon permukaan adalah alat visual untuk mengevaluasi apakah data residual dari model respon permukaan memenuhi asumsi distribusi normal, yang merupakan persyaratan penting untuk validitas analisis statistik.

Berdasarkan Gambar 6 *contour plot* menunjukkan kombinasi nilai dari kadar flavonoid total. Warna biru menandakan bahwa nilai total flavonoid rendah, sedangkan warna merah menunjukkan total flavonoid tertinggi. Kecenderungan penurunan kadar total flavonoid seiring dengan meningkatnya besar amplitudo dalam proses

ekstraksi. Kadar total flavonoid menunjukkan peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu ekstraksi. Besar nilai amplitudo dan waktu memberikan pengaruh nyata terhadap respon kadar total flavonoid yang dihasilkan.

Persamaan membentuk persamaan kode dan persamaan aktual, keduanya digunakan untuk membuat prediksi kombinasi perlakuan terhadap respon. Persamaan ini dapat digunakan sebagai acuan dalam mengetahui nilai total flavonoid yang dihasilkan menggunakan nilai variabel independen amplitudo dan waktu yang berbeda dari penelitian yang dilakukan. Persamaan kombinasi ditampilkan untuk nilai prediksi respon flavonoid (Y), dengan faktor amplitudo (A), dan waktu (B), dimodelkan dalam persamaan sebagai berikut:

$$Y = 47,92544 - 1,83517A + 0,924212B - 0,009927AB + 0,020223A^2 - 0,002850B^2 \quad (6)$$

Keterangan:

Y = Flavonoid (mg QE/g)

A = Amplitudo (%)

B = Waktu (menit)

$$Y = 7,31043 - 0,406154A + 0,188965B - 0,006144AB + 0,006525A^2 + 0,003169B^2 \quad (7)$$

Keterangan

Y = Rendemen (%)

A = Amplitudo (%)

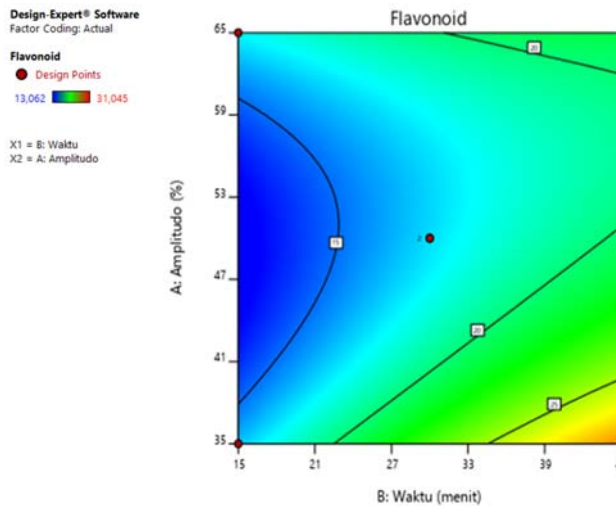
B = Waktu (menit)

Berdasarkan visualisasi Gambar 7. merupakan plot tiga dimensi yang menunjukkan interaksi pengaruh variabel independen ekstraksi terhadap respon kadar total flavonoid. Gambar tersebut menunjukkan kontur hasil kadar total flavonoid yang dipengaruhi oleh faktor variabel amplitudo dan waktu, selain itu visualisasi kontur memperlihatkan adanya perbedaan terhadap warna. Respon kadar total flavonoid tertinggi ditunjukkan dengan warna yang semakin mengarah hijau hingga merah yang dipengaruhi oleh faktor amplitudo dan waktu yang rendah, sedangkan total flavonoid yang rendah ditunjukkan pada area berwarna biru. Kurva plot tiga dimensi menunjukkan terjadi kelengkungan hal ini dapat terjadi bahwa faktor variabel memberikan pengaruh terhadap respon kadar total flavonoid yang dihasilkan.

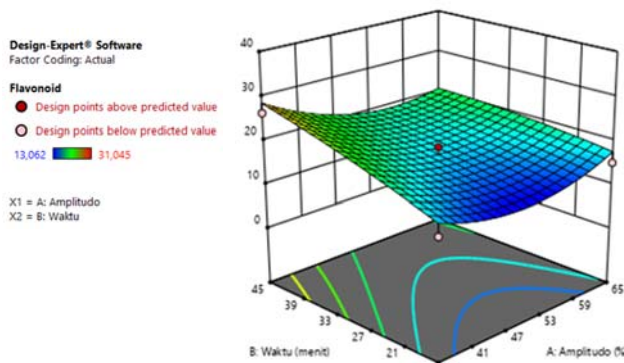
Penentuan Kondisi Optimasi

Proses optimasi dilakukan untuk mendapatkan hasil respon yang sesuai pada apa yang diinginkan (*desirability*). Proses optimasi ini dilakukan setelah didapat suatu model matematika terhadap respon, tujuannya untuk meminimumkan usaha dan biaya yang diperlukan, serta memaksimalkan hasil yang diinginkan (Nurmiah *et al.*, 2013). Hasil perumusan kondisi optimasi ekstrak disajikan pada Tabel 5. Kondisi optimasi yang direkomendasikan oleh aplikasi sebanyak 11 solusi dengan nilai tingkat keinginan yang berbeda-beda. Kondisi proses yang terpilih pada tingkat keinginan yang tinggi yaitu dengan amplitudo sebesar 35 %, waktu selama 45 menit, rendemen 6,33%, flavonoid sebesar 28,65 mg QE/g, dengan nilai tingkat keinginan sebesar 0,83. Nilai tingkat keinginan tersebut diharapkan dapat mencapai optimal. Nilai tingkat keinginan dapat digunakan sebagai acuan dalam penetapan hasil optimasi yang optimal. Nilai tingkat keinginan menunjukkan kesesuaian proses optimasi dengan variabel respon yang diinginkan apabila nilainya mendekati 1 (Engelen *et al.*, 2015).

Berdasarkan Tabel 6, hasil verifikasi aktual yang diperoleh untuk rendemen dan flavonoid total masih dalam kisaran nilai prediksi (nilai persamaan untuk total rendemen dan flavonoid), hal tersebut menunjukkan bahwa persamaan yang dihasilkan tersebut dianggap cukup baik untuk nilai kadar rendemen dan flavonoid total.



Gambar 6. Plot kontur total fenolik terhadap amplitudo dan waktu



Gambar 7. Plot tiga dimensi total flavonoid terhadap pengaruh amplitudo dan waktu

Tabel 5. Optimasi total rendemen (Y1) dan flavonoid (Y2)

No	Faktor 1	Faktor2	Y1	Y2	Desirabilit y	
1.	35,00	45,00	6,33	28,65	0,83	Selected
2.	35,00	44,67	6,25	28,55	0,82	-
3.	35,39	45,00	6,25	28,32	0,81	-
4.	35,00	44,24	6,14	28,41	0,81	-
5.	65,00	45,00	5,43	20,86	0,53	-

Tabel 6. Nilai hasil validasi respon

Resp on	Hasil Prediks i	Hasil Aktual	Prediksi Terenda h (95% PI low)	Prediksi Tertingg i (95% PI high)	Std. Devias i
Y1	6,332	5,18	-1,503	6,794	1,228
Y2	28,652	26,380	4,659	29,33	3,628

Hasil pengujian model dapat digunakan apabila hasil pengujian secara aktual berada pada kisaran prediksi (Hepi *et al.*, 2021). Persentase yang didapatkan dari perbandingan nilai aktual dan prediksi sebesar 81,81% untuk rendemen total, dan 92,07% untuk nilai flavonoid total, hasil tersebut mendekati nilai persen validasi. Persamaan yang dianggap cukup baik untuk menentukan proses optimum dan respon yaitu hasil verifikasi yang didapatkan masih memenuhi 95% interval prediksi (Engelen *et al.*, 2015).

Berdasarkan hasil analisa total flavonoid terhadap bubuk kering daun binahong sebesar 24,16 mg QE/g dengan ekstrak daun binahong (*desirability*) sebesar 28,65 mg QE/g, terlihat adanya peningkatan total flavonoid. Peningkatan hasil menandakan penggunaan UAE dengan sebagai salah satu alat ekstraksi memberikan kontribusi meningkatkan kadar flavonoid. Hal ini dapat dijelaskan adanya getaran gelombang suara frekuensi tinggi yang dihasilkan oleh UAE menciptakan fenomena kavitasi. Kavitasi adalah pembentukan, pertumbuhan, dan keruntuhan gelembung mikro dalam pelarut. Proses ini menghasilkan efek fisik yang kuat, seperti gelombang kejut dan jet mikro, yang secara efektif memecah dinding sel tumbuhan (Meena *et al.*, 2024; Bernyk *et al.* 2024). Kontribusi Nilai amplitudo tertentu dapat menyebabkan terjadinya efek kavitasi yang baik terhadap dinding ataupun membran sel tanaman, berdampak pada proses penetrasi pelarut yang lebih baik sehingga akan meningkatkan laju proses perpindahan massa pada jaringan serta perpindahan senyawa aktif dari sel terhadap pelarut (Chemat *et al.*, 2011).

Hasil total rendemen menurut Utami *et al.* (2024) menggunakan UAE (*ultrasonic bath*) tipe CCD sebesar 10,44% pada suhu 45°C dan waktu 20 menit dengan sampel 100 g bubuk kering. Penelitian ini tidak menggunakan amplitudo dalam proses optimasi.

KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini berdasarkan tujuan penelitian adalah kondisi optimum dicapai pada amplitudo sebesar 35% dan waktu ekstraksi 45 menit dengan sampel 20 g (larutan 200 ml) menghasilkan total rendemen 6,33% dan flavonoid 28,65 mg QE/g, dengan persamaan yang diperoleh pada total rendemen adalah $Y1 = 7,31043 - 0,406154A + 0,188965B - 0,006144AB + 0,006525A^2 + 0,003169B^2$ sedangkan persamaan yang diperoleh terhadap total flavonoid adalah $Y2 = 47,92544 - 1,83517A + 0,924212B - 0,009927AB + 0,020223A^2 - 0,002850B^2$. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai alternatif kondisi proses dalam menghasilkan ekstrak binahong dalam bidang kesehatan dan kecantikan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Universitas Padjadjaran atas dana penelitian yang diberikan dan kesempatan penelitian melalui skema pendanaan HIU UNPAD.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). 2016. Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis). Badan Pengawas Obat dan Makanan, Jakarta.
- Bernyk, I., Nazarenko, I., Zapryvoda, A., Bolharova, N., Ruchynskyi, M., & Nesterenko, T. (2024). Identifying The Parameters And Operation Modes Of The

- Cavitation Apparatus Taking Into Account The Influence Of The Processing Material. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 131(7).
- Bezerra, M. A., Santelli, R. E., Oliveira, E. P., Villar, L. S., & Escaleira, L. A. (2008). Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in
- Briggs, D. J. C. B. (2023). The elements of colour II: the attributes of perceived colour. *Journal of the International Colour Association*, 32. analytical chemistry. *Talanta*, 76(5), 965-977.
- Brühl, L., & Unbehend, G. (2021). Precise color communication by determination of the color of vegetable oils and fats in the CIELAB 1976 ($L^* a^* b^*$) color space. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 123(7), 2000329.
- Ardianti, A., & Kusnadi, J. (2014). Extraction of Antibacterial from Berenuk (*Crescentia cujete* Linn.) Leaves Using Ultrasonic Method. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(2), 28–35.
- Departemen Kesehatan RI. 2000. Parameter Standar Ekstrak Tumbuhan Obat. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan.
- Eriadi, A., Arifin, H., & Rizal, Z. (2015). The Effect of Ethanol Extract of Binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steen) Leaves on Science Wound Healing in White Male Rats. *Jurnal Farmasi Higea*, 7(2), 162–173.
- Engelen, A., Sugiyono, & Slamet, B. 2015. Optimasi Proses dan Formula pada Pengolahan Mi Sagu Kering. *Agritech*, 35(4).
- Fadel, M. N., Besan, E. J., Hamzah, H., & Prasetyawan, F. (2024). Uji Efektivitas Antibakteri Krim Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Pseudomonas Aeruginosa*.
- Fajrin, J., Hariyadi, & Marchelina, N. (2017). Aplikasi Metode Eksperimen Response Surface Untuk Mengoptimalkan Kuat Tekan Bata Non Bakar. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-UNAND)*, 13(2), 79–90.
- Hepi, D. A., Yulianti, N. L., & Setiyo, Y. (2021). Optimasi Suhu Pengeringan dan Ketebalan Irisan pada Proses Pengeringan Jahe Merah (*Zingiber Officinale* var. *rubrum*) dengan Response Surface Methodology (RSM). *Jurnal Beta (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 9(1), 66–75.
- Hidayah, N., Hisan, A. K., Solikin, A., Mustikaningtyas, D., Matematika, F., Alam, P., & Semarang, U. N. (2016). Aktivitas *Staphylococcus aureus*. *Journal of Primary Education*, 1(1), 1–9. - did not match any articles.
- Lenth, R. V. (2010). Response-surface methods in R, using rsm. *Journal of statistical Software*, 32, 1-17.
- Kılıç, K., Onal-Ulusoy, B., & Boyacı, İ. H. (2007). A novel method for color determination of edible oils in $L^* a^* b^*$ format. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(2), 157-164.
- Nurmiah, S., Syarif, R., Sukarno, S., Peranginangin, R., & Nurmata, B. 2013. Aplikasi Response Surface Methodology pada Optimalisasi Kondisi Proses Pengolahan Alkali Treated *Cottonii* (ATC). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 8(1), 9.
- Meena, L., Gowda, N. N., Sunil, C. K., Rawson, A., & Janghu, S. (2024). Effect of ultrasonication on food bioactive compounds and their bio-accessibility: A review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 126, 105899.
- Myers, R. H., Montgomery, D. C., & Anderson-Cook, C. M. (2016). Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments. John Wiley & Sons.
- Prabowo, A. P. (2025). Optimasi Parameter Pemessinan Cnc Turning Terhadap Kekasaran Permukaan Dan Kebulatan Pada Benda Kerja Material St 42 Menggunakan Metode Response Surface Methodology (RSM) (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).
- Rosalinda, S., Aulia, H. A., Widyasanti, A., & Mardawati, E (2021). Optimasi Kondisi Ekstraksi Ultrasonikasi Pada Vitamin C Buah Delima (*punica granatum* L.) menggunakan respon permukaan. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 9(2), 143-58.
- Rukmana, H. R., & Yudirachaman, H. H. (2024). Farm Bigbook: Budi Daya Dan Pascapanen Tanaman Obat Unggulan. Penerbit Andi.
- Samang, R. H., Sadik, F., & Rahman, I. (2025). Uji Standarisasi Parameter Spesifik dan Nonspesifik serta Penetapan Kadar Total Fenolik Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera*). *Jurnal Syntax Admiration*, 6(1), 7-20.
- Sari, M. E. (2020). Pengaruh paparan gelombang ultrasonik pada ekstraksi daun kemangi dan daun sirih terhadap kandungan senyawa flavonoid: Studi kasus variasi suhu dan lama waktu pemaparan (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Selawa, W., Runtuwene, M. R., & Citraningtyas, G. (2013). Kandungan flavonoid dan kapasitas antioksidan total ekstrak etanol daun binahong [*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis.]. *Pharmakon*, 2(1).
- Selipi, S., & Turnip, M. (2024). Studi Etnobotani Tumbuhan Obat-Obatan Tradisional Suku Melayu di Desa Mungguk Kecamatan Sekadau Hilir Kabupaten Sekadau. *Agroprimatech*, 8(1), 22-33.
- Senduk, T. W., Montolalu, L. A., & Dotulong, V. (2022). The rendement of boiled water extract of mature leaves of mangrove *Sonneratia alba*. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan Tropis*, 11(1), 9-15.
- Sholihah, M., Ahmad, U., & Budiastara, I. W. (2017). Aplikasi Gelombang Ultrasonik untuk Meningkatkan Rendemen Ekstraksi dan Efektivitas Antioksi dan Kulit Manggis. *JTEP: Jurnal Keteknikan Pertanian*, 5(2), 161–168.
- Susanty, & Yudhistirani, S. A. (2018). Pengaruh Waktu Ekstraksi Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steenis) Terhadap Kemampuan Daya Hambat Bakteri *Escherichiacoli* untuk Pembuatan Hand Sanitizer. *Jurnal Konversi*, 7(1), 1–10.
- Putra, I. D. G. A. T., Septiadi, W. N., Negara, D. N. K. P., & Nindhia, T. G. T. (2024). Atomisasi Ultrasonik Prinsip- prinsip dan Aplikasinya dalam Engineering. MEGA PRESS NUSANTARA.
- Susanty, & Yudhistirani, S. A. (2018). Pengaruh Waktu Ekstraksi Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steenis) Terhadap Kemampuan Daya Hambat Bakteri *Escherichia coli* untuk Pembuatan Hand Sanitizer. *Jurnal Konversi*, 7(1).
- Utami, N. F., Suhendar, U., & Amini, A. H. (2022). Utilization of Binahong (*Anredera cordifolia*) Leaves Extract from Bogor Regency as Free Radical Scavenging Activity. *J. Sains Nat*, 12(1), 36.
- Veronita, F., Wijayati, N., & Mursiti, S. (2017). Isolasi Indonesian Journal of Chemical Science, 6(2), 138–144.
- Yolanda, D. E., Alfita, A. F., Apriliana, T. W., Evvyernie, D., Rohaeni, E. S., Bakrie, B., ... & Affif, U. (2024). Study of binahong leaves (*anredera cordifolia* (ten.) steenis) potency as an herbal feed additive for lactating dairy

animals. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1359, No. 1, p. 012114). IOP Publishing.

Zou, T., Xia, E., He, T., Huang, M., Jia, Q., & Li, H. (2014). *Ultrasound-Assisted Extraction of Mangiferin from Mango (Mangifera indica L.) Leaves Using Response Surface Methodology*. *Molecules*, 19, 1411–1421.

Halaman ini sengaja dikosongkan