


OPTIMASI PROSES EKSTRAKSI BUNGA TELANG (*Clitoria ternatea*) BERBANTU GELOMBANG MIKRO MENGGUNAKAN APLIKASI *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*
OPTIMIZATION OF MICROWAVE-ASSISTED EXTRACTION PROCESS FROM BUTTERFLY PEA (*Clitoria ternatea*) USING *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*

Rini Azharini, Asri Widyasanti, Siti Nurhasanah

INFO ARTIKEL

 Submit: 17-11-2021
 Perbaikan: 14-12-2021
 Diterima: 15-12-2021

Keywords:

 Optimasi, bunga telang,
 ekstraksi berbantu
 gelombang mikro

ABSTRACT

Butterfly pea (*Clitoria ternatea*) had a variety of active compounds that was the potential an alternative source of natural antioxidants. Procedures for isolating active compounds could been through microwave-assisted extraction. The purpose of this research was to found out the combination of solvent volume treatment, extraction time, and microwave power that produces optimum yield and analysis of extract quality characteristics. Microwave-assisted extraction process used 10 g of butterfly pea powder with a solvent volume of 150 ml to 250 ml, extraction time of 3 minutes to 7 minutes, and power by 30% to 70%. This study used the experimental methods and optimization processes with The Respon Surface Methodology (RSM) type Box-Behnken Design (BBD). Optimum conditions of the extraction process were obtained with a solvent volume of 196 ml for 3 minutes, and microwave power of 30%. The yield optimal response result was obtained by 53.39%, residual ethanol was 30.17%, total flavonoid compounds was 60.77 mgQE/g, specific gravity 1.082, pH 4.33 and color analysis L* 14.93, a* 0.14, b* -0.56, chromatic 0.56, hue 284.63 (Blue Purple), and TCD was in very different categories. This study analyzed that microwave-assisted extraction with variable solvent volume, time, and power affects the yield and quality characteristics of the extracts.

1. PENDAHULUAN

Bunga telang (*Clitoria ternatea*) merupakan jenis bunga dari tanaman *Fabaceae* (polong-polongan) atau suku *Papilionaceae* (Ulimaz *et al.*, 2020). Bunga telang sering dimanfaatkan menjadi tanaman hias, herba bunga, pewarna alami makanan, dan *edible flower*. Kandungan aktif dalam bunga telang yang telah teridentifikasi yaitu tanin, flobatanin, karbohidrat, saponin, triterpenoid, flavonoid, polifenol, flavanol glikosida, protein, alkaloid, antrakuinon, antosianin, stigmasit 4-ena-3,6 dion, minyak volatil dan steroid (Angriani, 2019). Kandungan flavonoid dalam bunga telang merupakan senyawa metabolit sekunder atau hasil metabolisme dari tanaman. Flavonoid dalam bahan alam memiliki kemampuan sebagai antioksidan yang dapat

melindungi tubuh dari radikal bebas. Ekstrak hasil maserasi bunga telang memiliki aktivitas antioksidan yang dapat menghambat radikal bebas, selain itu sebagian besar kandungan fitokimia dari bunga yaitu senyawa fenolik dan flavonoid (Lakshmi *et al.*, 2014).

Metode ekstraksi merupakan suatu proses yang melibatkan perpindahan suatu unsur atau senyawa dalam bentuk padat maupun cair (*solute*) ke dalam cairan lain (*solvent*) atau pelarut untuk mendapatkan unsur maupun senyawa aktif dalam bahan (Reza, 2009). Interaksi dipol antara bahan dan pelarut oven gelombang mikro menyebabkan suhu dan tekanan pelarut naik, sehingga terjadi difusi dari sampel ke pelarut dengan ekstraksi yang tinggi (Spigno dan De Faveri, 2009). Keuntungan penggunaan *Microwave Assisted Extraction* (MAE) dalam beberapa penelitian yaitu efisiensi energi lebih tinggi, pelarut yang digunakan lebih sedikit dan waktu ekstraksi lebih cepat (Camel, 2000). Proses MAE berperan penting dalam mengekstraksi flavonoid dan

 Rini Azharini, Asri Widyasanti, Siti Nurhasanah
 Teknik Pertanian, Teknologi Pangan
 Fakultas Tekonologi industri Pertanian
 Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia
 Email: rini17006@mail.unpad.ac.id

senyawa metabolit sekunder lain seperti antosianin, polifenol, dan fenol (Belwal *et al.*, 2018). Interaksi antara konsentrasi pelarut, waktu, dan daya gelombang mikro berpengaruh terhadap kadar total flavonoid optimal pada ekstraksi alga cokelat menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) (Sari *et al.*, 2020).

Optimasi ekstraksi senyawa flavonoid pada bunga telang dapat dilakukan menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM), sistem analisis ini efektif untuk mengoptimasi suatu proses, formula, maupun gabungan keduanya. Metode RSM dapat digunakan untuk mengoptimalkan proses ekstraksi, dan mengevaluasi efek dari setiap variabel serta interaksinya terhadap kondisi respon (Farris dan Piergiovanni, 2009). Tipe desain eksperimen *Box-Behnken* (BBD) memiliki keunggulan dibandingkan desain *Central Composite Design* (CCD) jika mengaplikasikan tiga faktor variabel, desain BBD jika diaplikasikan akan lebih efisien dengan jumlah variabel yang sama namun jumlah percobaan yang dilakukan lebih sedikit, selain itu tidak ada titik ekstrim uji atau titik aksial yang tidak terdapat dalam faktor variabel (Nursal *et al.*, 2019). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi perlakuan volume pelarut, waktu ekstraksi, dan daya gelombang mikro yang menghasilkan rendemen optimum, serta analisis karakteristik mutu ekstrak.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan untuk proses ekstraksi yaitu bunga telang segar berasal dari tanaman telang yang diambil dari lahan pertanian Ciparanje, Universitas Padjadjaran dengan varietas *double petals* yang dipetik dalam kondisi sudah mekar, segar, dan berwarna biru. Bahan lain yang digunakan untuk proses ekstraksi yaitu etanol teknis 96%. Bahan kimia lain yang digunakan dengan *grade* analisis yaitu serbuk quersetin, etanol redest, NaNO₂ 5%, AlCl₃ 10%, dan larutan NaOH 4%.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain oven gelombang mikro (Merek sharp tipe R222-Y, daya maksimal 699 watt, dan tegangan 220-240 V), *food dehydrator* (Merek Ariete B-dry), *rotary vacuum evaporator* (Heildolph p/n 562-01300-00), *infrared termometer* (GM300), *spektrofotometer UV-Vis* (Shimadzu UV-1800, abs. 190 to 1100 nm), timbangan analitik (Mettler Toledo), pH meter (Amtast AMT20), *color flex* (Hunter Lab *Colorflex* EZ), dan peralatan gelas lainnya.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan jumlah perlakuan (*running*) ditentukan oleh aplikasi *Design Expert version 11*. Rancangan DoE (*Design of Experiment*) memilih RSM tipe *Box-Behnken* (BBD) sebagai optimasi. Optimasi kondisi proses ekstraksi, yang tahapannya terdiri dari pembuatan rancangan formulasi dan respon, formulasi, analisis respon, dan optimasi, serta tahap verifikasi, sebagai pembuktian terhadap prediksi dan nilai respon solusi formula optimum. Analisis ekstrak meliputi karakteristik total flavonoid, bobot jenis, pH, dan warna.

Persiapan Bahan Baku

Proses pengeringan menggunakan *food dehydrator* dapat secara baik menurunkan kadar air bahan sampai sesuai standar dengan proses yang lebih efisien, kondisi pengeringan mengacu pada Chandra dan Witono (2018) dengan modifikasi yaitu menggunakan suhu 60°C selama 6 jam. Bunga telang kering dilakukan proses pengecilan ukuran dan pengayakan menggunakan *grinder* dan *sieve shaker*. Pengayakan yang dilakukan menggunakan *mesh* No. 60 agar sampel memiliki ukuran partikel yang seragam. Pengukuran kadar air dengan menggunakan cawan kosong yang bersih dan kering, menambahkan sampel sebanyak 1 gram ke dalam cawan dan ditimbang. Cawan berisi sampel dikeringkan dengan suhu 105°C dalam oven selama 3 jam. Cawan dimasukkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang bobotnya (AOAC, 2012).

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

W₀ = bobot cawan kosong (g)

W₁ = bobot cawan + bahan sebelum dikeringkan (g)

W₂ = bobot cawan + bahan setelah dikeringkan (g)

Tahap Pembuatan Rancangan Formulasi dan Respon

Rancangan DoE (*Design of Experiment*) tipe *Box-Behnken* (BBD) dengan variabel independen yang digunakan dalam analisis RSM adalah volume pelarut dengan batas nilai minimum 150 mL dan batas maksimum 250 mL. Lama waktu ekstraksi MAE dengan batas nilai minimum 3 menit dan batas nilai maksimum 7 menit. Daya oven gelombang mikro dengan batas minimum 30% dan batas maksimum 70% (daya maksimum 699 Watt). Ketentuan batasan setiap variabel merupakan hasil *trial and error* berdasarkan

penelitian pendahuluan, disajikan lengkap pada Tabel 1.

Tabel 1. Kisaran nilai variabel bebas

Komponen	Variabel Independen	Batas Bawah/ Minimum	Batas Atas/ Maksimum
A	Volume Pelarut (mL)	150	250
B	Waktu (menit)	3	7
C	Daya (%)	30	70

Nilai batas atas dan batas bawah dimasukkan ke dalam aplikasi RSM *Design Expert version 11*. Kondisi proses yang perlu dikerjakan yaitu 5 *center point* dan 12 *non-center poin*, sehingga terdapat 17 perlakuan yang dianalisis dan respon yang dioptimasi adalah rendemen ekstrak.

Tahap Formulasi

Tahap formulasi yaitu proses ekstraksi menggunakan bubuk halus bunga elang dengan faktor variabel independen yang dimasukkan yaitu volume pelarut, lama waktu ekstraksi, dan daya gelombang mikro berdasarkan desain yang disarankan. Proses pengolahan dilakukan secara *batch* dari proses ekstraksi, filtrasi, dan evaporasi. Kondisi proses ekstraksi menentukan respon rendemen dan karakteristik mutu ekstrak.

Tahap Analisis Respon Rendemen

Analisis respon rendemen menyajikan ANOVA (*Analysis of Variance*) yang dihasilkan dari desain matematis yang dipilih yaitu dapat berupa model linier, kuadrat, kubik, dan 2 faktor interaksi. Model menghasilkan nilai signifikansi pada ANOVA dan non-signifikansi pada nilai *lack of fit* dapat dipilih untuk analisis setiap variabel. Program memberikan hasil kurva nilai respon aktual dan prediksi untuk melihat selisih hasil setiap perlakuan. Kurva plot kontur dan tiga dimensi dapat menggambarkan kondisi hasil respon.

Tahap Optimasi Respon Rendemen

Aplikasi RSM *Design Expert version 11* melakukan proses optimasi sesuai data respon yang dimasukkan. Hasil yang didapatkan berupa persamaan dan rekomendasi formula variabel yang akan divalidasi. Proses optimasi berdasarkan formula yang disarankan dapat dipilih dengan tingkat keinginan yang tinggi. Nilai *desirability*

atau tingkat keinginan yang paling mendekati nilai 1 menunjukkan kesesuaian proses optimasi yang optimal dengan variabel respon yang dikehendaki (Engelen *et al.*, 2015).

Analisis Karakteristik Ekstrak

Proses ekstraksi yang dilakukan menggunakan metode MAE dibandingkan dengan perlakuan kontrol melalui proses ekstraksi maserasi yang bertujuan sebagai perbandingan proses ekstraksi konvensional dengan ekstraksi MAE. Volume pelarut, lama waktu ekstraksi, dan daya gelombang mikro yang digunakan berdasarkan solusi optimum yang dihasilkan oleh program dan suhu yang digunakan merupakan suhu rata-rata proses ekstraksi berdasarkan pengukuran suhu dari waktu kondisi optimum. Analisis karakteristik meliputi total flavonoid, bobot jenis, pH, dan warna.

Kadar Total Flavonoid

Analisis kuantitatif kadar total flavonoid dilakukan pada ekstrak hasil solusi optimum RSM dan perlakuan kontrol (maserasi), hasil uji yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh proses ekstraksi terhadap total flavonoid. Pengujian mengacu pada Theodorus (2018) dengan tahapan proses pembuatan larutan induk quersetin hingga 400 ppm, pembuatan kurva standar dengan seri konsentrasi 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, dan 25 ppm, penentuan panjang gelombang pada 380-560 nm, pembuatan larutan blanko, dan pembuatan larutan sampel dengan penambahan NaNO₂ 5%, AlCl₃ 10%, dan NaOH 4%. Analisis data dilakukan dengan memasukkan data absorbansi ke dalam persamaan 2, berikut:

$$C = C_1 \times \frac{V}{m} \times FP \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

C : Total flavonoid (mgQE/g ekstrak)

C₁ : Konsentrasi kuersetin (mg/L)

V : Volume ekstrak (L)

m : Berat ekstrak (g)

FP : Faktor pengenceran

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis bahan baku

Kondisi proses pengeringan menggunakan *food dehydrator* merupakan metode pengeringan terbaik dengan waktu pengeringan yang singkat dan hasil kadar air bahan di bawah 10%, jika dibandingkan dengan pengeringan menggunakan sinar matahari, oven, *shade drying* (pengeringan di bawah naungan dengan aliran udara), dan ruang

pemanas (Chandra dan Witono, 2018). Kadar air rata-rata bahan baku berupa bubuk sebesar 5,67%, kondisi tersebut masih sesuai dengan standar kadar air simplisia yaitu kurang dari 10% (BPOM, 2014).

Optimasi Kondisi Proses Dengan RSM

Hasil pengukuran pengaruh kondisi proses ekstraksi terhadap nilai respon rendemen pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil pengukuran pengaruh kondisi proses ekstraksi terhadap nilai respon rendemen pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai hasil rendemen total yang dihasilkan yaitu berkisar pada nilai 38,67 – 56,77%, nilai tersebut dipengaruhi oleh massa ekstrak yang dihasilkan dan nilai kadar sisa pelarut. Perlakuan run 2 merupakan rendemen total tertinggi yaitu sebesar 56,77%, hasil tersebut dipengaruhi oleh faktor volume pelarut sebesar 200 mL, lama ekstraksi selama 3 menit, dan daya yang digunakan sebesar 30%. Nilai rendemen terendah yaitu pada perlakuan run 1 yaitu dengan mengaplikasikan volume pelarut 150 ml, lama ekstraksi selama 7 menit, dan daya sebesar 50%, hasil rendemen total perlakuan tersebut sebesar 38,67%.

Tabel 2. Hasil rendemen proses ekstraksi

Run ke-	Faktor 1: Volume Pelarut (mL)	Faktor 2: Waktu (menit)	Faktor 3: Daya (%)	Respon: Rendemen Total (%)
1	150	7	50	38,67
2	200	3	30	56,77
3	200	7	30	50,95
4	250	5	30	49,53
5	250	5	70	42,82
6	200	5	50	42,20
7	200	5	50	41,41
8	150	5	30	45,24
9	200	7	70	43,39
10	250	3	50	48,17
11	250	7	50	50,24
12	200	5	50	45,28
13	200	3	70	52,56
14	200	5	50	46,06
15	200	5	50	46,19
16	150	5	70	40,59
17	150	3	50	55,74

Lama waktu ekstraksi menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi nilai ekstrak yang didapatkan, waktu yang lebih panjang saat proses ekstraksi

mengakibatkan adanya kenaikan suhu yang tinggi sehingga proses penguapan pelarut lebih cepat (Purbowati *et al.*, 2018). Faktor yang mempengaruhi rendemen ekstrak salah satunya daya gelombang mikro, berdasarkan pernyataan Erliyanti *et al.*, (2017) jika daya gelombang mikro memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap nilai rendemen, hal ini dikarenakan semakin besar daya maka suhu operasi meningkat dan laju penguapan menjadi semakin besar, suhu operasi dapat meningkat akibat dari kemampuan bahan dan pelarut untuk menyerap energi yang diterima dari energi gelombang mikro.

Hasil nilai rendemen total dari 17 kombinasi perlakuan dari tiga variabel faktor ekstraksi digunakan untuk proses optimasi. Analisis model yang digunakan untuk respon rendemen yaitu kuadrat, disajikan lebih lengkap pada Tabel 3.

Model tersebut disarankan oleh aplikasi dengan *p-value* 0,0023, *lack of fit* 0,9816, *adjusted* R^2 0,8897, *predicted* R^2 0,8978. Kondisi non-signifikan dari *Lack of Fit* jika nilai *p* lebih besar dari 0,05 maka dapat dikatakan jika model baik atau dapat diterima karena menunjukkan adanya kesesuaian data respon dengan model yang ada (Nurmiah *et al.*, 2013).

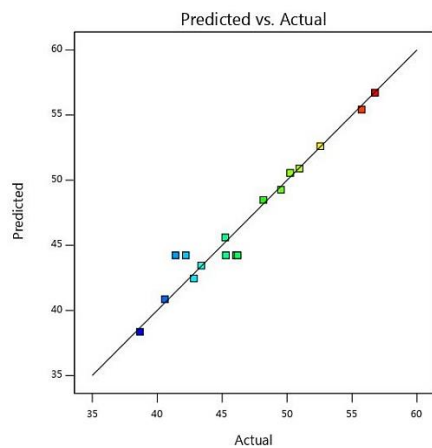
Tabel 3. Kondisi model yang disarankan

Model	p-nilai	Lack of fit	Adjusted R^2	Prediksi R^2	Ket.
Linier	0,0502	0,0698	0,3108	-0,054	
2FI	0,1616	0,0913	0,4521	-0,2685	
Kuadr	0,0023	0,9816	0,8897	0,8978	Suggeste
Kubik	0,9816	0,0698	0,8144	-0,054	atik d Aliased

Analisis Respon Rendemen Ekstrak Bunga Telang

Kondisi setiap titik-titik perlakuan hasil dari model yang disarankan dan data sesuai dengan model yaitu model kuadrat, kondisi aktual dan prediksi model terhadap respon dengan lebih jelas menggunakan kurva nilai rendemen aktual dan prediksi terdapat pada Gambar 1.

Terdapat beberapa titik yang menyebar jauh di luar garis, hal tersebut terjadi karena nilai respon aktual dan prediksi memiliki selisih nilai yang cukup besar, sehingga menyebabkan terjadinya penyimpangan. Nilai rendemen aktual dan prediksi menghasilkan nilai yang tidak sama persis untuk setiap perlakuan namun model menggambarkan situasi nyata dan semakin baik hal ini ditunjukkan dengan nilai *R square* yang mendekati angka satu.



Gambar 1. Kurva nilai aktual dan prediksi respon

Persamaan kuadratik ditampilkan untuk nilai prediksi respon rendemen (Y), dengan faktor volume pelarut (A), waktu (B), dan daya gelombang mikro (C), persamaan 3 dimodelkan sebagai berikut.

$$Y = 44,228 + 1,315A - 3,748B - 2,891C + 4,785AB - 0,515AC - 0,837BC - 1,197A^2 + 5,174B^2 + 1,514C^2 \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

Y = Rendemen (%)

A = Volume pelarut (mL)

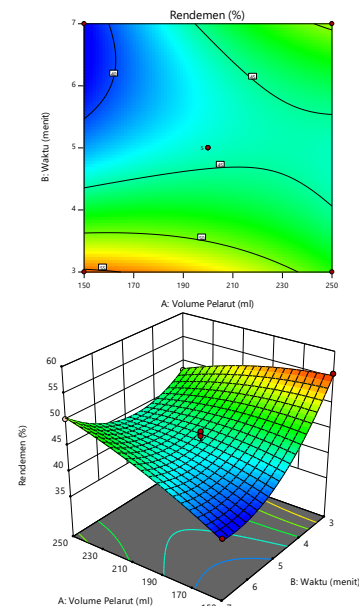
B = Waktu (menit)

C = Daya (%)

Analisis Respon Rendemen dengan Pengaruh Volume Pelarut dan Waktu

Visualisasi plot kontur dan tiga dimensi dari hasil rendemen yang dipengaruhi oleh faktor volume pelarut dan waktu, kondisi kontur memiliki nilai rendemen berkisar pada nilai 40-55% yang menampakkan adanya perbedaan warna. Semakin tinggi nilai rendemen warna yang ditunjukkan akan mengarah ke area yang berwarna merah atau pada kondisi dengan faktor pengaruh pada waktu yang rendah dengan volume pelarut yang rendah juga, ditunjukan pada Gambar 2.

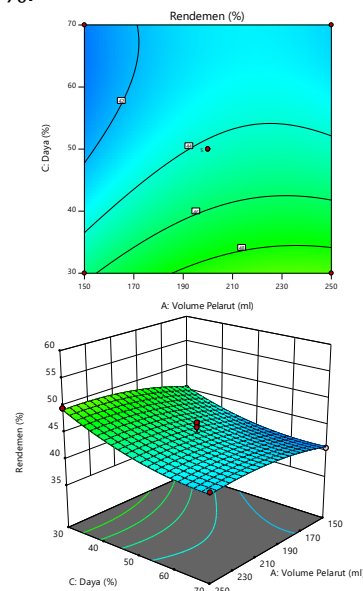
Kondisi tiga dimensi dari respon yang dihasilkan berupa bentuk parabola, dimana persamaan kuadratik yang dipakai berupa berpangkat dua. Hasil respon rendemen yang tinggi berada pada kondisi proses dengan volume pelarut yang rendah dan suhu yang rendah, area yang ditunjukkan yaitu berwarna merah. Waktu ekstraksi yang digunakan selama proses MAE jauh lebih singkat namun hasil rendemen yang dihasilkan secara signifikan lebih tinggi dan peningkatan rasio volume pelarut dapat mempercepat proses ekstraksi (Gao *et al.*, 2017).



Gambar 2. Plot kontur dan tiga dimensi pengaruh volume pelarut dan waktu

Analisis Respon Rendemen dengan Pengaruh Volume Pelarut dan Daya

Pada Gambar 2 menunjukkan kondisi warna yang ditampilkan hanya terdapat gradasi warna biru dan hijau, area berwarna biru merupakan area dengan hasil rendemen yang rendah, sedangkan hasil rendemen yang tinggi terdapat pada area berwarna hijau, garis kontur hanya menunjukkan rentang nilai persentase rendemen dari 42-48%.



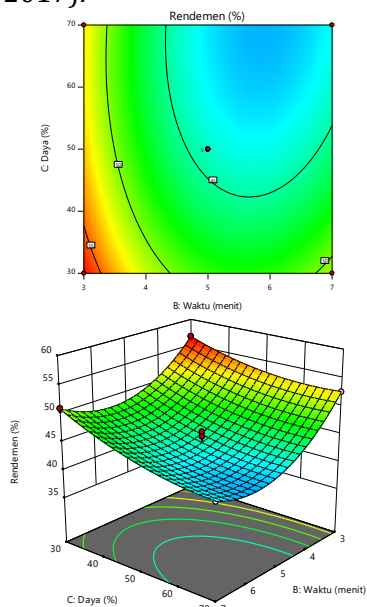
Gambar 3. Plot kontur dan tiga dimensi pengaruh volume pelarut dan daya

Kurva yang terbentuk cenderung berbentuk datar dan hanya ada sedikit lengkungan, hal tersebut menunjukkan jika hasil rendemen dari kedua faktor tersebut memiliki selisih nilai yang kecil, sehingga faktor yang mempengaruhi tidak

terlalu kuat namun tetap berpengaruh terhadap hasil rendemen, seperti nilai hasil rendemen pada titik tengah dalam setiap perlakuan memiliki selisih nilai yang kecil yaitu pada *run* 6 sebesar 42,20% dan *run* 7 sebesar 41,41%.

Analisis Respon Rendemen dengan Pengaruh Waktu dan Daya

Plot kontur dari hasil respon rendemen yang dipengaruhi oleh faktor waktu dan daya gelombang mikro menunjukkan jika garis kontur berkisar pada nilai 45-55%. Hasil rendemen tertinggi ditunjukkan dengan warna merah yang dipengaruhi oleh faktor suhu dan daya yang rendah, hasil rendemen yang rendah ditunjukkan oleh area berwarna biru (Gambar 4). Kondisi proses ekstraksi dengan waktu dan daya yang tepat dapat menunjukkan signifikansi pada nilai respon, karena seiring meningkatnya faktor waktu dan daya dapat menurunkan hasil nilai rendemen (Gao *et al.*, 2017).



Gambar 4. Plot kontur dan tiga dimensi dengan pengaruh waktu dan daya

Optimasi Rendemen Ekstrak Bunga Telang

Proses optimasi menggunakan bantuan aplikasi *design expert*, proses tersebut dilakukan untuk mendapatkan respon yang sesuai dengan keinginan (*desirability*). Optimasi dikerjakan setelah mendapatkan model matematika pada respon, tujuan optimasi tersebut untuk meminimumkan usaha yang diperlukan atau operasional dan memaksimalkan hasil yang diinginkan (Nurmiah *et al.*, 2013). Tingkat keinginan (*desirability*) yang ditunjukkan untuk analisis respon rendemen disajikan lebih lengkap pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai tingkat keinginan yang disarankan

No	A	B	C	Rendemen	Desirability	Ket.
1	195,91	3,01	30,06	56,807	0,923	Selected
2	186,51	3,02	30,76	56,138	0,892	-
3	150,00	2,00	40,10	56,556	0,878	-
4	250,00	7,00	30,00	56,315	0,775	-

Nilai *desirability* atau tingkat keinginan yang paling mendekati nilai 1 menunjukkan kesesuaian proses optimasi yang optimal dengan variabel respon yang dikehendaki (Engelen *et al.*, 2015). Kondisi proses yang terpilih dengan tingkat keinginan yang tinggi memprediksi jika hasil rendemen yang dihasilkan sekitar 56,807%, faktor pengaruh yang direkomendasikan dengan pembulatan angka yaitu dengan volume pelarut sebesar 196 mL, waktu selama 3 menit, dan daya gelombang mikro sebesar 30%.

Verifikasi Rendemen Optimum

Hasil validasi dengan faktor yang disarankan maka diperoleh hasil rendemen ekstrak telang sebesar 53,39% dengan kadar sisa pelarut sebesar 30,17%, hasil validasi nilai tersebut duplo atau menggunakan rata-rata nilai dua hasil *run*. Nilai akhir validasi cukup jauh dari hasil rendemen prediksi yaitu sebesar 56,807%, nilai rendemen hasil uji aktual lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai prediksi. Nilai hasil validasi lebih lengkap disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil validasi rendemen optimum

Respon	Hasil Prediksi	Hasil Aktual	95% PI low	95% PI high	Std. Deviasi
Rendemen Ekstrak (%)	56,8079	53,39	52,2338	61,3821	±1,7395

Berdasarkan hasil perbandingan data hasil verifikasi dengan prediksi yang dibuat oleh aplikasi, nilai validasi masih berada pada rentang nilai 95% PI low dan 95% PI high. Interval prediksi (PI) merupakan rentang yang menunjukkan keinginan hasil pengukuran atau ekspektasi respon berikutnya dengan kondisi yang sama (Engelen *et al.*, 2015). Nilai respon dari kombinasi faktor yang terpilih dan respon pada kisaran interval prediksi menunjukkan bahwa model dapat diaplikasikan dan respon semakin baik (Hepi *et al.*, 2021).

Perlakuan kontrol dilakukan untuk melihat perbandingan proses ekstraksi konvensional dengan proses MAE. Hasil nilai rendemen ekstraksi maserasi yang diperoleh sebesar 39,79% dengan kadar sisa pelarut sebesar 35,81%, hasil tersebut jauh lebih rendah dibandingkan proses MAE, ini menunjukkan jika proses ekstraksi

dengan aplikasi daya gelombang mikro lebih efektif untuk meningkatkan hasil rendemen ekstrak. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Nisa *et al.*, (2014) jika metode ekstraksi berbantu gelombang mikro lebih efektif dibandingkan dengan maserasi karena menghasilkan rendemen senyawa yang lebih tinggi, suhu lebih rendah, dan waktu yang singkat.

Analisis Karakteristik Mutu Ekstrak Bunga Telang

Kadar Total Flavonoid Ekstrak

Analisis senyawa flavonoid ekstrak bunga telang menggunakan kondisi proses optimum dengan perlakuan kontrol untuk mengetahui pengaruh kondisi proses ekstraksi terhadap nilai kadar total flavonoid. Proses ekstraksi berbantu gelombang mikro menghasilkan nilai total flavonoid yang lebih tinggi jika dibandingkan proses konvensional yaitu sebesar 60,77 mgQE/g dan proses maserasi yang dilakukan menghasilkan kadar total flavonoid sebesar 38,98 mgQE/g. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Proestos dan Komaitis (2008) yang menyatakan jika ekstraksi berbantu gelombang mikro lebih efisien untuk mengekstrak senyawa metabolit sekunder dibandingkan metode lainnya, proses iradiasi dapat menghasilkan peningkatan suhu yang berpengaruh signifikan oleh daya dan waktu.

Nilai Bobot Jenis Ekstrak

Pengukuran bobot jenis dilakukan untuk mengetahui rasio bobot ekstrak terhadap bobot air dalam keadaan volume dan suhu yang sama. Hasil validasi dan perlakuan kontrol memiliki bobot jenis yaitu sebesar 1,082 dan 1,052. Nilai bobot jenis dapat berpengaruh terhadap fraksi senyawa dalam ekstrak, hal ini selaras dengan pernyataan Widhyasanti *et al.*, (2018) yang menyatakan jika proses ekstraksi dapat meningkatkan jumlah komponen yang terekstrak, selain itu bobot jenis sering dihubungkan dengan fraksi berat komponen-komponen yang terkandung didalamnya.

Nilai Derajat Keasaman (pH)

Analisis pH dalam ekstrak bunga telang biasanya dihubungkan dengan kondisi zat warna dan stabilitas metabolit sekunder. Hasil nilai pH dari perlakuan kondisi optimum dan kontrol yaitu sebesar 4,32 dan 4,37. Kondisi ekstrak yang memiliki pH lebih kecil dari 7 yang menandakan jika ekstrak telang dalam kondisi asam. Perubahan nilai pH dalam ekstrak bunga telang dapat

dipengaruhi oleh faktor warna dari antosianin, senyawa tersebut merupakan salah satu penyusun flavonoid (Sumartini *et al.*, 2020). Stabilitas pH dari zat warna yang terkandung dalam antosianin dapat dipengaruhi oleh faktor struktur kimia, suhu, cahaya, aktivitas air, dan tekanan, selain itu antosianin dapat stabil pada pH 4-7 (Angriani, 2019).

Analisis warna

Pengukuran karakteristik warna terdiri dari nilai L*, a*, b*, C (*Chroma*), dan $\circ$ H (*Hue*). Notasi L* menyatakan kondisi kecerahan (*luminance*) berada pada kisaran warna 0 (hitam) sampai dengan 100 (putih), nilai a* menyatakan warna kromatik antara merah dan hijau dengan nilai +a* dari kisaran 0 sampai 100 untuk warna merah dan -a* dari kisaran 0 sampai -80 untuk warna hijau, nilai b* menyatakan warna kromatik antara biru dan kuning dengan nilai +b* dari 0 sampai 70 untuk warna biru dan -b* dari 0 sampai -70 untuk warna kuning (Souripet, 2015).

Hasil tingkat kecerahan pada ekstrak yaitu 14,93 dan 15,19 mendekati nilai 0 (hitam) yang menandakan jika tingkat kecerahan lebih rendah atau gelap. Nilai ekstrak kromatis a* memiliki nilai 0,14 dan 0,17 dapat dinyatakan jika hasil a* pada bahan baku berwarna hijau. Nilai kromatis b* sebesar -0,54 dan -0,65 menyatakan warna kuning. Nilai C pada bahan dan ekstrak memiliki nilai 0,55 dan 0,67.

Tabel 6. Hasil analisis warna ekstrak

Sam pel	Parameter Warna					Kategori	TCD
	L*	a*	b*	C*	h		
Bahan	23,17	-0,225	-0,60	0,64	249,28	Blue (B)	-
MAE	14,93	0,14	-0,54	0,55	284,63	Blue Purple (BP)	8,25
Maserasi	15,19	0,17	-0,65	0,67	284,24	Blue Purple (BP)	7,99

Nilai *hue* yaitu sebesar 284,63 dan 284,24 dinyatakan pada kategori warna *Blue Purple* (BP) karena berada pada kisaran nilai *hue* 270 – 306, data disajikan pada Tabel 6. Kondisi warna antara bahan dengan hasil ekstrak setiap perlakuan memiliki perbedaan yang sangat berbeda. Total perbedaan warna dikategorikan sangat berbeda apabila nilai TCD lebih dari tiga, kategori adanya perbedaan apabila TCD berada pada nilai 1,5 – 3, kategori dengan perbedaan yang kecil apabila TCD kurang dari 1,5 (Juliani *et al.*, 2017).

4. KESIMPULAN

Kondisi optimum proses ekstraksi diperoleh dengan volume pelarut 196 mL selama 3 menit, dan daya sebesar 30%. Hasil rendemen optimal diperoleh sebesar 53,39%, kadar sisa pelarut 30,17%, kadar total flavonoid 60,77 mgQE/g, bobot jenis 1,082, nilai pH sebesar 4,33 dan analisis warna dengan L^* 14,93, a^* 0,14, b^* -0,56, kromatis 0,56, nilai *hue* 284,63 (*Blue Purple*), serta nilai TCD 8,25 berada pada kategori sangat berbeda. Penelitian ini membuktikan jika ekstraksi berbantu gelombang mikro dengan variabel volume pelarut, waktu, dan daya mempengaruhi hasil rendemen dan karakteristik mutu ekstrak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Sophia Dwiratna Nur Perwitasari, S.TP., M.T., selaku ketua program studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, yang telah mendukung dan memfasilitasi penulis dalam melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Angriani, L. 2019. Potensi Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) sebagai Pewarna Alami Lokal pada Berbagai Industri Pangan. *Canrea Journal* 2(2): 32–37.
- AOAC. 2012. Analisis Kadar Air Metode Gravimetri. AOAC 2012, 925.
- Belwal, T., Ezzat, S. M., Rastrelli, L., Bhatt, I. D., Daglia, M., Baldi, A., Devkota, H. P., Orhan, I. E., Patra, J. K., Das, G., Anandharamakrishnan, C., Gomez-Gomez, L., Nabavi, S. F., Nabavi, S. M., Atanasov, A. G. 2018. A Critical Analysis of Extraction Techniques Used for Botanicals: Trends, Priorities, Industrial Uses and Optimization Strategies. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry* 100: 82–102.
- BPOM. 2014. Persyaratan Mutu Obat Tradisional. Badan Pengawas Obat dan Makanan (pp. 1–25).
- Camel, V. 2000. Microwave-Assisted Solvent Extraction of Environmental Samples. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry* 19(4): 229–248.
- Chandra, A., Witono, J. R. B. 2018. Pengaruh Berbagai Proses Dehidrasi Pada Pengeringan Daun Stevia Rebaudiana. *Jurusan Teknik Kimia, FTI, UPN "Veteran" Yogyakarta, Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, 1–6.
- Engelen, A., Sugiyono, Slamet, B. 2015. Optimasi Proses dan Formula pada Pengolahan Mi Sagu Kering. *Agritech*, 35(4): 359–367.
- Erliyanti, N. K., Rosyidah, E. 2017. Pengaruh Daya Microwave Terhadap Yield Pada Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Bunga Kamboja (*Plumeria alba*) Menggunakan Metode Microwave Hydrodistillation. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 8(3): 175–178.
- Farris, S., Piergiovanni, L. 2009. Optimization of Manufacture of Almond Paste Cookies Using Response Surface Methodology. *Journal of Food Process Engineering* 32(1): 64–87.
- Gao, T., Zhang, M., Fang, Z., Zhong, Q. 2017. Optimization of Microwave-Assisted Extraction of Flavonoids from Young Barley Leaves. *International Agrophysics* 31(1): 45–52.
- 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.
- Juliani, N. K., Utama, I. M. S., Aviantara, I. G. N. A. 2017. Pengaruh Pemberian Uap Etanol dan Emulsi Lilin Lebah terhadap Mutu dan Masa Simpan Buah Salak Gulapisir (*Salacca zalacca* var. *amboinensis*). *Jurnal Beta (Biosistem Dan Teknik Pertanian)* 5(2): 59–67.
- Lakshmi, C. N. D. M., Raju, B. D. P., Madhavi, T. P., Sushma, N. J. 2014. Identification Of Bioactive Compounds By FTIR Analysis And In Vitro Antioxidant Activity Of Clitoria Ternatea Leaf And Flower Extracts. *Indo American Journal of Pharmaceutical Research* 4: 3894–3903.
- Nisa, G.K., Nugroho, W. A., Hendrawan, Y. 2014. Ekstraksi Daun Sirih Merah (*Piper Crocatum*) dengan Metode Microwave Assisted Extraction (MAE). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis* 2(1): 72–78.
- Nurmiah, S., Syarief, 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): 9–22.
- Nursal, F. K., Sumirtapura, Y. C., Suciati, T., Kartasasmita, R. E. 2019. Optimasi Nanoemulsi Natrium Askorbil Fosfat melalui Pendekatan Design of Experiment (Metode Box Behnken). *Jurnal Sains Farmasi dan Klinis* 6(3): 228.
- Proestos, C., Komaitis, M. 2008. Application of Microwave-Assisted Extraction to The Fast Extraction of Plant Phenolic Compounds. *LWT - Food Science and Technology* 41(4): 652–659.
- Purbowati, I. S. M., Maksum, A., Sujiman. 2018. Pengaruh Variasi Daya Dan Waktu Ekstraksi Berbantu Gelombang Mikro Terhadap Total Fenol Dan pH Bunga Rosela (*Hibiscus Sabdariffa* L.). *Jurnal Gipas* 2(2): 16–26.
- Reza, A. 2009. Pemanfaatan Gelombang Mikro Dalam Proses Ekstraksi Daun Simpupur (*Dillenia indica*) untuk Memperoleh Senyawa Antioksidan. Skripsi. Program Studi Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
- Sari, B. L., Triastinurmiatiningsih, T., Haryani, T. S. 2020. Optimasi Metode Microwave-Assisted Extraction (MAE) untuk Menentukan Kadar Flavonoid Total Alga Coklat Padina australis. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia* 16(1): 38–49.
- Souripet, A. 2015. Komposisi, Sifat Fisik dan Tingkat Kesukaan Nasi Ungu. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian* 4(1): 25–32.
- Spigno, G., De Faveri, D. M. 2009. Microwave-Assisted Extraction of Tea Phenols: A Phenomenological Study. *Journal of Food Engineering* 93(2): 210–217.
- Sumartini, Ikrawan, Y., Muntaha, F. M. 2020. Analisis Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) Dengan Variasi pH Metode Liquid Chromatograph-Tandem Mass Spectrometry (LC-MS). *Pasundan Food Technology Journal* 7(2): 70–77.
- Vina, R. 2019. Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol Daun Sisik Naga (*Drymoglossum piloselloides* [L.] Presl) dengan Metode Refluks. Program Studi DIII Farmasi. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Samarinda.
- Ulimaz, T. A., Ustari, D., Aziza, V., Suganda, T., Concibido, V., Levita, J., Karuniawan, A. 2020. Keragaman Genetik Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) Asal Indonesia Berdasarkan Karakter Bunga dan Komponen Hasil pada Dua Lahan Berbeda. *Jurnal AgroBiogen* 16(1): 1–6.
- Widyasanti, A., Aryadi, H., Rohdiana, D. 2018. Pengaruh

Perbedaan Lama Ekstraksi Teh Putih dengan Menggunakan Metode Microwave Assisted Extraction (MAE). Jurnal Teknologi Pertanian Andalas 22(2): 165-174.