

ORIGINAL ARTICLE

OPTIMASI EKSTRAKSI SENYAWA FENOLIK DAUN SIRIH MERAH (*Piper Crocatum Ruitz & Pav*) MENGGUNAKAN METODE MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION (MAE)

Helda Wika Amini* · Yeremia Prasetya Nugroho · Agus Rahman · Meta Fitri Rizkiana · Istiqomah Rahmawati · Bakti Palupi · Boy Arief Fachri

Received: 23 September 2024 | Revised: 10 November 2024 | Accepted: 17 November 2024 | Published: 31 Desember 2024
UPT Publication and journal management-Daltonjurnal 2024

Abstrak Karena efek samping yang lebih sedikit daripada pengobatan sintetik, pengobatan menggunakan bahan alami menjadi pilihan populer di Indonesia. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai bahan alami yang dapat digunakan sebagai obat, salah satunya adalah sirih merah. Penelitian ini bertujuan mengetahui kondisi optimal untuk mengekstraksi senyawa fenolik daun sirih merah dengan menggunakan metode Microwave Assisted Extraction (MAE). Penelitian ini menggunakan daun sirih merah ukuran 60 mesh yang telah dikeringkan. Dengan pelarut etanol 96%, daun sirih merah diekstraksi dengan variabel daya microwave 150 watt, 300 watt, dan 450 watt. Rasio bahan terhadap pelarut adalah 0,05 gram/mL, 0,1 gram/mL, dan 0,15 gram/mL. Ekstraksi berlangsung selama 5-15 menit. Analisis hasil penelitian dilakukan dengan analisis total fenol menggunakan metode Folin-Ciocalteu. Pada run ke-8, total fenol tertinggi adalah 0,0736 mg GAE/g, dengan rasio pelarut 0,05 g/mL, waktu ekstraksi 5 menit, dan daya microwave 300 watt.

Katakunci Daun Sirih Merah · Ekstraksi · Microwave Assisted Extraction · Total Fenol.



This is an open access article under the CC-BY 4.0 License. Copyright © 2024 by authors.

✉ Helda Wika Amini
heldawikaamini@unej.ac.id

Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Indonesia

Abstract Due to fewer side effects compared to synthetic treatments, the use of natural remedies has become a popular choice in Indonesia. Therefore, further research is needed on natural materials that can be used as medicine, one of which is red betel leaf. This study aims to determine the optimal conditions for extracting phenolic compounds from red betel leaf using the Microwave-Assisted Extraction (MAE) method. Using 96% ethanol as a solvent, red betel leaves were extracted with microwave power variables of 150 watts, 300 watts, and 450 watts. The material-to-solvent ratio was 0.05 grams/mL, 0.1 grams/mL, and 0.15 grams/mL. The extraction lasted for 5-15 minutes. The results were analyzed for total phenol content using the Folin-Ciocalteu method. In the 8th run, the highest total phenol content was 0.0736 mg GAE/g, with a solvent ratio of 0.05 g/mL, an extraction time of 5 minutes, and a microwave power of 300 watts.

Keywords Red Betel Leaves · Extraction · Microwave Assisted Extraction · Total Phenol

PENDAHULUAN

Belakangan ini di negara Indonesia, pengobatan dengan memakai bahan alami menjadi pilihan utama yang berkembang di masyarakat. Hal ini disebabkan pengobatan menggunakan bahan alami mempunyai efek samping yang relatif lebih ringan apabila dibandingkan dengan pengobatan sintetik (Sumayyah & Salsabila, 2017). Oleh karena itu, lebih diperlukan penelitian yang mendalam terhadap bahan alami yang digunakan sebagai obat. Salah satu dari bahan alami yang dapat



digunakan sebagai obat adalah sirih merah (*Piper Crocatum* Ruitz & Pav).

Sirih merah (*Piper Crocatum* Ruitz & Pav) merupakan salah satu tanaman obat yang sering ditemukan di hutan Indonesia (Pratiwi, 2012). Tanaman ini termasuk dalam genus *Piper* dengan daun eksotik berbentuk hati yang berwarna merah keperakan sehingga menarik dari perhatian banyak orang (Suri et al., 2021). Tanaman ini tumbuh dengan baik pada kondisi air yang cukup dan sinar matahari sedang (Hamsa et al., 2020). Saat ini, beberapa orang telah membudidayakannya pada pekarangan mereka dan memanfaatkannya sebagai obat herbal.

Kandungan senyawa fitokimia dalam sirih merah yaitu fenolik, flavonoid, tanin, steroid, saponin, alkaloid, kuinon, minyak atsiri, dan terpena yang memberikan efek bioaktivitas positif (Novitasari, 2018). Selain itu, sirih merah juga mengandung *hydroxychavicol*, *estragole*, *chavicol*, *chavibetol*, *carvacrol*, *eugenol*, dan *caryophyllene* (Lister et al., 2019). Senyawa fitokimia dalam sirih merah dilengkapi gugus fungsi yang bertujuan meredam radikal bebas dan mencegah oksidasi pada asam lemak bebas (Hendryani et al., 2015). Oleh karena itu, senyawa fenolik mempunyai potensi sebagai antiseptic, antioksidan, antimikroba antihiperglikemia, dan aktivitas antikanker (Anggi & Magfirah, 2019; Anugrahwati et al., 2016; Erviana & Purwono, 2011; Kusuma et al., 2017; Rokiah Syd Kamaruzaman et al., 2020). Pengobatan tradisional sirih merah banyak digunakan untuk diabetes militus, radang prostat, radang hati, nyeri sendi, hipertensi, hepatitis, batu ginjal, maag, obat kumur, obat batuk, obat penyakit jantung, asam urat, TBC tulang, menurunkan kolesterol, mencegah stroke, menurunkan kadar gula darah dalam tubuh manusia, memperlhalus kulit, keputihan, dan kelelahan (Novitasari, 2018; Parfati & Windono, 2017; Suri et al., 2021).

Senyawa fenolik merupakan suatu senyawa yang memiliki tingkat keragaman struktural mulai dari fenol yang sederhana hingga

kompleks maupun komponen yang terpolimerisasi dan paling banyak terdapat dalam tanaman (Proklamasiningsih et al., 2019). Pada cincin *benzene*, senyawa fenolik memiliki gugus hidroksil, yang membuatnya mudah teroksidasi karena melepaskan atom hidrogen untuk radikal bebas (Diniyah & Lee, 2020). Senyawa fenolik memiliki kemampuan untuk menghasilkan radikal fenoksi yang stabil sehingga berpotensi sebagai antioksidan. Senyawa fenolik yang terdapat pada alam seperti flavonoid, turunan asam sinamat, tanin, kumarin, tokoferol, dan asam organik lainnya (Dhurhanian & Novianto, 2018).

Microwave Assisted Extraction (MAE) adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengekstraksi senyawa fenolik dari daun sirih merah. MAE menggunakan radiasi gelombang mikro untuk mempercepat proses ekstraksi selektif melalui pemanasan pelarut secara cepat dan efisien (Nisa et al., 2014). Dibandingkan metode ekstraksi konvensional, MAE dapat meningkatkan jumlah rendemen ekstrak dan membutuhkan jumlah pelarut yang lebih sedikit (Bintari et al., 2018). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Andayani (2017) tentang perbandingan metode ekstraksi antara UAE dan MAE pada cabai rawit, diperoleh total fenol pada metode MAE lebih besar daripada metode UAE.

Ekstraksi senyawa fenolik pada penelitian ini menggunakan pelarut etanol 96% dengan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) untuk mengetahui kondisi optimum ekstraksi senyawa fenolik dari ekstrak daun sirih merah. Hasil optimasi diperoleh dengan menggunakan model *Box-Behnken design* (BBD) dan untuk mengetahui kandungan senyawa fenolik dalam daun sirih merah dilakukan analisis total fenol. Adanya penelitian ini diharapkan dapat mengetahui kondisi optimum pada ekstraksi daun sirih merah dan total fenol yang terdapat dalam daun sirih merah supaya nantinya bermanfaat bagi masyarakat.



METODE PENELITIAN

1. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain daun sirih merah yang diambil dari Desa Tegalsari, Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember, Jawa Timur, akuades, etanol 96%, Na_2CO_3 , reagen *Folin-Ciocalteu*, dan asam galat. Alat yang digunakan antara lain gunting, sendok, kertas label, klem, statif, mikropipet, seperangkat alat gelas, neraca analitik (OHAUS PX224), kertas saring, ayakan 60 mesh, oven, blender (Philips HR2115), pompa air, *microwave* (Electrolux EMM2308X), dan spektrofotometer UV-Vis (752AP).

2. Preparasi Sampel dan Analisis Kadar Air

Daun sirih merah dipilih tanpa dilakukan sortasi kemudian dikeringkan dengan metode konvensional yang dijemur di bawah sinar matahari selama 3 hari. Selanjutnya, dihaluskan dengan blender sampai diperoleh bubuk daun sirih merah halus. Daun sirih merah yang telah dihaluskan, diayak menggunakan ayakan berukuran 60 mesh. Setelah itu, metode oven digunakan untuk analisis kadar air. Persyaratan kadar air simplisia menurut parameter standar yang berlaku yaitu $\leq 10\%$ (Retnaningtyas et al., 2016). Daun sirih merah ditimbang 3 gram kemudian dioven selama 2 jam pada suhu 100°C dan ditimbang hasilnya. Sampel dioven kembali selama 10 menit dan ditimbang kembali hingga massa telah konstan. Analisis kadar air menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

a = massa awal sampel (gram)

b = massa konstan sampel (gram)

3. Ekstraksi Daun Sirih Merah

Pada tahap ini menggunakan 3 variabel ekstraksi, antara lain rasio bahan terhadap pelarut (0,05 gram/100 ml; 0,10 gram/100 ml; dan 0,15 gram/100 ml), daya gelombang *microwave* (150 watt; 300 watt; dan 450 watt), dan waktu ekstraksi (5 menit; 10 menit; dan 15 menit). Hasil ekstraksi disaring dengan menggunakan kertas saring, sehingga diperoleh filtrat hasil ekstraksi. Setelah itu, dilakukan analisis total fenol dengan spektrofotometer UV-Vis.

4. Analisis Total Fenol

a. Pembuatan Larutan Induk Asam Galat

Larutan asam galat 250 ppm dibuat dengan mencampurkan sebanyak 25 mg asam galat, 0,2 ml etanol, dan ditambahkan akuades hingga volume 100 ml. Selanjutnya larutan asam galat diencerkan hingga menjadi menjadi konsentrasi 0; 50; 100; 150; dan 200 ppm. Masing-masing larutan konsentrasi asam galat masing-masing dipipet sebanyak 0; 2; 4; 6; 8 ml dan ditambahkan akuades hingga tanda batas volume 10 ml (Ulfa et al., 2017).

b. Penentuan Panjang Gelombang Absorbansi Maksimum

Panjang gelombang maksimum ditentukan dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 650-800nm. Sampel asam galat diambil 0,4 ml dan ditambahkan 0,4 ml reagen *Folin-Ciocalteu*. Campuran larutan kemudian dikocok hingga homogen dan didiamkan pada suhu ruang selama 5 menit. Selanjutnya, ditambahkan 4 ml Na_2CO_3 7% dan dikocok hingga homogen, kemudian tambahkan akuades hingga tanda batas 10 mL. Larutan kemudian didiamkan selama lima menit (Ulfa et al., 2017).

c. Pembuatan Kurva Baku Asam Galat

Kurva baku asam galat merupakan hubungan antara konsentrasi larutan asam galat (ppm) dan absorbansi dengan persamaan regresi regresi $y = ax + b$. Sebelum diukur dengan spektrofotometer UV-Vis, larutan asam galat yang telah dibuat sebelumnya dipepet 0,4 mL dan ditambahkan akuades hingga tanda batas 10 mL. Selanjutnya, 0,4 mL reagen *Folin-Ciocalteu* ditambahkan dan didiamkan 5 menit. Selanjutnya, 4 ml Na_2CO_3 7% ditambahkan pada larutan dan ditunggu selama 5 menit. Larutan diukur serapan panjang gelombang maksimum yang telah didapatkan sebelumnya (Ulfa et al., 2017).

d. Penetapan Total Fenol

Dengan cara yang sama dengan poin c, sebanyak 0,4 ml ekstrak sirih merah ditambahkan akuades hingga mencapai volume 10 ml. Secara bertahap ditambahkan 0,4 mL reagen *Folin-* dan didiamkan selama 5 menit. Selanjutnya, 4 ml larutan Na_2CO_3 7% dimasukkan pada campuran dan didiamkan selama 5 menit. Larutan diukur serapan dengan spektrofotometer UV-Vis. Analisis kandungan diulang 2 kali sehingga



kandungan fenol yang diperoleh setara dengan mg asam galat/gram sampel (Ulfa et al., 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada awal analisis total fenol dalam penelitian ini, reagen Folin-Ciocalteu digunakan untuk melakukan analisis dengan spektrofotometer UV-Vis yang menggunakan reagen Folin-Ciocalteu. Panjang gelombang maksimum terjadi saat eksitasi elektronik memberikan absorbansi maksimum (Apriliyani et al., 2018). Penentuan panjang gelombang maksimum pada penelitian ini menggunakan larutan asam galat pada konsentrasi 50 ppm dan dianalisa pada rentang panjang gelombang 650-800 nm. Hasil dari penentuan panjang gelombang maksimum yang diperoleh adalah 795 nm. Selanjutnya, kurva baku asam galat dibuat dengan larutan induk asam galat dengan konsentrasi 0, 50, 100, 150, dan 200 ppm. Kurva ini diukur pada serapan panjang gelombang maksimum 795 nm, dan persamaan regresi yang dihasilkan adalah $y = ax + b$. Hasil dari

pengukuran absorbansi larutan induk asam galat yang telah diplot pada kurva kalibrasi Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Kurva Kalibrasi Asam Galat

Persamaan regresi kalibrasi asam galat yang digunakan untuk menghitung jumlah fenol total pada ekstrak daun sirih merah adalah $y = 0,0043x + 0,0088$ ($R^2 = 0,9988$).

Tabel 1. Hasil Analisa Total Fenol Daun Sirih Merah

No.	Rasio Bahan (g/mL)	Waktu (menit)	Daya (Watt)	Total Fenol (mg GAE/g)
1.	0,05	10	450	0,0654
2.	0,1	10	300	0,0598
3.	0,1	15	150	0,0469
4.	0,15	5	300	0,0433
5.	0,1	15	450	0,0477
6.	0,05	10	150	0,0561
7.	0,1	10	300	0,0575
8.	0,05	5	300	0,0736
9.	0,05	15	300	0,0624
10.	0,15	15	300	0,0524
11.	0,1	10	300	0,0559
12.	0,15	10	450	0,0525
13.	0,1	5	150	0,0366
14.	0,1	10	300	0,0583
15.	0,15	10	150	0,0454
16.	0,1	10	300	0,0566
17.	0,1	5	450	0,0520

Tabel di atas menunjukkan bahwa fenol terendah 0,0366 mg GAE/g dan fenol tertinggi 0,0736 mg GAE/g diperoleh dengan parameter

rasio bahan terhadap pelarut 0,1 g/mL, waktu ekstraksi lima menit, dan daya microwave 150 watt. Total fenol tertinggi didapatkan pada



parameter rasio bahan terhadap pelarut 0,05 g/mL, waktu ekstraksi 5 menit, dan daya *microwave* 300 watt. Selanjutnya, data total fenol dievaluasi menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk menunjukkan bahwa apakah

parameter rasio bahan pelarut, waktu ekstraksi, dan daya *microwave* dapat mempengaruhi total fenol pada ekstrak daun sirih merah.

Tabel 2. Hasil ANOVA

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.0012	9	0.0001	17.86	0.0005	<i>significant</i>
A-Rasio Bahan	0.0005	1	0.0005	68.32	< 0.0001	
B-Waktu	1.901E-06	1	1.901E-06	0.2545	0.6294	
C-Daya	0.0001	1	0.0001	17.78	0.0040	
AB	0.0001	1	0.0001	13.79	0.0075	
AC	1.210E-06	1	1.210E-06	0.1620	0.6994	
BC	0.0001	1	0.0001	7.13	0.0320	
A ²	0.0001	1	0.0001	12.33	0.0098	
B ²	0.0001	1	0.0001	10.78	0.0134	
C ²	0.0002	1	0.0002	31.26	0.0008	
Residual	0.0001	7	7.471E-06			
Lack of Fit	0.0000	3	0.0000	6.22	0.0548	<i>not significant</i>
Pure Error	9.228E-06	4	2.307E-06			
Cor Total	0.0013	16				

Data menunjukkan *significant* apabila probabilitas/ *p-value* dari hasil analisa $\leq 0,05$ (5%) dan nilai *lack of fit* dengan *p-value* $\geq 0,05$ (Sari et al., 2020). *P-value* merupakan nilai kesalahan yang diperoleh dari hasil perhitungan statistik (Kurniasih, 2014). Nilai *p-value* yang dihasilkan pada model penelitian ini sebesar 0,0005, sehingga model analisis penelitian ini berpengaruh nyata terhadap total fenol ekstrak (Sari et al., 2020). Pada penelitian ini juga, nilai

p-value untuk variabel rasio bahan terhadap pelarut dan daya *microwave* $\leq 0,05$ yang artinya rasio bahan terhadap pelarut dan daya *microwave* berpengaruh nyata terhadap total fenol ekstrak, sedangkan untuk variabel waktu ekstraksi nilainya $\geq 0,05$ yang artinya waktu ekstraksi kurang berpengaruh nyata terhadap total fenol ekstrak pada model penelitian ini.

Tabel 3. Model Summary

R ²	Adjusted R ²	Predicted R ²
0,9583	0,9046	0,4385

Nilai R² yang diperoleh pada model penelitian ini sebesar 0,9583 yang menunjukkan bahwa model yang digunakan sesuai dengan hasil penelitian. Nilai R² dapat dinyatakan sesuai model apabila nilainya lebih dari 0,75 (Yingngam et al., 2020). Nilai *Adjusted R²* yang dihasilkan sebesar 0,9046 menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara variabel rasio bahan terhadap pelarut, waktu ekstraksi, dan daya *microwave* terhadap respon total fenol pada daun sirih merah. Total fenol sebagai respon dari parameter ekstraksi pada model ANOVA dapat dimodelkan

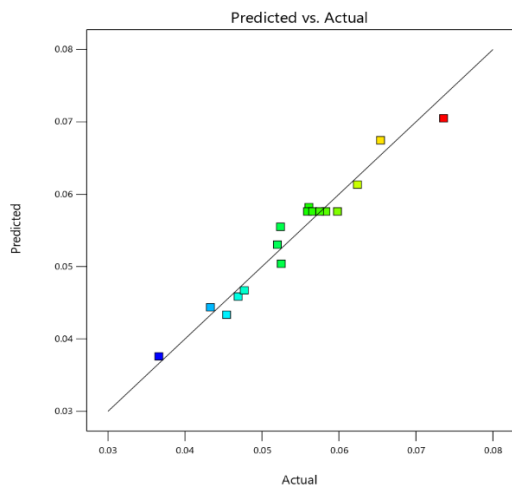
menggunakan persamaan kuadratik sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total Fenol} = & 0,0394 - 0,715A + 0,003B + 0,0003C \\ & + 0,0203AB - 0,00007AC \\ & - 4,86667E - 06BC + 1,871A^2 \\ & - 0,00018B^2 - 3,31E - 07C^2 \end{aligned}$$

Nilai A merupakan rasio bahan terhadap pelarut, B merupakan waktu ekstraksi, dan C merupakan daya *microwave*. Gambar 2 menggambarkan data eksperimen dan data

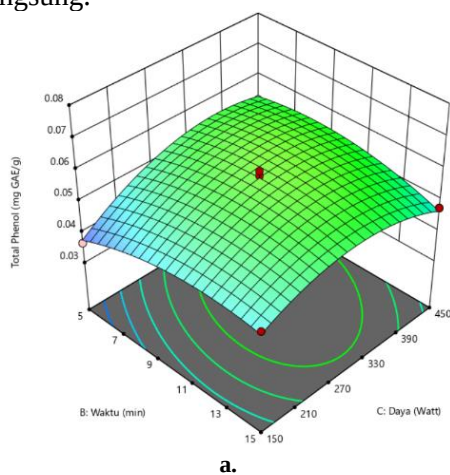


prediksi model sangat akurat, dan ada korelasi yang kuat antara keduanya. Jarak data dari trendline menunjukkan seberapa akurat, dan semakin dekat data dengan garis semakin akurat (Yilmaz & Tavman, 2017).

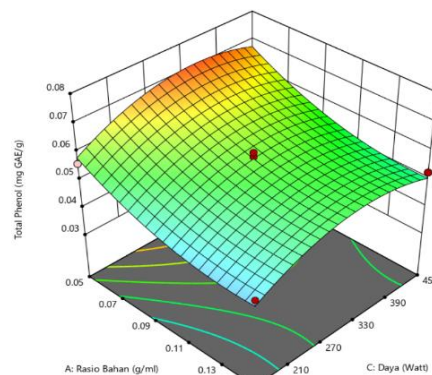


Gambar 2. Hubungan antara Data Eksperimen dengan Data Model

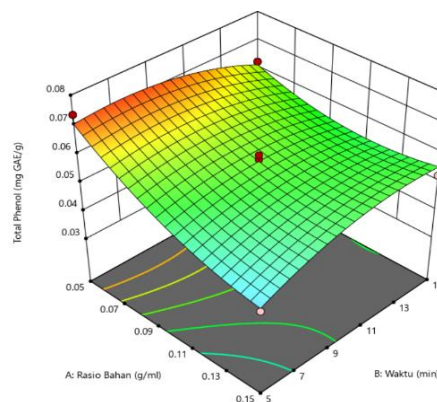
Pengaruh parameter ekstraksi terhadap total fenol yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan *software Design-Expert*. Pengaruh parameter ditunjukkan dalam bentuk grafik yang menunjukkan korelasi antara parameter dan total fenol. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi rasio bahan terhadap pelarut (g/mL), waktu (menit), dan daya *microwave* (watt). Konsentrasi etanol 96%, ukuran bahan 60 mesh, rasio pelarut 100 mL, nilai kadar air 8,21 %, dan waktu pengeringan 3 hari yang dibuat konstan selama ekstraksi berlangsung.



a.



b.



c.

Gambar 3. (a) Hubungan Rasio Bahan Dengan Pelarut (g/mL) dan Waktu (Menit) Terhadap Total Fenol (mg GAE/g), (b) Hubungan Rasio Bahan Dengan Pelarut (g/mL) dan Daya (watt) Terhadap Total Fenol (mg GAE/g), dan (c) Hubungan Waktu (menit) dan Daya (watt) Terhadap Total Fenol (mg GAE/g)

Hubungan rasio bahan terhadap pelarut dan total fenol dapat dilihat pada gambar 3(a) dan 3(b). Gambar di atas menunjukkan bahwa total fenol menurun seiring peningkatan rasio bahan terhadap pelarut. Pernyataan ini sesuai dengan literatur di mana semakin kecil rasio bahan maka semakin besar kemampuan pelarut untuk melarutkan komponen senyawa yang terdapat dalam bahan sehingga semakin banyak komponen senyawa yang dapat terekstrak oleh pelarut (Noviyanty et al., 2019).

Hubungan waktu dan daya *microwave* terhadap total fenol dapat dilihat pada gambar 3(a), 3(b), dan 3(c). Gambar di atas menunjukkan bahwa total fenol meningkat seiring peningkatan waktu dan daya *microwave* namun akan

mengalami penurunan setelah mencapai titik optimal. Pernyataan ini sesuai dengan literatur di mana total fenol akan meningkat hingga mencapai titik optimal, setelah melewati titik optimal larutan maka tidak akan terjadi peningkatan hasil total fenol (Dewi & Istiqomah, 2022). Pemanasan gelombang mikro akan menyebabkan suhu ekstraksi meningkat seiring bertambahnya waktu ekstraksi yang mengakibatkan degradasi senyawa fenol (Magdalena & Kusnadi, 2015). Hampir dari semua senyawa fenol mengalami kerusakan akibat suhu pemanasan di atas 85°C dengan lama waktu pemanasan lebih dari 5 menit (Dewata et al., 2017). Selain itu, gelombang mikro juga dapat menurunkan aktivitas enzimatis akibat dari rusaknya senyawa yang diekstrak (Maksum, 2019).

Optimasi merupakan teknik yang digunakan untuk mencari kondisi operasi yang

lebih maksimal dan efisien dengan berbagai seleksi serta desain struktur data yang melibatkan berbagai faktor berdasarkan parameter yang digunakan. Adanya optimasi dapat menghemat dalam berbagai hal diantaranya energi, sumber daya alam, ekonomi, dan lain sebagainya (Kurniati et al., 2015). Optimasi dapat ditentukan melalui *Response Surface Methodology*, di mana pada penelitian ini diperoleh kondisi optimum rasio bahan terhadap pelarut 0,053 g/mL, waktu ekstraksi 6,442 menit, daya *microwave* 338,920 watt dan total fenol 0,0715 mg GAE/g dengan nilai *desirability* 1,000. *Desirability* merupakan nilai fungsi yang menunjukkan bahwa kemampuan program dalam menentukan titik optimum suatu proses. Nilai *desirability* yang semakin mendekati 1,0 menunjukkan bahwa program tersebut mampu menghasilkan titik kondisi operasi untuk menghasilkan produk yang ideal (Ramadhani et al., 2017).

KESIMPULAN

Parameter ekstraksi pada daun sirih merah (*Piper crocatum Ruiz & Pav*) berpengaruh terhadap total fenol yang dihasilkan. Parameter daya *microwave* dan rasio bahan terhadap pelarut dinilai memiliki pengaruh terhadap total fenol yang dihasilkan. Sedangkan, untuk parameter waktu ekstraksi tidak memberi banyak pengaruh terhadap total fenol yang dihasilkan. Hal ini dapat terjadi karena waktu ekstraksi yang digunakan terlalu lama sehingga telah melewati titik optimalnya. Apabila telah melewati titik optimalnya maka penambahan total fenol yang diberikan tidak akan signifikan. Besar kemungkinan bahwa ekstrak daun sirih merah segar memiliki potensi antioksidan, berdasarkan senyawa fenoliknya. Oleh karena itu, peneliti harus melakukan penelitian lebih lanjut tentang aktivitas antioksidan daun sirih merah.

DAFTAR PUSTAKA

Andayani, D. M. (2017). Pengaruh Perbedaan Metode Ekstraksi (Vacuum Microwave Assisted Extraction dan Ultrasound Assisted Extraction) Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Empat Galur Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*) Lokal Malang. Magister Thesis, Universitas Brawijaya.

Anggi, V., & Magfirah. (2019). The effect hypoglycemic of ethanol extract combination red betel leaf (*Piper crocatum*) and Dayak onion (*Eleutherine palmifolia Merr*) in streptozotocin-induced. *Pharmacognosy Journal*, 11(6), 1401–1405.

<https://doi.org/10.5530/PJ.2019.11.216>

Anugrahwati, M., Purwaningsih, T., Rustina, Manggalarini, J. A., Alnavis, N. B., Wulandari, D. N., & Pranowo, H. D. (2016). Extraction of Ethanolic Extract of Red Betel Leaves and Its Cytotoxicity Test on HeLa Cells. *Procedia Engineering*, 148, 1402–1407.

<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.569>

Apriliyani, S. A., Martono, Y., Riyanto, C. A., Mutmainah, M., & Kusmita, K. (2018). Validation of UV-VIS Spectrophotometric Methods for Determination of Inulin Levels from Lesser Yam (*Dioscorea esculenta L.*). *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 21(4), 161–165.

<https://doi.org/10.14710/jksa.21.4.161-165>

Bintari, Y. R., Haryadi, W., & Rahardjo, T. J. (2018). Ekstraksi Lipida dengan Metode Microwave Assisted Extraction dari Mikroalga yang Potensial Sebagai Biodiesel. *JU-Ke*, 2(2), 180–189.



- Dewata, I. P., Wipradyadewi, P. A. S., & Widarta, I. W. R. (2017). Pengaruh Suhu dan Lama Penyeduhan Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Sifat Sensoris Teh herbal Herbal Daun Alpukat (*Persea americana* Mill). *Jurnal Ilmi Dan Teknologi Pangan*, 6(2), 30–39.
- Dewi, R. R., & Istiqomah, S. (2022). *Analisa Kandungan Total Fenol Limbah Kulit Kopi Menggunakan Metode Ultrasound Assisted Extraction (UAE) dengan Pelarut Etanol*. Thesis, Universitas Jember.
- Dhurhanian, C. E., & Novianto, A. (2018). Uji Kandungan Fenolik Total dan Pengaruhnya terhadap Aktivitas Antioksidan dari Berbagai Bentuk Sediaan Sarang Semut (*Myrmecodia pendens*). *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 5(2), 62. <https://doi.org/10.20473/jfiki.v5i22018.62-68>
- Diniyah, N., & Lee, S.-H. (2020). Komposisi Senyawa Fenol Dan Potensi Antioksidan Dari Kacang-Kacangan: Review. *Jurnal Agroteknologi*, 14(01), 91. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v14i01.17965>
- Erviana, R., & Purwono, S. (2011). Active Compounds Isolated from Red Betel (*Piper crocatum* Ruiz & Pav) Leaves Active Against *Streptococcus Mutans* Through Its Inhibition Effect on Glucosyltransferase Activity. *J Med Sci*, 43(2), 71–78.
- Hamsa, A., Aulawi, T., & Solfan, B. (2020). Difference in Harvesting Time for The Chemical Quality of Red Betel Leaf (*Piper crocatum* Ruiz & Pav.). *Jurnal Pertanian Tropik*, 7(3), 317–325. <https://doi.org/10.32734/jpt.v7i3>
- Hendryani, R., Lutfi, M., & Hawa, L. C. (2015). Antioxidant Extraction from Dried Red Betel Leaf (*Piper crocatum*) using Ultrasonic Assisted Extraction as Pre-Treatment (Study Comparative of Solvent and Extraction Time). *Journal of Bioprocess Commodities Tropical*, 3(2), 33–38.
- Kurniasih, E. (2014). *Estimasi Parameter Pada Model Statistik Nonliner Secara Maximum Likelihood*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Kurniati, I. D., Setiawan, R., Rohmani, A., Lahdji, A., Tajally, A., Ratnaningrum, K., Basuki, R., Reviewer, S., & Wahab, Z. (2015). *Buku Ajar*.
- Kusuma, S. A. F., Tjitraresmi, A., & Susanti, G. (2017). Antibacterial effect of red piper betle leaf (*Piper crocatum* ruiz and pav.) ethanolic extracts to *Lactobacillus acidophilus* and *lactobacillus bifidus* growth inhibition. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10(Special Issue may), 65–68. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2017.v10s2.19490>
- Lister, I. N. E., Ginting, C. N., Girsang, E., Armansyah, A., Marpaung, H. H., Sinaga, A. P. F., Handayani, R. A. S., & Rizal, R. (2019). Antioxidant properties of red betel (*Piper crocatum*) leaf extract and its compounds. *Journal of Natural Remedies*, 19(4), 198–205. <https://doi.org/10.18311/jnr/2019/23633>
- Magdalena, N. V., & Kusnadi, J. (2015). Uji Anti Bakteri Gambir. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(1), 124–135.
- Maksum, A. (2019). Pengaruh Variasi Daya dan Waktu Ekstraksi Berbantu Gelombang Mikro terhadap Total Fenol dan pH Bunga Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Jurnal Gizi Dan Pangan Soedirman*, 2(2), 16. <https://doi.org/10.20884/1.jgps.2018.2.2.1404>
- Nisa, ghallisa khoirun, 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. <https://doi.org/10.22302/iribb.jur.mp.v8i1.295>
- Novitasari, H. (2018). Analisis Senyawa Fenolik Pada Ekstrak Segar Daun Sirih Merah (*Piper crocatum* Ruiz & Pav) Menggunakan Metode Follin Ciocalteu Secara Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Analis Farmasi*, 3(3), 155–163.
- Noviyanty, A., Salingkat, C. A., & Syamsiar. (2019). Pengaruh Rasio Pelarut terhadap Ekstraksi dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Kovalen*, 5(3), 280–289.
- Parfati, N., & Windono, T. (2017). Sirih Merah



- (Piper crocatum Ruiz & Pav.) Kajian Pustaka Aspek Botani, Kandungan Kimia, dan Aktivitas Farmakologi. *MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana)*, 1(2), 106–115. <https://doi.org/10.24123/mpi.v1i2.193>
- Pratiwi, F. B. (2012). *Budidaya Tanaman Sirih Merah (Piper crocatum) dan Khasiat Sebagai Obat Tradisional di PT Indmira Citra Tani Nusantara Yogyakarta*. Thesis, Universitas Sebelas Maret.
- Proklamasiningsih, E., Budisantoso, I., & Maula, I. (2019). Pertumbuhan dan Kandungan Polifenol Tanaman Katuk (*Sauropus androgynus* (L.) Merr) pada Media Tanam dengan Pemberian Asam Humat. *Journal of Biology*, 12(1), 96–102.
- Ramadhani, R. A., Riyadi, D. H. S., Triwibowo, B., & Kusumaningtyas, R. D. (2017). Review Pemanfaatan Design Expert untuk Optimasi Komposisi Campuran Minyak Nabati sebagai Bahan Baku Sintesis Biodiesel. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 1(1), 11. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v1i1.5>
- Retnaningtyas, Y., Kristiningrum, N., Renggani, H. D., & Narindra, N. P. (2016). Karakteristik Simplisia dan Teh Herbal Daun Kopi Arabika (*Coffea arabica*). *Farmasi Jember*, 1(1), 46–54.
- Rokiah Syd Kamaruzaman, S., Farihan Kasim, K., & Nor Jaafar, M. (2020). The Effect of Harvesting Time on the Antioxidant and Antidiabetic Activity of Piper Crocatum (Sirih Merah) Extract. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 864(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/864/1/012211>
- 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. <https://doi.org/10.20961/alchemistry.16.1.34186.38-49>
- Sumayyah, S., & Salsabila, N. (2017). Obat Tradisional: Antara Khasiat dan Efek Sampingnya. *Farmasetika.Com (Online)*, 2(5), 1. <https://doi.org/10.24198/farmasetika.v2i5.16780>
- Suri, M. A., Azizah, Z., & Asra, R. (2021). A Review: Traditional Use, Phytochemical and Pharmacological Review of Red Betel Leaves (*Piper Crocatum* Ruiz & Pav). *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*, 9(1), 159–163. <https://doi.org/10.22270/ajprd.v9i1.926>
- Ulfa, A. M., Primadiamanti, A., & Novitasari, H. (2017). Analisis Senyawa Fenolik Pada Ekstrak Segar Daun Sirih Merah. *Jurnal Kebidanan*, 3(2), 57–63.
- Yingngam, B., Chiangsom, A., & Brantner, A. (2020). Modeling and Optimization of Microwave-Assisted Extraction of Pentacyclic Triterpenes from Centella Asiatica Leaves Using Response Surface Methodology. *Industrial Crops and Products*, 147(October 2019), 112231. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112231>
- Yılmaz, T., & Tavman, S. (2017). Modeling and Optimization of Ultrasound Assisted Extraction Parameters using Response Surface Methodology for Water Soluble Polysaccharide Extraction from Hazelnut Skin. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(2). <https://doi.org/10.1111/jfpp.12835>

