

PROSES PENGERINGAN DAN EKSTRAKSI ULTRASONIK DAUN KERSEN (*MUNTINGIA CALABURA L.*) SEBAGAI ANTIOKSIDAN POTENSIAL

Ayu Candraningsih¹, Ismiyati^{2,*}, Nurul Hidayati Fithriyah³, Tri Yuni Hendrawati⁴
^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Indonesia

*E-mail: ismiyati@umj.ac.id

Diterima: 26 Mei 2022

Direvisi: 29 Juni 2022

Disetujui: 28 Juli 2022

ABSTRAK

Kersen (*Muntingia calabura L.*) adalah tanaman tropis dari keluarga Muntingiaceae yang merupakan tumbuhan liar yang banyak dijumpai di Indonesia. Tanaman ini merupakan salah satu tanaman herbal yang digunakan sebagai antioksidan alami. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan model pengeringan ekstrak daun kersen dan mengetahui aktivitas flavonoid sebagai antioksidan pada ekstrak daun kersen. Metode yang digunakan untuk mendapatkan ekstrak daun kersen menggunakan sonikasi ultrasonik dengan panjang gelombang 40 kHz. Variasi yang dilakukan dalam pengujian adalah lamanya waktu pengeringan (30 menit, 45 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit) dan untuk mencari model pengeringan yang paling cocok antara Newton dan Page. Pemekatan ekstrak daun kersen menggunakan rotary vacuum evaporator. Identifikasi ekstrak daun kersen, yaitu: menentukan nilai absorbansi untuk flavonoid dan IC50 (Inhibitor Concentration) menggunakan Spektrofotometri UV-Vis kemudian menentukan kandungan antioksidannya. Hasil penelitian yang didapat rendemen ekstrak basah tertinggi pada perlakuan waktu pengeringan 30 menit yaitu sebesar 34,1 %. Kandungan flavonoid total tertinggi terdapat pada perlakuan waktu pengeringan 30 menit yaitu sebesar 51.067 g/ml. Pengujian kadar antioksidan yang diperoleh IC50 sebesar 0,89 ppm yang merupakan antioksidan kuat. Model pengeringan yang paling sesuai adalah model pengeringan Newton dengan persamaan $MR = \exp(-0,0029t)$ dengan nilai $R^2 = 0,9867$ dengan $k = 0,0029$.

Kata kunci: Ekstraksi, Ultrasound, Antioksidan, Flavonoid, Etanol

ABSTRACT

Kersen (Muntingia calabura L.) is a tropical plant from the Muntingiaceae family which is a wild plant that is often found in Indonesia. This plant is one of the herbal plants that are used as natural antioxidants. The purpose of this study was to obtain a drying model of cherry leaf extract and determine the activity of flavonoids as antioxidants in cherry leaf extract. The method used to obtain cherry leaf extract using ultrasonic sonication with a wavelength of 40 kHz. Variations made in the test are the length of drying time (30 minutes, 45 minutes, 60 minutes, 90 minutes, 120 minutes) and to find the most suitable drying model between Newton and Page. Concentration of cherry leaf extract using a rotary vacuum evaporator. Identification of cherry leaf extract, namely: determining the absorbance value for flavonoids and IC50 (Inhibitor Concentration) using UV-Vis Spectrophotometry and then determining the antioxidant content. The results of the study obtained that the highest wet extract yield was treated with a drying time of 30 minutes, which was 34.1%. The highest total flavonoid content was found in the 30 minute drying time treatment, which was 51,067 g/ml. The test of antioxidant levels obtained by IC50 is 0.89 ppm which is a strong antioxidant. The most suitable drying model is the Newton drying model with the equation $MR = \exp(-0.0029t)$ with a value of $R^2 = 0.9867$ with $k = 0.0029$.

Keywords: Extraction, Ultrasound, Antioxidant, Flavonoid, Ethanol

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki kekayaan hayati yang sangat besar, mencapai lebih dari 30.000 spesies tumbuhan tingkat tinggi, 7000 di antaranya diketahui manfaatnya, sedangkan 300 spesies digunakan sebagai bahan baku dalam industri farmasi. Kersen (*Muntingia calabura L.*) merupakan tanaman herbal yang mudah ditemukan di Indonesia [1-3].

Pengujian fitokimia daun kersen mengungkapkan bahwa daun kersen memiliki senyawa yang berperan sebagai antioksidan antara lain flavonoid, fenolat dan tanin. Senyawa flavonoid juga dapat digunakan sebagai anti bakteri dan anti inflamasi [4]. Senyawa flavonoid merupakan senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan yang dapat membersihkan tubuh dari senyawa radikal bebas dan meminimalkan tubuh dari efek zat toksik.

Organisasi kesehatan dunia mencatat pada tahun 2008 dimana mayoritas penduduk dunia yaitu 68% menggunakan bahan-bahan alami seperti tumbuhan untuk mengobati penyakit dan lebih dari 80% masyarakat menggunakan obat-obatan yang berasal dari tumbuhan herbal untuk menunjang kesehatannya. Untuk pembuatan obat tradisional biasanya digunakan metode ekstraksi

Metode yang dipilih dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode pengeringan oven untuk mencari laju pengeringan yang paling sesuai. Ekstrak daun kersen dibuat menggunakan proses ekstraksi ultrasonik dengan memvariasikan waktu pengeringan dalam oven yaitu 30 menit, 45 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Panjang gelombang sonikator adalah 40 kHz. Kemudian sampel dipisahkan antara ekstrak dan pelarutnya menggunakan vacuum rotary evaporator. Analisis sampel ekstrak dilakukan untuk mendapatkan rendemen dan diuji kandungan flavonoid dan antioksidannya menggunakan spektrofotometri UV-Vis.

Daun kersen memiliki banyak manfaat karena mengandung antioksidan. Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk membuktikan kadar antioksidan pada daun kersen menggunakan ekstraksi ultrasonik

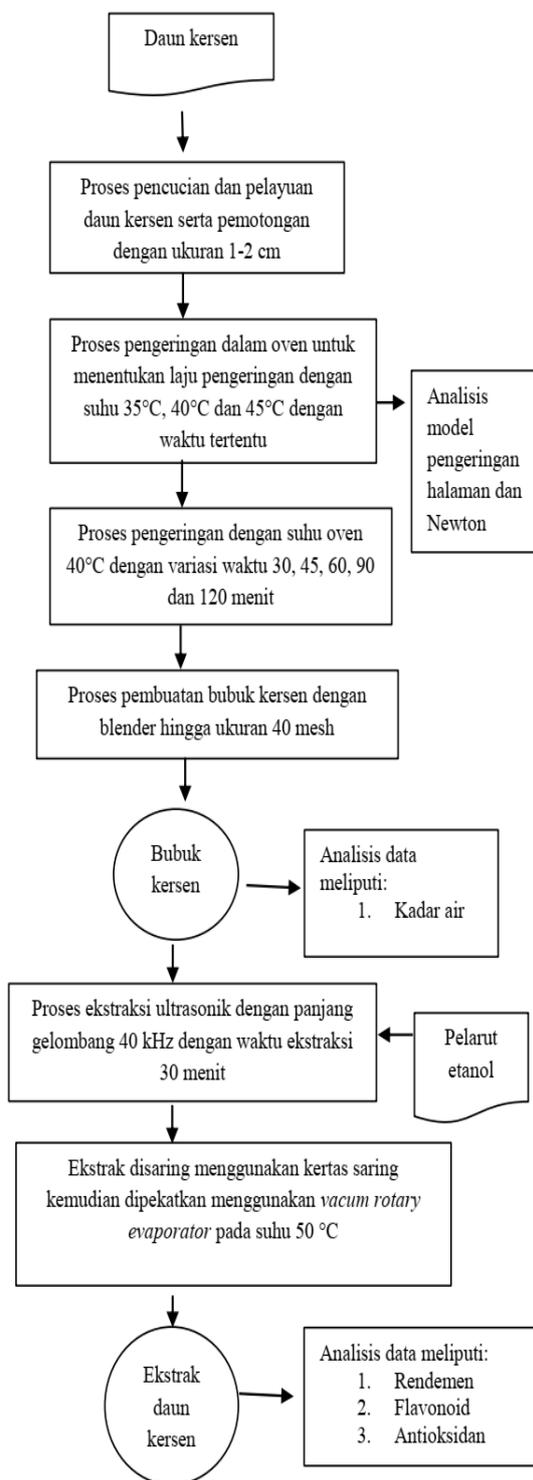
menggunakan waktu tertentu. Prosedur pembuktian penelitian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: Pemilihan model laju pengeringan yang paling sesuai antara model Page dan Newton serta kadar flavonoid sebagai potensi antioksidan terbaik dengan proses sonikasi ultrasonik pada sonikator pada panjang gelombang 40 kHz dengan memvariasikan waktu pengeringan pada bahan dengan variasi waktu pengeringan pada suhu 40°C yaitu 30 menit, 45 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Hasil rendemen dianalisis dengan mencari rendemen ekstrak kering terbaik dan analisis flavonoid dan antioksidan menggunakan Spektrofotometri UV-Vis.

METODE PENELITIAN

Peralatan dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penyiapan bahan adalah oven yang digunakan untuk mengeringkan bahan, blender dan ayakan 40 mesh. Dalam melakukan penelitian digunakan beberapa alat seperti gelas ukur, bejana kaca, labu ukur, batang pengaduk, kertas saring, penangas ultrasonik, pipet penetes rotari vakum, kertas label, alat tulis, kertas tisu, pH meter, spektrofotometri UV-Vis, aluminium foil, dan neraca analitik.

Daun kersen merupakan bahan utama dalam penelitian ini, sedangkan bahan penunjangnya adalah yang digunakan dalam penentuan kadar flavonoid total adalah aquadest, methanol PA, ethanol PA, quercetin, aquades, reagen AlCl₃ 10%, kalium asetat 1 M dan DPPH.



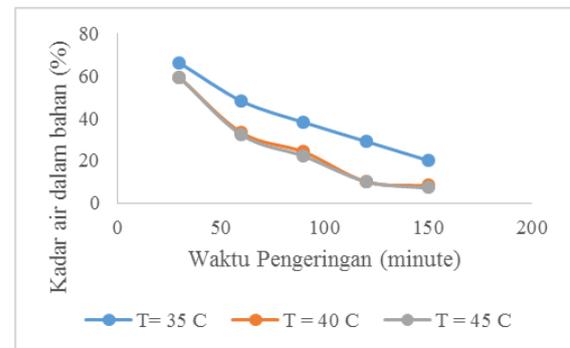
Gambar 1. Alur penelitian yang dilakukan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kadar air

Proses pengeringan pada bahan bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan agar bahan lebih awet dan terhindar dari pertumbuhan jamur dan mikroorganisme yang

tidak diinginkan. Berdasarkan pengujian pengeringan daun kersen dengan waktu pengeringan 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit dan 150 menit pada suhu 35 °C, 40 °C dan 45 °C diperoleh hasil sebagai berikut.



Gambar 2. Hubungan antara kadar air bahan dan waktu pengeringan

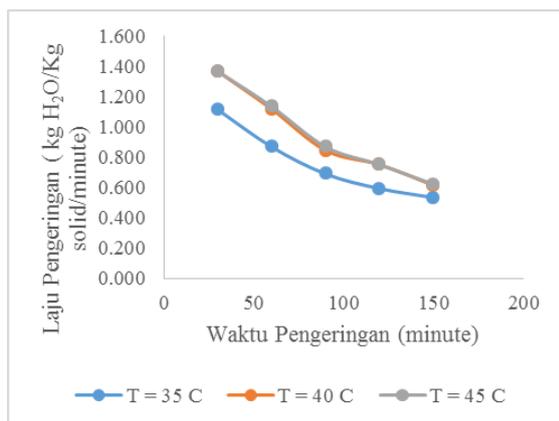
Besarnya kadar air bebas pada bahan yang bergerak ke permukaan dan mengalami penguapan merupakan penyebab terjadinya penurunan kadar air yang besar yang terjadi pada awal pengeringan. Namun semakin lama waktu pengeringan dapat mempengaruhi penurunan laju pengeringan. Hal ini disebabkan masih adanya air terikat pada bahan sehingga sulit berdifusi ke permukaan sehingga menyebabkan penurunan laju pengeringan. Hal ini biasanya terjadi pada akhir waktu pengeringan [6]. Laju pengeringan kadar air pada awal pengeringan sangat cepat tetapi mulai melambat dengan bertambahnya waktu pengeringan [7]. Pernyataan tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan seperti pada Gambar 2 bahwa dengan bertambahnya waktu pengeringan maka persentase kadar air yang diupkan akan semakin menurun. Temperatur yang tinggi akan sangat efektif dan dapat menyebabkan penurunan kadar air yang cepat. Pada suhu 40°C dan 45°C penurunan kadar air bahan selama 30 menit dapat mencapai 41%, sedangkan laju penurunan kadar air terendah adalah pada suhu 40°C dan waktu pengeringan. dari 150 menit, yaitu 2%.

Data hasil % kadar air daun kersen dengan pemanasan 35 °C, 40 °C, dan 45 °C selama 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit dan 150 menit kemudian dianalisis menggunakan uji Two Way ANOVA dimana dalam penelitian

ini digunakan 2 variabel untuk melihat bagaimana pengaruh suhu pemanasan dan waktu pemanasan terhadap kadar air teh daun katuk. Hasil uji Two Way ANOVA pada saat pemanasan menunjukkan $F_{hitung} = 172,7518$ dan $F_{tabel} = 3,837853$ sehingga $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka dapat disimpulkan bahwa lama pemanasan berpengaruh nyata terhadap kadar air daun kersen. Hasil uji Two Way ANOVA pada temperatur pemanasan menunjukkan $F_{hitung} = 46,90909$ dan $F_{tabel} = 4,45897$ Nilai $F >$ dari F_{crit} , dapat disimpulkan bahwa suhu pemanasan berpengaruh nyata terhadap kadar air daun kersen.

Analisis Laju Pengeringan

Sifat bahan dan kondisi operasi selama pengeringan merupakan hal-hal yang mempengaruhi laju pengeringan suatu bahan. Dimana kondisi operasi tergantung pada suhu pengeringan, tekanan, kelembaban, waktu pengeringan dan arah udara pengeringan [8].



Gambar 3. Pengaruh lama pengeringan terhadap laju pengeringan daun kersen

Menurut Fithriani (2016), laju pengeringan mengalami penurunan yang berarti terjadi penurunan laju pengeringan *E. cottonii* dengan bertambahnya lama waktu pengeringan rumput laut *E. cottonii*. Hal yang terjadi ketika laju pengeringan menurun adalah proses difusi dimana terdapat mekanisme fisis yang menonjol dalam pergerakan kadar air dalam bahan [9]. Hal ini sesuai dengan Gambar 2. Laju pengeringan terbesar pada suhu 40 °C dan 45 °C pada menit ke-30, yaitu 1.367 Kg H₂O/Kg padatan/menit.

Analisis Model Pengeringan

Koefisien determinasi merupakan model yang tepat untuk digunakan secara statistik dalam memilih model pengeringan yang sesuai. Indikator yang digunakan untuk model pengeringan yang paling tepat adalah dengan melihat nilai R² yang lebih tinggi [10].

Tabel 1. Model laju pengeringan Newton dan Page

Model	Suhu (°C)	R ²	RMSE	Persamaan laju pengeringan
Newton	35	0,4146	0,7768	MR=exp-(0,007t)
	40	0,8301	0,6299	MR=exp-(0,0016t)
	45	0,9867	0,5829	MR=exp-(0,0029t)
Halaman	35	0,5535	0,9007	MR=exp-(0,0719 t ^{0,587})
	40	0,5923	0,8335	MR=exp-(3,8876 t ^{1,478})
	45	0,9904	0,8260	MR=exp-(3,4137 t ^{0,5679})

Berdasarkan data korelasi pada tabel 1 diketahui bahwa nilai R² untuk model Newton dan Page hampir mendekati 1. Jadi jika melihat nilai R² maka model Page dan model Newton sama-sama cocok. Sedangkan nilai RMSE yang mendekati nol terdapat pada model Newton dengan temperatur 45°C dengan nilai RMSE sebesar 0,5829 dengan nilai R² terbaik sebesar 0,9867 dengan k = 0,0029. Sehingga dari data pada tabel 1 dapat disimpulkan bahwa model Newton merupakan model pengeringan yang paling sesuai.

Hasil Uji Kadar Air

Berdasarkan pengujian pada pengeringan daun kersen yang dilakukan dengan menggunakan oven pada suhu 40°C pada waktu 30 menit, 45 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit diperoleh hasil sebagai berikut.



Gambar 4. Pengaruh lama pengeringan terhadap kadar air daun kersen pada suhu 40 °C

Berdasarkan Gambar 4 didapatkan kadar air terkecil sebesar 10% diperoleh pada perlakuan lama pengeringan 120 menit, sedangkan kadar air terbesar sebesar 59% dengan perlakuan waktu pengeringan 30 menit. Sehingga dapat dikatakan bahwa lama pengeringan dapat menyebabkan kadar air berkurang karena berbanding lurus dengan jumlah energi panas yang diterima bahan dan jumlah air yang diuapkan dalam bahan sehingga menyebabkan berat bahan menjadi mengurangi. Hal ini sejalan dengan pernyataan S. Abasi [11] yang menyatakan bahwa kadar air sampel akan menurun dengan bertambahnya waktu dan suhu pengeringan. Menurut Anggraeni [7] bahwa semakin besar suhu pengeringan yang digunakan dan semakin lama waktu pengeringan mempengaruhi penurunan kadar air maka semakin besar pula persentase penurunan kadar airnya.

Uji Rendemen

Rendemen pada ekstraksi ini dinyatakan dalam rendemen ekstrak basah dan rendemen ekstrak kering. Dimana rendemen ekstrak basah adalah rendemen yang masih memiliki kandungan air pada bahan yaitu kadar air serbuk daun kersen. Sedangkan rendemen ekstrak kering adalah rendemen ekstrak basah yang telah dikurangi kadar airnya pada serbuk daun kersen. Penelitian pada daun kersen dengan pelarut etanol dengan variasi waktu pengeringan yaitu 30 menit, 45 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit dengan waktu ekstraksi sonikasi 30 menit diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 2. Rendemen ekstrak basah pada variasi waktu pengeringan pada suhu 40 °C

Waktu (menit)	Hasil ekstrak basah	
	Massa (gram)	Massa (%)
30	3.41	34.1
45	3.38	33.8
60	3.21	32.1
90	3.13	31.3
120	3.05	30.5

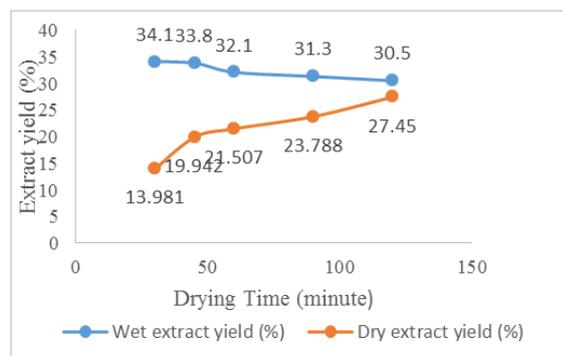
Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa rendemen tertinggi diperoleh dari waktu pengeringan yang paling singkat. Semakin lama waktu pengeringan, semakin rendah rendemen ekstrak daun kersen. Jika periode pengeringan lebih lama, dapat memaksimalkan kontak bahan dengan panas sehingga meningkatkan periode kontak dan rendemen yang diperoleh lebih sedikit. Hal ini disebabkan oleh pengaruh kadar air dalam ekstrak. Karena semakin lama waktu pengeringan maka kadar air dalam ekstrak semakin rendah [12]. Penelitian yang dilakukan oleh Wahyunindiani [13] mengenai perbedaan suhu dan waktu pengeringan serbuk sirsak pada antioksidan menyimpulkan bahwa semakin lama waktu pengeringan dapat menurunkan nilai rendemen.

Tabel 3. Perbandingan rendemen ekstrak basah dan rendemen ekstrak kering pada waktu pengeringan

Waktu pengeringan (menit)	Hasil ekstrak basah (%)	Hasil ekstrak kering (%)
30	34.1	13.981
45	33.8	19.942
60	32.1	21.507
90	31.3	23.788
120	30.5	27.45

Berdasarkan Tabel 3 yang merupakan tabel hasil rendemen ekstrak basah dikurangi kadar air pada bahan, rendemen ekstrak kering tertinggi diperoleh pada perlakuan lama pengeringan 120 menit yaitu 27,45%, sedangkan rendemen terendah pada perlakuan Perlakuan lama pengeringan 30 menit yaitu 13,981%. Hal ini membuktikan bahwa kadar air dalam bahan sangat berpengaruh terhadap rendemen ekstrak. Hal ini sejalan dengan pernyataan Muchtadi dalam hasil penelitian

teh kulit melinjo ditemukan bahwa kadar air dalam sampel menunjukkan perbandingan yang lurus antara kadar air dengan nilai rendemen dimana semakin lama waktu pengeringan maka kadar air semakin rendah [14]. Hal ini juga terjadi pada hasil.



Gambar 5. Perbandingan rendemen ekstrak basah dan rendemen ekstrak kering pada waktu pengeringan

Pada Gambar 5 merupakan grafik perbandingan rendemen ekstrak basah dan rendemen ekstrak kering terhadap waktu pengeringan. Rendemen ekstrak kering memiliki hasil yang paling baik pada perlakuan waktu pengeringan 120 menit karena memiliki kadar air paling sedikit yaitu 27,45%. Nilai ini diperoleh dengan cara mengurangi kadar ekstrak basah dengan kadar air pada bahan sehingga diperoleh rendemen ekstrak kering yaitu rendemen tanpa kadar air.

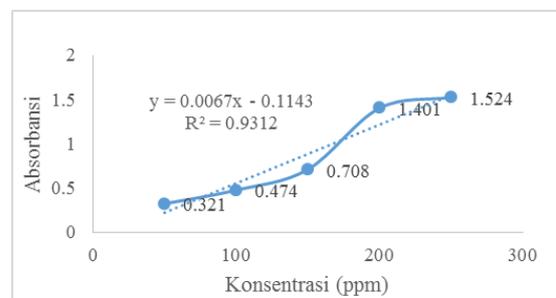
Uji Flavonoid

Pengujian flavonoid dilakukan terhadap waktu pengeringan bahan. Untuk penentuan serapan flavonoid digunakan kuersetin sebagai standar dengan seri konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm dan 250 ppm. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 415 nm.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Flavonoid pada Panjang Gelombang 415 nm dengan Spektrofotometer UV-Vis

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
50	0,321
100	0,474
150	0,708
200	1,401
250	1,524

Dari data absorbansi pada Tabel 4 dibuat grafik hubungan konsentrasi dan absorbansi flavonoid seperti pada Gambar 4.3 sehingga diperoleh persamaan regresi yaitu $Y = 0,0067x - 0,1143$ dengan nilai $R^2 = 0,9312$.



Gambar 6. Hasil pengukuran absorbansi larutan standar flavonoid pada panjang gelombang 415 nm dengan spektrofotometer UV-Vis

Setelah dilakukan pengukuran absorbansi ekstrak daun kersen terhadap lama pengeringan seperti pada Gambar 6 didapatkan nilai serapan ekstrak flavonoid tertinggi pada perlakuan waktu pengeringan 30 menit yaitu 0,57 dan nilai serapan terendah pada perlakuan waktu pengeringan 120 menit. waktu perawatan yaitu 0,263.



Gambar 7. Hasil Pengukuran Serapan Larutan Ekstrak Daun Ceri Pada Panjang

Gelombang 415 nm dengan Spektrofotometer UV-Vis

Pada Tabel 5, hasil konsentrasi ekstrak diperoleh dengan memasukkan nilai absorbansi yang diperoleh ke dalam persamaan regresi pada Gambar 5 yaitu $y = 0,0067x - 0,1143$ sehingga kandungan flavonoid total tertinggi diperoleh pada perlakuan lama pengeringan 30 menit yaitu 51,067 ppm atau 51,067 g/ml sedangkan kandungan flavonoid total terendah pada perlakuan lama pengeringan 120 menit yaitu 28,157 ppm atau 28,157 g/ml.

Tabel 5. Perhitungan kadar ekstrak dan kadar flavonoid total

Waktu pengeringan (menit)	Absorbansi	Konsentrasi ekstrak (ppm)	Kandungan flavonoid total (ppm)
30	0,570	102.134	51.067
45	0,567	101.687	50.843
60	0,300	61,836	30.918
90	0.298	61.537	30.769
120	0.263	56.313	28,157

Kandungan flavonoid total berhubungan dengan waktu pengeringan. Dari hasil penelitian diketahui bahwa kadar flavonoid menurun seiring dengan bertambahnya waktu pengeringan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kusuma bahwa suhu pengeringan yang tinggi dan waktu yang lebih lama menyebabkan kandungan flavonoid semakin rendah karena paparan panas dapat merusak beberapa komponen flavonoid dalam bahan [15].

Uji Antioksidan

Pengujian efektivitas antioksidan dilakukan dengan larutan standar DPPH pada konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm dan 250 ppm. Setelah itu, sampel diuji. Masing-masing konsentrasi dipipet sebanyak 0,5 ml larutan sampel dengan mikro pipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 3,5 ml larutan DPPH 0,004%. Kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 520 nm.

Tabel 6. Pengukuran absorbansi DPPH ekstrak daun kersen pada panjang gelombang 520 nm dengan Spektrofotometer UV-Vis

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	% Antioksidan	IC50
250	0,079	95.61	0,899
200	0,068	96.22	
150	0,060	96.67	
100	0,051	97.17	
50	0,048	97.33	

Hasil perhitungan menggunakan analisis regresi linier dengan nilai IC50 diperoleh dari persamaan $Y = -55,556x + 100$. Dimana nilai x adalah IC50 dan y bernilai 50. Berdasarkan tabel 4.6 nilai IC50 ekstrak daun kersen adalah 0,899 ppm termasuk antioksidan kuat.

KESIMPULAN

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah:

1. Model Newton adalah model pengeringan yang sesuai yang diperoleh nilai R2 terbaik adalah 0,9867 dengan $k=0,0029$ dengan nilai RMSE = 0,5828
2. Pada ekstraksi daun kersen menggunakan metode ultrasonik dengan pelarut etanol diperoleh rendemen murni tertinggi terdapat pada perlakuan dengan lama pengeringan 120 menit yaitu 27,45%, sedangkan rendemen murni terendah terdapat pada perlakuan dengan lama pengeringan 30 menit yaitu 13,981%.
3. Analisis kadar flavonoid menggunakan spektrofotometer UV-Vis 415 nm, diperoleh Kandungan flavonoid total tertinggi terdapat pada perlakuan waktu pengeringan 30 menit yaitu sebesar 51,067 ppm atau 51,067 g/ml
4. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun kersen memiliki nilai IC-50. IC-50 ekstrak daun kersen adalah 0,899 ppm yang merupakan antioksidan kuat yang berpotensi baik untuk digunakan sebagai antioksidan alami.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi atas pendanaan program berupa insentif yang diberikan kepada mahasiswa dalam

mewujudkan inovasi dan kreativitas mandiri yang bermanfaat bagi masyarakat, dalam Program Indonesia Talenta Inovasi Indonesia 2021. LPPM dan Jurusan Magister Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta Indonesia atas segala fasilitas dan dukungan yang diberikan selama menempuh studi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hendrawati, T. Y., Utami, A. D., Nugrahani, R. A., Hasyim, U. H., & Ramadhan, A. I. (2019, November). The effects of types and concentrations of adsorbents on aloe vera gel opacity. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 674, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.
- [2] Ismiyati, I., Sari, F., Nugrahani, R. A., & Ramadhan, A. I. (2018). Effects of Drying TIME on Yield and Moisture Content of “Sumahe” Powdered Drink Using Spray Dryer. *Aceh International Journal of Science and Technology*, 7(3), 144-149.
- [3] Ditjen POM. Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat. Cetakan Pertama. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.2000.hal 10-11
- [4] Sindhe AM, Bodke YD, and Chandrashekar A., 2013, Antioxidant and in vivo anti-hyperglycemic activity of *Muntingia calabura L.* leaves extracts. *Der Pharmacia Lettre*. 5 (3)
- [5] Matkowski A, Hajones M, SkalickaWozniak K, Slusarczy K. 2009. Antioxidant activity of polyphenols from *Lycopus lucidus Turcz.* *Food Chem* 113: 134-138
- [6] Rauf R.F, 2021. Pemodelan Kinetika Pengerinan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Menggunakan Pengerin Surya Efek Rumah Kaca. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. Volume 7 Nomor 1 Februari (2021): 139-152
- [7] Anggraeni S.A, Hendrawati T.Y, Ismiyati. 2020. The Influence of Operation Conditions of Gedi Leaf Drying Process (*Abelmoschus Manihot. L*) On Antioxidant Activity. *Journal of Applied Science and Advanced Technology* Volume 3 No. 2 December 2020
- [8] Fithriani, D., L. Assadad, Z. A. Siregar. 2016. Karakteristik dan Model Matematika Kurva Pengerinan Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. *JPB Kelautan dan Perikanan* Vol. 11 (2): 159 – 170.
- [9] Sinha, N., Hui, Y. H., Özgül, E., Siddiq, M., & Ahmed, J. (2010). *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing*. John Wiley & sons.
- [10] Kaushal P, Sharma HK. 2013. Convective dehy- dration kinetics of noodles prepared from taro (*Colocasia esculenta*), rice (*Oryza sativa*) and pigeonpea (*Cajanus cajan*) flours. *Agric Eng Int: CIGR J* 15: 202 – 212
- [11] S. Abasi, S. M. Mousavi, M. Mohebi and S. Kiani. 2009. Effect of Time and Temperature on Moisture Content, Shrinkage, and Rehydration of Dried Onion. *Iranian Journal of Chemical Engineering* Vol. 6, No. 3 (Summer), 2009, IACHe
- [12] Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1984. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty Press. Yogyakarta
- [13] Wahyunindiani, D, Y., S. Wijana., sucipto. 2015. Pengaruh perbedaan suhu dan waktu pengeringan terhadap aktivitas antioksidan bubuk daun sirsak (*Annona muricata L.*). Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- [14] Muchtadi, T. R. dan Sugiyono. 1989. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [15] Kusuma, S., K. Putra, dan T. Darmayanti. 2019. Pengaruh suhu pengeringan terhadap aktivitas antioksidan teh herbal kulit kakao (*Theobroma cacao L.*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* Vol: 8(1): 85-93