



Penentuan Kondisi Operasi Optimum Proses Ekstraksi Zat Warna Alami Dari Daun Senduduk (*Melastoma malabathricum*) Serta Penentuan Jenis Dan Konsentrasi Pengawet Ekstrak

Erina Endah Kusuma Wardani¹, Edia Rahayuningsih^{2,3}, Aswati Mindaryani^{2,3}

¹Program Studi Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta, 55281, Indonesia

erinaendahkusumawardani@mail.ugm.ac.id

²Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta, 55281, Indonesia

amindaryani@ugm.ac.id

³Indonesia Natural Dye Institute, Universitas Gadjah Mada, Jl. Kaliurang KM. 4 Sekip Utara Yogyakarta, Kampus UGM, Yogyakarta, 55281, Indonesia

Corresponding author email: edia_rahayu@ugm.ac.id

Abstract: *Senduduk (Melastoma malabathricum) is a common wild plant found in shrubs. This plant has the potential to be a natural dye source, as its leaves contain tannins, flavonoids, saponins, anthocyanins, and carotenoids. The use of natural dyes in textiles needs to be massively enhanced to reduce the negative impact of synthetic dyes on the environment. This experiment aims to determine the optimum operating conditions for extraction and to determine the effective concentration of preservatives to inhibit biodegradation reactions in natural dye extracts from Senduduk leaves. Variables observed in the extraction process include time, temperature, and the ratio of the weight of the material to the solvent. The content of natural dyes in the extract was analyzed using gravimetric methods. The optimization of natural dye content with time, temperature, and the ratio of the weight of the material to the solvent volume was performed using Response Surface Methodology (RSM) with the Box-Behnken model. To determine the concentration of preservatives, chitosan and tannic acid were added to the natural dye extract, and storage was conducted for 20 days. Every 2 days, the extract was taken for analysis of natural dye concentration using gravimetric methods. The results of the study indicate that the optimum operating conditions for extraction were 45 minutes of time, 90°C temperature, and a ratio of the weight of the material to the solvent volume of 1:10 g/mL resulted in a natural dye content of 19.164%. The most effective preservative used to preserve natural dye extracts from Senduduk leaves is 0.50% tannic acid.*

Keywords: *Natural dyes, Extraction, Senduduk, Response Surface Method, Biodegradation*

Abstrak: Tumbuhan Senduduk (*Melastoma malabathricum*) merupakan tanaman liar yang mudah ditemukan pada semak. Tanaman ini memiliki potensi sebagai sumber pewarna alami, karena daun tumbuhan ini terdapat kandungan tanin, flavonoid, saponin, antosianin, dan karetonoid. Penggunaan pewarna alami pada tekstil perlu ditingkatkan secara masif untuk mengurangi dampak negatif pewarna sintesis pada lingkungan. Pada percobaan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi operasi optimum ekstraksi dan menentukan konsentrasi bahan pengawet yang efektif untuk menghambat reaksi biodegradasi pada ekstrak pewarna alami dari daun senduduk. Variabel yang diamati dari proses ekstraksi yaitu waktu, suhu, dan rasio berat bahan terhadap volume pelarut. Kandungan pewarna alami dalam ekstrak dianalisis menggunakan metode gravimetri. Adapun optimasi kadar zat warna alami dengan variabel waktu, suhu, dan rasio berat bahan terhadap volume pelarut dilakukan menggunakan *Response Surface Methodology (RSM)* dengan *Box-Behnken model*. Untuk menentukan konsentrasi bahan pengawet, ekstrak pewarna alami ditambahkan kitosan dan asam tanat kemudian dilakukan penyimpanan selama 20 hari. Setiap 2 hari ekstrak diambil untuk dilakukan analisis konsentrasi zat warna alami menggunakan metode gravimetri. Hasil penelitian menunjukkan kondisi operasi optimum ekstraksi adalah waktu 45 menit, suhu 90°C, dan rasio berat bahan terhadap volume pelarut 1:10 g/mL dihasilkan kadar zat warna alami sebesar 19,164%. Adapun pengawetan yang efektif yaitu menggunakan asam tanat 0,50%.

Kata kunci: Pewarna alami, Ekstraksi, Senduduk, *Response Surface Method*, Biodegradasi

I. PENDAHULUAN

Senduduk (*Melastoma malabathricum*), yang dikenal dengan nama daerah Heredong (Sunda), Kluruk, dan Senggani (Jawa) merupakan tanaman liar yang dapat tumbuh pada tempat yang mendapat cukup sinar matahari. Senduduk dapat ditemukan pada semak dan hutan di berbagai wilayah di Indonesia. Akan tetapi, tanaman ini kurang dimanfaatkan secara optimal. Daun tumbuhan ini memiliki berbagai senyawa aktif seperti tanin, steroid, fenol, flavonoid, saponin, polifenol, dan karetonoid [1].



Kandungan tanin pada daun senduduk sebesar 3,53%, polifenol sebesar 4,35%, dan flavonoid sebesar 4,403% [2], yang berpotensi sebagai bahan baku untuk pewarna alami tekstil. Peningkatan penggunaan pewarna alami pada industri tekstil mempunyai dampak yang signifikan dalam mengurangi beban lingkungan yang diakibatkan oleh pewarna sintetis. Pewarna alami yang berasal dari tumbuhan seperti senduduk mempunyai keunggulan, yaitu ramah lingkungan dan berkelanjutan. Namun, sebagian besar industri tekstil masih menggunakan pewarna sintetis karena mempunyai banyak keunggulan diantaranya mudah didapat, ketersediaan warna terjamin, memiliki beragam jenis warna, lebih praktis, lebih ekonomis, dan lebih tahan pada berbagai kondisi lingkungan, walaupun mencemari lingkungan.

Pewarna alami dari ekstrak daun senduduk apabila diaplikasikan pada kain katun akan menghasilkan warna *Banana*, kain yang difiksasi dengan tawas berwarna *Khaki I*, kain yang difiksasi menggunakan kapur sirih berwarna *Light goldenrod*, dan kain yang difiksasi menggunakan tunjung berwarna *Sgi Gray 36* [3]. Permasalahan utama dari pewarna alami yaitu cara menjaga stabilitas zat warna selama proses pengolahan dan penyimpanan agar tidak terjadi kerusakan yang kemudian dapat mengalami degradasi warna. Faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan zat warna alami yaitu suhu, oksigen, pH, dan cahaya. Selain itu, metode yang digunakan untuk mengekstrak pewarna alami dari tanaman juga mempengaruhi kualitas warna yang dihasilkan [4].

Peningkatan waktu, suhu, dan rasio berat bahan terhadap voume pelarut akan berpengaruh terhadap kandungan zat warna alami yang diekstraksi. Peningkatan suhu ekstraksi akan meningkatkan kelarutan zat warna alami kedalam solven, sehingga semakin banyak zat warna alami yang terekstraksi [5]. Suhu ekstraksi yang terlalu tinggi dan waktu ekstraksi yang terlalu lama dapat mengakibatkan kerusakan zat warna alami dalam larutan ekstrak. Namun suhu ekstraksi yang terlalu rendah dan waktu ekstraksi yang relatif singkat akan menghasilkan rendemen yang rendah. Waktu ekstraksi yang terlalu lama dapat mengakibatkan hidrolisis berlebihan pada ekstrak, sementara waktu ekstraksi yang singkat mungkin tidak cukup untuk mengekstrak semua senyawa aktif yang terkandung dalam bahan [6]. Pada proses ekstraksi zat warna alami dari daun senduduk, *Response Surface Methodology* (RSM) digunakan untuk memahami bagaimana setiap faktor mempengaruhi hasil ekstraksi dan bagaimana mengatur faktor-faktor tersebut secara optimal untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Kombinasi faktor terbaik dapat ditentukan dengan *Box-Behnken Design* (BBD), yang telah terbukti dapat digunakan untuk optimasi kandungan bioaktif termasuk flavonoid dan tanin [7]. Pada percobaan ekstraksi daun senduduk menggunakan desain *Box-Behnken* dalam penyusunan eksperimen, dengan tiga variabel dan tiga level. Setiap variabel proses dikodekan menjadi tiga tingkat yaitu (-1, 0, dan +1) yang mewakili nilai terendah, tengah, dan tertinggi sesuai yang tertera pada Tabel 1. Model persamaan RSM yang digunakan dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} X_i^2 + \sum \sum_{i < j = 2}^k \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon \quad (1)$$

Dimana : $i = 1, 2, 3$ dan $n = 3$

Tabel 1. Variabel dan Kode Interval Box-Behnken

Variabel Bebas	Faktor	Kode Interval		
		-1	0	1
Waktu	X ₁	5	25	45
Suhu	X ₂	50	70	90
Rasio bahan terhadap volume pelarut	X ₃	1:6	1:8	1:10

Pewarna alami dapat diekstraksi dengan menggunakan pelarut berbasis air dan dapat langsung digunakan sebagai pewarna tekstil. Namun, larutan berbasis air memiliki kerentanan terhadap kerusakan selama masa penyimpanan. Senyawa organik yang disimpan dalam bentuk larutan untuk

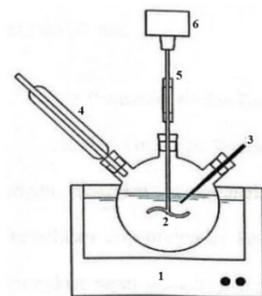
jangka waktu yang lama dapat mengalami degradasi karena menjadi tempat tumbuhnya mikroorganisme. Untuk mencegah pertumbuhan mikroba dan degradasi pewarna alami, senyawa alami anti mikroba dapat ditambahkan ke dalam larutan. Penambahan kitosan dalam larutan asam asetat 2% efektif untuk menghambat reaksi biodegradasi zat warna alami [8] dan penambahan asam tanat pada ekstrak terbukti dapat menghambat terjadinya reaksi oksidasi [9]. Oleh karena itu, kitosan dan asam tanat digunakan sebagai pengawet ekstrak zat warna alami dari daun senduduk.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu : daun senduduk, aquades, etanol 96%, asam asetat, asam tanat, dan kitosan.

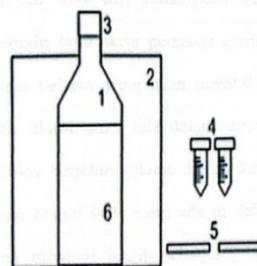
2.2. Alat



Gambar 1. Rangkaian Alat Ekstraksi

Keterangan :

1. Pemanas mantel
2. Labu leher tiga
3. Termometer
4. Pendingin
5. Pengaduk
6. Motor pengaduk



Gambar 2. Rangkaian Alat Percobaan Pengawetan

Keterangan :

1. Botol kaca
2. Aluminium foil
3. Penutup
4. *Centrifuge tube*
5. *Petri dish*
6. Ekstrak pewarna + zat aditif

2.3. Prosedur Kerja

Pada percobaan ini dibagi menjadi dua, yang pertama ialah menentukan kondisi operasi pada proses ekstraksi zat warna alami daun senduduk dan yang kedua yaitu menentukan jumlah optimum penambahan zat pengawet kitosan dan asam tanat untuk pengawetan pewarna alami dari daun senduduk

2.3.1. Penentuan Kondisi Operasi Optimal Pada Proses Ekstraksi Zat Warna Alami Dari Daun Senduduk dengan Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM)

Rangkaian alat proses ekstraksi daun senduduk ditampilkan pada Gambar 1. Proses ekstraksi daun senduduk dijalankan dengan 3 variabel, yaitu waktu (5 menit, 25 menit, dan 45 menit), suhu (50°C, 70°C, dan 90°C) dan rasio berat bahan terhadap volume pelarut (1:6, 1:8, dan 1:10 g/mL). Percobaan dirancang berdasarkan model *Box-Behnken* seperti pada Tabel 2 dan dilakukan sebanyak 15 kali percobaan. Selanjutnya, analisis kadar zat warna alami dalam ekstrak daun senduduk dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri. Analisis gravimetri dimulai dengan menimbang *petri dish* kosong menggunakan neraca analisis digital. Ekstrak pewarna alami pekat sebanyak 5 mL kemudian



dimasukkan ke dalam *petri dish*, lalu dioven pada suhu 70°C hingga mencapai berat konstan selama 2-3 jam. Selanjutnya, dilakukan pendinginan dalam desikator selama 15 menit. *petri dish* yang mengandung ekstrak pewarna alami pekat kemudian ditimbang menggunakan neraca analitis digital, dan hasilnya dicatat sebagai berat zat warna alami. Pengukuran kadar zat warna alami diulang sebanyak tiga kali, dan diambil nilai rata-ratanya.

Tabel 2. Desain Percobaan *Box-Behnken Model* Untuk Optimasi Ekstraksi

Percobaan ke	Waktu (menit)	Suhu (°C)	Rasio (g/mL)	Yzwa (%)
1	45	70	1:10	Y1zwa
2	45	70	1:6	Y2zwa
3	45	50	1:8	Y3zwa
4	45	90	1:8	Y4zwa
5	5	70	1:10	Y5zwa
6	25	90	1:10	Y6zwa
7	5	90	1:8	Y7zwa
8	5	50	1:8	Y8zwa
9	5	70	1:6	Y9zwa
10	25	50	1:10	Y10zwa
11	25	50	1:6	Y11zwa
12	25	70	1:8	Y12zwa
13	25	90	1:6	Y13zwa
14	25	70	1:8	Y14zwa
15	25	70	1:8	Y15zwa

2.3.2. Penentuan Jumlah Optimum Bahan Pengawet yang Ditambahkan dalam Larutan Ekstrak Daun Senduduk

Variabel bebas dari percobaan ini yaitu: variasi konsentrasi kitosan dan asam tanat, sedangkan variabel terikat yaitu : konsentrasi zat warna alami. Rangkaian alat proses pengawetan zat warna alami dari ekstrak daun senduduk ditampilkan pada Gambar 2. Pertama-tama hasil ekstraksi disaring dan dipisahkan dari padatnya dengan menggunakan *centrifuge*. Larutan ekstrak bebas padatan kemudian dimasukkan ke dalam botol kaca gelap dan ditambahkan bahan pengawet kitosan dan asam tanat dengan berbagai konsentrasi yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Desain Percobaan Berdasarkan *Box-Behnken* Untuk Optimasi Ekstraksi

No.	Jenis Bahan Pengawet		Komposisi Bahan Pengawet Dalam 100mL Ekstrak Daun Senduduk, mL	Konsentrasi
	Jenis Pengawet	Bahan Pengawet		
1.	Kitosan	2,5 gram kitosan dalam 100mL asam aasetat 2%	0	0%
			6	0,15%
			12	0,30%
2.	Asam Tanat	1 gram dalam 100mL akuades	0	0%
			0,25	0,25%
			0,5	0,50%

Kemudian setiap selang waktu 2 hari diambil 10mL larutan, lalu disentrifugasi selama 10 menit. Beningan pada ekstrak diambil sebanyak 5 mL, lalu dianalisis kadar zat warna alami dengan menggunakan metode gravimetri. Untuk penentuan konsentrasi zat warna alami dalam larutan ekstrak dilakukan pada hari ke-0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, dan 20. Dari percobaan tersebut maka dapat diketahui penurunan konsentrasi zat warna alami.



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Menentukan Kondisi Operasi Optimal pada Ekstraksi Daun Senduduk dengan Menggunakan Response Surface Method (RSM)

Hasil percobaan pada proses ekstraksi, didapatkan kadar zat warna alami (Yzwa) dalam ekstrak daun senduduk yang ditampilkan pada Tabel 4.

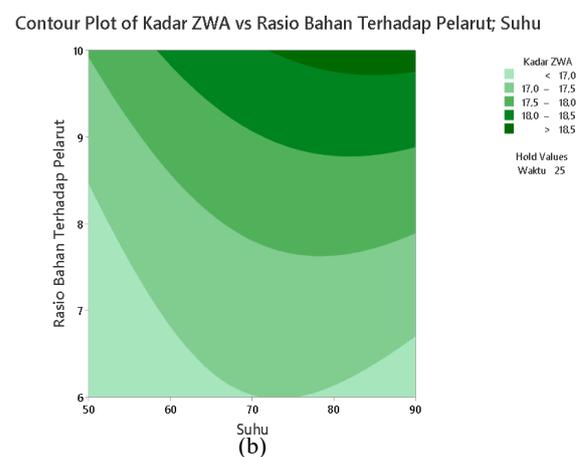
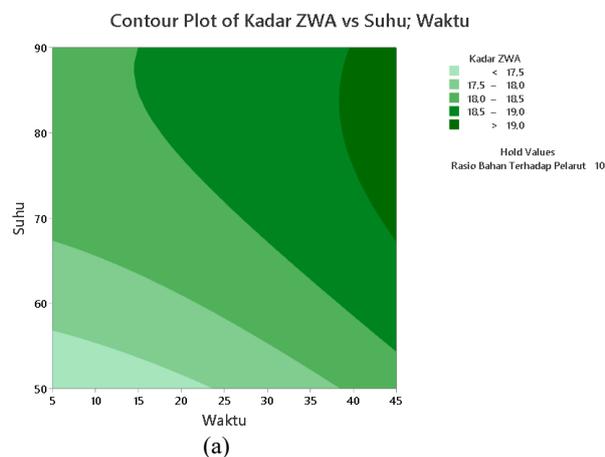
Tabel 4. Hasil Percobaan Ekstraksi dengan Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM)

Percobaan ke	Waktu (menit)	Suhu (°C)	Rasio (g/mL)	Yzwa (%)
1	45	70	1:10	19,2400
2	45	70	1:6	17,8720
3	45	50	1:8	17,5040
4	45	90	1:8	18,0053
5	5	70	1:10	17,9733
6	25	90	1:10	18,6067
7	5	90	1:8	17,4080
8	5	50	1:8	16,4640
9	5	70	1:6	16,3280
10	25	50	1:10	17,5333
11	25	50	1:6	16,5720
12	25	70	1:8	18,0000
13	25	90	1:6	16,7560
14	25	70	1:8	17,3600
15	25	70	1:8	17,3493

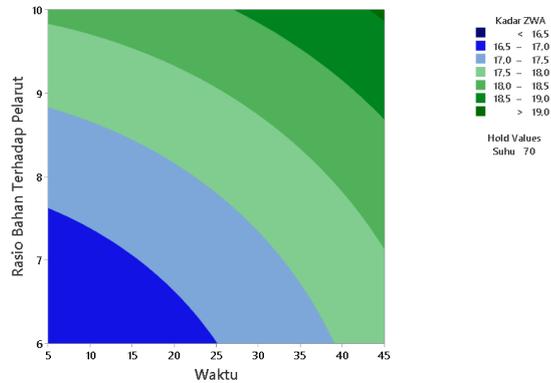
Setiap respon dari hasil percobaan dianalisis menggunakan program Minitab untuk menentukan signifikansi analisis respon antar variable dan untuk mengetahui model yang disarankan oleh program. Pada percobaan ini dihasilkan model sebagai berikut :

$$Yzwa = 13,3369 + 0,045X_1 + 0,1038X_2 - 0,5894X_3 - 0,0003X_1X_2 - 0,0018X_1X_3 + 0,0055X_2X_3 + 0,0003X_1^2 - 0,0009X_2^2 + 0,038X_3^2 \quad (2)$$

Dari persamaan (2), variabel yang berpengaruh terhadap kadar zat warna alami pada ekstraksi daun senduduk yaitu waktu (X_1), suhu (X_2), dan rasio berat bahan terhadap volume pelarut (X_3). Pada persamaan didapatkan nilai R^2 sebesar 94,91%, yang berarti faktor waktu, suhu, dan rasio bahan terhadap volume pelarut sebesar 94,91%, sementara 5,09% sisanya dijelaskan oleh faktor-faktor lain yang tidak termasuk dalam model.



Contour Plot of Kadar ZWA vs Rasio Bahan Terhadap Pelarut; Waktu



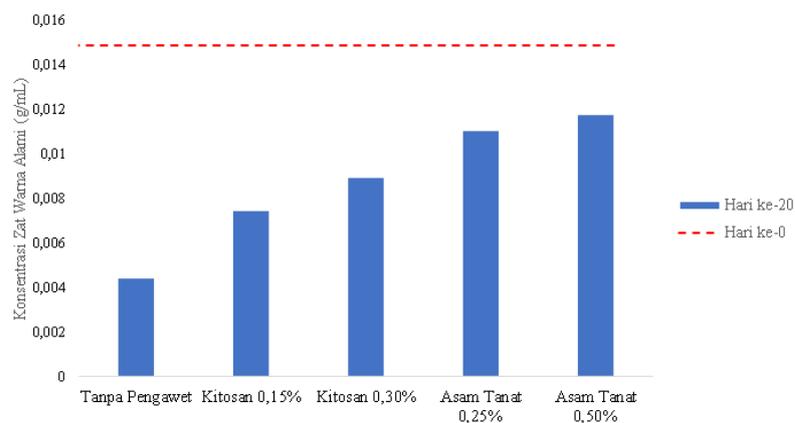
(c)

Gambar 3. Surface Plot (a) Waktu vs Suhu, (b) Suhu vs Rasio Bahan Terhadap Pelarut, (c) Waktu vs Rasio Bahan Terhadap Volume Pelarut

Hasil percobaan pada Gambar 3 (a) menunjukkan bahwa kadar zat warna alami dalam ekstrak paling besar yaitu 18,5-19,0% berada pada waktu 40-45 menit dan pada suhu 70-90°C. Pengaruh antara suhu dan rasio bahan terhadap volume pelarut pada Gambar 3 (b), menunjukkan bahwa kadar zat warna alami yang terdapat dalam ekstrak mencapai nilai terbesar yaitu 18,0-18,5% saat suhu 70-90°C dan rasio bahan terhadap volume pelarut 1:10-1:9 g/mL. Pada Gambar 3 (c) pengaruh antara waktu dan rasio bahan terhadap pelarut, dimana kadar zat warna alami terbesar yaitu sebanyak 18,5-19,0% pada waktu 27-45 menit dengan rasio bahan terhadap volume pelarut 1:10-1:9 g/mL. Dengan analisis menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) didapatkan kondisi operasi optimal yaitu pada waktu 45 menit, suhu 90°C, dan rasio berat bahan terhadap volume pelarut 1:10 g/mL dihasilkan kadar zat warna alami 19,164%.

3.2. Menentukan Konsentrasi Bahan Pengawet yang Efektif dalam Ekstrak Daun Senduduk

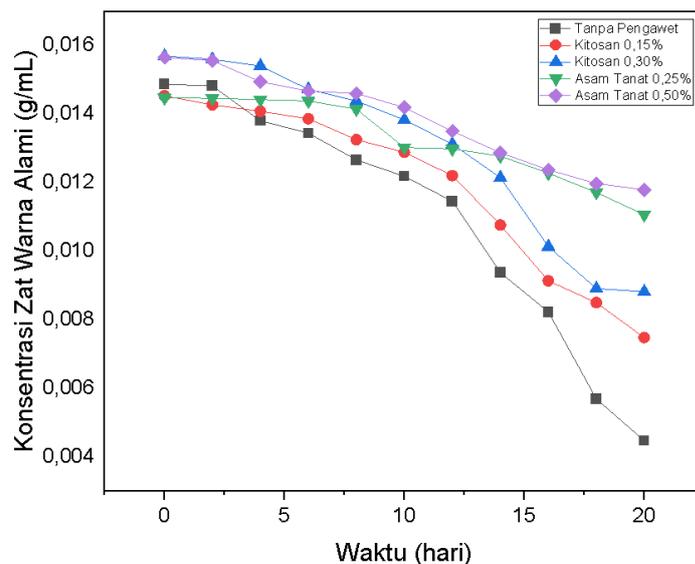
Pada percobaan pengawetan, dilakukan penyimpanan selama 20 hari dengan menambahkan berbagai jenis dan jumlah bahan pengawet dalam berbagai konsentrasi, Konsentrasi zat warna alami dalam ekstrak daun senduduk setelah 20 hari penyimpanan dibandingkan dengan konsentrasi awalnya.



Gambar 4. Konsentrasi zat warna alami daun senduduk selama 20 hari penyimpanan

Hasil percobaan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa konsentrasi zat warna alami dalam ekstrak daun senduduk menurun tajam dibandingkan dengan ekstrak zat warna alami yang ditambahkan bahan pengawet. Konsentrasi zat warna alami dalam ekstrak daun senduduk mula-mula sebesar 0,01488 g/mL. Setelah dilakukan 20 hari penyimpanan, konsentrasi zat warna alami tanpa penambahan

pengawet menurun menjadi 0,00447 g/mL. Pada percobaan ini, penurunan konsentrasi zat warna alami paling sedikit yaitu pada penambahan asam tanat 0,50% menurun menjadi 0,0118 g/mL. Pada ekstrak dengan penambahan kitosan 0,15% menurun menjadi 0,00748 g/mL, penambahan kitosan 0,30% menurun menjadi 0,00894 g/mL, dan penambahan asam tanat 0,25% menurun menjadi 0,01107 g/mL. Oleh karena itu, dari percobaan ini dapat dinyatakan bahwa ekstrak zat warna alami dari daun senduduk memerlukan pengawetan selama proses penyimpanan.



Gambar 5. Hubungan Konsentrasi Zat Warna Alami vs Waktu Penyimpanan Ekstrak Daun Senduduk

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa penambahan kitosan dan asam tanat dalam ekstrak daun senduduk dapat mengurangi pertumbuhan mikroorganisme. Penambahan pengawet asam tanat 0,50% menghasilkan penurunan konsentrasi zat warna alami lebih lambat dibandingkan dengan pengawet lainnya. Penambahan pengawet asam tanat 0,25% dan 0,50% dalam ekstrak zat warna menunjukkan tren penurunan yang hampir sama, dan mulai menurun secara perlahan pada hari ke sepuluh. Pada penambahan bahan pengawet kitosan 0,15% dan 0,30% dalam ekstrak zat warna alami menampilkan kurva yang mulai landai pada hari ke 12. Dari hasil percobaan ini, dapat disimpulkan bahwa kitosan dan asam tanat efektif sebagai pengawet dalam ekstrak zat warna alami dari daun senduduk [8] [9]. Pada penambahan pengawet asam tanat 0,50% lebih efektif dibandingkan dengan penambahan bahan pengawet lainnya. Asam tanat yang ditambahkan dalam larutan ekstrak dapat menghambat terjadinya degradasi pada larutan ekstrak .

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari proses ekstraksi zat warna alami menggunakan desain eksperimen *Response Surface Methodology* (RSM), menunjukkan kondisi operasi optimal yaitu : waktu 45 menit, suhu 90°C, dan rasio berat bahan terhadap volume pelarut 1:10 g/mL menghasilkan kadar zat warna alami sebesar 19,164%.

Pada proses pengawetan ekstrak zat warna alami, penambahan kitosan dan asam tanat dapat menghambat reaksi biodegradasi. Konsentrasi asam tanat 0,50% terbukti sebagai pengawet paling efektif untuk ekstrak zat warna alami dari daun senduduk.



REFERENSI

1. D. Safitri, O. Roanisca, dan R. Mahardika, “Potensi Ekstrak Daun Senduduk (*Melastoma malabathricum* Linn.) Sebagai Antibakteri terhadap *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus*,” *Chimica et Natura Acta*, vol. 9, no. 2, pp. 74–80, Aug. 2021, doi: 10.24198/cna.v9.n2.34582.
2. A. Roni, A. Astarly, dan ari Nawawi, “Uji Aktivitas Antioksidan, Penetapan Kadar Fenolik dan Flavonoid Total Ekstrak Etanol dari Daun, Batang, dan Kulit Batang Karamunting (*Melastoma malabathricum* L.)”, 2018.
3. E. Azizah dan A. Hartana., “Pemanfaatan Daun Harendong (*Melastoma malabathricum*) Sebagai Pewarna Alami Untuk Kain Katun,” Bogor, Maret 2018. [Online]. Available: <http://cloford.com/resources/colours/500col>
4. E. Rahayuningsih, T. Marfitania, M. Pamungkas, dan W. Fatimah, “Optimization of Cotton Fabrics Dyeing Process Using Various Natural Dye Extracts,” *Jurnal Rekayasa Proses*, vol. 16, no. 1, pp. 58–65, Jul. 2022, doi: 10.22146/jrekpros.70397.
5. A. Mindaryani, E. Rahayuningsih, A. Zahra, dan E. E. K. Wardani, “Mass Transfer of Natural Dye Extraction and the Degradation Rate,” *ASEAN Journal of Chemical Engineering*, vol. 23, no. 3, pp. 400–408, Dec. 2023, doi: 10.22146/ajche.90844.
6. A. Martua Ibrahim dan F. Heppy Sriherfyna, “Pengaruh Suhu Dan Lama Waktu Ekstraksi Terhadap Sifat Kimia Dan Fisik Pada Pembuatan Minuman Sari Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) Dengan Kombinasi Penambahan Madu Sebagai Pemanis,” Malang, Apr. 2015.
7. Z. L. Sheng, P. F. Wan, C. L. Dong, dan Y. H. Li, “Optimization Of Total Flavonoids Content Extracted From Flos Populi Using Response Surface Methodology,” *Ind Crops Prod*, vol. 43, no. 1, pp. 778–786, May 2013, doi: 10.1016/j.indcrop.2012.08.020.
8. E. Rahayuningsih, W. Budhijanto, R. I. Rosyid, dan Y. I. Ayuningtyas, “Pengawetan Ekstrak Zat Warna Alami dari Gambir (*Uncaria gambir*) dalam Pelarut Air,” *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, vol. 18, no. 1, p. 22, Jan. 2020, doi: 10.5614/jtki.2019.18.1.4.
9. V. Atika, E. Rahayuningsih, dan Budhijanto, “Pengaruh Penambahan Asam Organik Terhadap Perubahan Kualitas Ekstrak Daun Noja (*Peristrophe bivalvis*) Karena Terjadinya Reaksi Oksidasi,” *Kementrian Perindustrian*, vol. 38, no. 1, pp. 101–108, Jun. 2021, doi: 10.22322/dkb.V36i1.4149.