

**Karakteristik Ekstrak Aseton Pewarna Alami Daun Singkong (*Manihot Esculenta* C.)
pada Perlakuan Ukuran Partikel Bahan dan Lama Maserasi**

The Characteristics of Natural Dyes Acetone Extract Cassava Leaves (*Manihot Esculenta* C.) on The Treatment of Material Particle Size and Maceration Time

Ezra Elkana Karo Sekali, Ni Made Wartini*, Lutfi Suhendra

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia.

**email : md_wartini@unud.ac.id*

Abstract

Cassava is the third staple food source in Indonesia. The part of cassava that is generally used is the tuber, while the leaves are limited as vegetables. This study aims to know the effect of particle size and maceration time on the characteristics of acetone extract of cassava leaves as a natural dye and determine the best particle size and maceration time to obtain the acetone extract of natural coloring cassava leaves. This research used a randomized block design with factorial pattern with two factors namely, particle size (40, 60 and 80 mesh) and maceration time (24, 36 and, 48 hours). The data obtained were analyzed by analysis of variance. If the treatment had a significant effect, it would be followed by the Tukey test. The result showed that interactions had significant effect on the extract yield, chlorophyll b levels, brightness level L*, yellowish level b*, but had no effect on total chlorophyll levels, chlorophyll a level, redness level a*. Treatment of particle size 80 mesh and maceration time 36 hours, was the best treatment to produce acetone extract of cassava leaves as a natural dye with extract yield 8.08%, total chlorophyll levels of 3.83, chlorophyll a levels of 2.05%, chlorophyll b levels of 1.77%, brightness level (L*) of 11.03, redness level (a*) of 10.29, yellowish level (b*) of 2.83.

Keywords: *cassava leaves, acetone extract, maceration time, natural dyes, particle size.*

Abstrak

Singkong merupakan sumber bahan pangan pokok ketiga di Indonesia. Bagian singkong yang umumnya dimanfaatkan adalah umbinya, sedangkan daunnya terbatas sebagai sayuran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel dan lama maserasi terhadap karakteristik ekstrak aseton pewarna alami daun singkong dan menentukan ukuran partikel dan lama maserasi terbaik untuk mendapatkan ekstrak aseton pewarna alami daun singkong. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Pola Faktorial dengan 2 Faktor yaitu Ukuran Partikel (40, 60 dan, 80 mesh) dan Lama Maserasi (24, 36, 48 jam). Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam dan apabila perlakuan berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Tukey. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, klorofil b, tingkat kecerahan (L*), tingkat kekuningan (b*) tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap klorofil total, klorofil a, kemerahan (a*). Perlakuan ukuran partikel 80 mesh dan lama maserasi 36 jam merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan ekstrak aseton pewarna alami daun singkong dengan karakteristik rendemen sebesar 8,08%, klorofil total sebesar 3,83%, klorofil a sebesar 2,05%, klorofil b sebesar 1,77%, tingkat kecerahan (L*) sebesar 11,03, tingkat kemerahan (a*) sebesar 10,29, tingkat kekuningan (b*) sebesar 2,83.

Kata kunci: *daun singkong, ekstrak aseton, lama maserasi, pewarna alami, ukuran partikel.*

PENDAHULUAN

Singkong merupakan sumber bahan pangan pokok ketiga setelah padi dan jagung di Indonesia. Singkong adalah anggota famili *Euphorbiaceae* yang biasa dimanfaatkan sebagai bahan makanan pokok setelah nasi. Bagian singkong yang umumnya

dimanfaatkan oleh masyarakat adalah bagian umbi sementara bagian daunnya masih terbatas untuk sayuran (Hasim *et al.*, 2016). Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan daun singkong adalah sebagai bahan baku pewarna alami pangan.

Warna merupakan salah satu daya tarik utama dan menjadi kriteria penting untuk pemilihan produk pangan (Rymbai *et al.*, 2011). Menurut Cahyadi (2009), berdasarkan sumbernya pewarna dibagi menjadi 2 golongan yaitu pewarna sintetis dan pewarna alami. Pewarna sintetis merupakan pewarna yang proses pembuatannya menggunakan asam sulfat yang seringkali terkontaminasi oleh arsen atau logam berat lain yang bersifat racun (Winarno dan Rahayu, 1994). Menurut (Fauziah *et al.*, 2016), mengkonsumsi pewarna sintetis secara berkepanjangan dapat menyebabkan kanker. Oleh karena itu, penggunaan pewarna sintetis perlu dibatasi dan lebih memilih pewarna alami sebagai pewarna makanan.

Pewarna alami merupakan zat pewarna yang diperoleh dari tumbuhan dan hewan (Winarno, 1997). Pewarna alami dapat berperan sebagai pemberi flavor, zat antimikroba, dan antioksidan. Pewarna alami lebih aman dikonsumsi dibanding pewarna sintetis karena pewarna alami dapat meningkatkan daya tahan dan kualitas pangan. Penelitian untuk mendapatkan pewarna alami dari tumbuhan sudah banyak dilakukan, diantaranya, daun suji oleh Aryanti (2016), kulit buah naga oleh Handayani dan Rahmawati (2013), daun juniper oleh Özdemir *et al.* (2016) kulit buah manggis oleh Kusumawati *et al.* (2017), biji kesumba keling oleh Rather dan Mohammad (2016), daun sorgum oleh Akogou *et al.* (2018) namun ekstrak pewarna dari daun singkong belum banyak dipublikasikan. Daun singkong (*Manihot esculenta* C.) merupakan salah satu tanaman yang dapat dijadikan sebagai pewarna makanan karena memiliki pigmen klorofil. Total klorofil yang ada pada daun singkong sebanyak 27,4667 mg/g, kedua tertinggi setelah daun papaya (Setiari dan Nurchayati, 2009). Beberapa contoh pigmen alami yang dapat digunakan sebagai pewarna makanan adalah klorofil (hijau), kurkuminoid (kuning), karotenoid (orange-merah), antosianin (ungu, biru, merah) (Limantara dan Rahayu, 2007). Salah satu cara untuk mendapatkan pigmen klorofil dari tanaman adalah dengan proses ekstraksi. Ekstraksi merupakan metode pemisahan komponen-komponen terlarut suatu campuran yang dipisahkan dari komponen yang tidak larut dalam pelarut (Hui, 1992). Pemisahan pelarut berdasarkan kaidah "like dissolved like" yang berarti suatu senyawa polar akan larut dalam pelarut polar dan juga sebaliknya, senyawa nonpolar akan larut dalam pelarut nonpolar (Sastroamidjojo, 1991). Proses ekstraksi bermula dari pencampuran bahan dengan pelarut kemudian terjadi kontak antar bahan dan pelarut sehingga pada bidang antar muka bahan ekstraksi dan pelarut terjadi difusi (Sudjadi, 1988). Faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi diantaranya: metode ekstraksi, jenis pelarut, ukuran partikel, dan lama ekstraksi.

Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode maserasi. Metode maserasi merupakan cara penyarian yang sederhana. Proses pengerjaan dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam pelarut. Metode maserasi dipilih karena metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil (Mukhriani *et al.*, 2014). Selain itu keuntungan dari metode maserasi juga yaitu prosedur dan peralatannya sederhana (Agoes, 2007). Ekstraksi menggunakan metode maserasi sudah banyak dilakukan, diantaranya maserasi bugenvil oleh Narayan *et al.* (2017), maserasi daun suji oleh Aryanti (2016) dan maserasi daun pandan wangi oleh Dwipayana *et al.* (2019).

Menurut Stahl (1969) polaritas pelarut berpengaruh terhadap daya larut. Indikator kelarutan pelarut dapat ditentukan dari nilai konstanta dielektrik dan nilai polaritas pelarut. Pelarut yang digunakan untuk proses ekstraksi harus bersifat inert terhadap bahan baku, mudah diperoleh, dan harganya murah. Pigmen klorofil merupakan pigmen yang bersifat polar. Senyawa klorofil umumnya diekstrak menggunakan pelarut polar juga seperti aseton (El-mouhty dan El-naggar, 2014) dan etanol (Yuniwati *et al.*, 2012). Penggunaan pelarut aseton 85% didukung oleh penelitian Putri *et al.* (1994) yang mengekstrak klorofil pada daun suji yang menggunakan pelarut air, etanol 85%, dan aseton 85% dan menunjukkan hasil bahwa aseton 85% merupakan pelarut terbaik dengan total klorofil tertinggi pada ekstrak yaitu sebesar 12,03 mg/l.

Ukuran partikel merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap ekstraksi. Hal ini telah dibuktikan dengan penelitian Antari *et al.* (2015), yang mengekstrak buah pandan dengan perlakuan ukuran partikel 40 dan 60 mesh yang menunjukkan perlakuan terbaik pada ukuran partikel 60 mesh. Ekstrak daun tempuyang dengan ukuran partikel 20, 40, 60 mesh menghasilkan rendemen tertinggi pada ukuran partikel 40 mesh (Hui, 1992). Ekstrak temulawak dengan perlakuan ukuran partikel 40 dan 60 mesh menghasilkan rendemen tertinggi pada ukuran partikel 60 mesh (Sembiring *et al.*, 2006).

Lama ekstraksi merupakan faktor yang berpengaruh terhadap ekstrak. Hal ini telah dibuktikan dengan penelitian ekstrak pewarna alami *Sargassum polycystum* dengan perlakuan lama maserasi 12, 36, 48 jam dengan perlakuan terbaik pada waktu maserasi 36 jam (Pratista *et al.*, 2017). Ekstrak daging biji palem putri dengan perlakuan lama maserasi 24, 36, 48 jam menghasilkan rendemen tertinggi pada waktu maserasi 48 jam (Hazmi dan Harijono, 2019).

Selama ini belum diketahui bagaimana pengaruh ukuran partikel dan lama ekstraksi terhadap karakteristik pewarna alami daun singkong.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel dan lama maserasi terhadap karakteristik ekstrak pewarna alami daun singkong serta menentukan ukuran partikel dan lama maserasi terbaik untuk mendapatkan ekstrak pewarna alami daun singkong.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Proses dan Pengendalian Mutu, Laboratorium Pengolahan Pangan, Laboratorium Analisis Pangan dan Laboratorium Pasca Panen Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Penelitian ini dilakukan pada Januari sampai dengan Maret 2020.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain oven (*Blue M*), ayakan 40, 60 mesh (*Retsch*), dan 80 mesh (*Retsch*), blender (*Philips*), botol sampel, gunting, kertas saring kasar, kertas saring Whatman No. 1, rotary evaporator (*IKA RV 10 digital*), *Vortex (Barnstead Thermolyne Maxi Mix II)*, timbangan analitik (*Shimadzu*), pipet tetes (*Socorex*), color reader, spektrofotometer (*Biochrome SN 133467*), beaker glass, dan alat-alat gelas lainnya.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan baku dan bahan kimia. Bahan baku yang digunakan yaitu daun singkong yang diperoleh dari pengepul di Jalan Ahmad Yani Utara di Denpasar dengan warna daun hijau tua dan panjang daun utama sekitar 15 cm dan lebar daun sekitar 3-5 cm. Sedangkan bahan kimia yang digunakan adalah aseton teknis, aseton *pro analysis* (pa) (*Emsure*), dan akuades (*Bratachem*).

Rancangan Percobaan

Percobaan ini adalah percobaan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu ukuran partikel (P) yang terdiri dari 3 taraf yaitu P1: 40 mesh, P2: 60 mesh, P3: 80 mesh. Faktor kedua yaitu lama ekstraksi (L) yang terdiri dari 3 taraf yaitu L1: 24 jam, L2: 36 jam, dan L3: 48 jam. Berdasarkan kedua faktor tersebut diperoleh 9 kombinasi perlakuan. Masing-masing perlakuan dikelompokkan menjadi 2 kelompok berdasarkan waktu pelaksanaannya, sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis variansi (ANOVA) dan apabila perlakuan berpengaruh akan dilanjutkan dengan uji Tukey dengan menggunakan perangkat lunak Minitab 17. Perlakuan terbaik ditentukan dengan uji Indeks Efektivitas (*De Garmo et al.*, 1984).

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan bubuk daun singkong

Daun singkong dipilih dengan warna yang seragam dan dipotong kira-kira 2 cm, kemudian dicuci dengan air untuk menghilangkan kotoran dan benda asing yang menempel. Selanjutnya dilakukan blansir untuk menghambat kerja dari enzim klorofilase sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya degradasi warna atau bahkan penurunan kuantitas klorofil. Blansir dilakukan dalam air panas 100 °C selama kurang lebih 1 menit.

Daun singkong yang telah diblansir dikeringkan dengan oven pada suhu $50 \pm 2^\circ\text{C}$ sampai mudah dihancurkan (kadar air 7,7%). Daun singkong yang telah kering selanjutnya dihancurkan dan diayak menggunakan ayakan sesuai perlakuan (40, 60 dan 80 mesh). Proses pengayakan dilakukan dengan menggunakan ayakan 80 mesh terlebih dahulu, bahan yang tidak melewati ayakan 80 mesh kemudian diayak dengan ayakan 60 mesh dan bahan yang tidak melewati ayakan 60 mesh diayak menggunakan ayakan 40 mesh.

Ekstraksi daun singkong (*Antari et al.*, 2015 dengan modifikasi)

Daun singkong yang sudah dihancurkan sesuai perlakuan (40, 60, dan 80 mesh) ditimbang sebanyak 25 g, kemudian ditambahkan pelarut aseton 85% sebanyak 125 mL (1:5). Proses ekstraksi pada suhu ruang (20 - 25°C) dilakukan selama 24, 36, dan 48 jam sambil diaduk secara manual setiap 6 jam selama 10 menit sehingga diperoleh ekstrak bercampur pelarut. Selanjutnya ekstrak disaring menggunakan kertas saring yang menghasilkan filtrat I dan ampas. Ampas kemudian ditambahkan pelarut sebanyak 25 mL digojog, lalu disaring kembali dengan kertas saring sehingga didapat Filtrat II. Filtrat I dan II dicampur dan disaring dengan menggunakan kertas Whatman No. 1. Filtrat dari keduanya kemudian dievaporasi dengan rotary evaporator pada suhu 50°C dengan tekanan 100 mBar untuk menghilangkan pelarut yang terdapat dalam ekstrak sampai semua pelarut habis menguap dengan ditandai pelarut yang tidak menetes lagi. Ekstrak kental yang didapat dimasukkan kedalam botol sampel.

Variabel yang diamati

Variabel yang diamati pada ekstrak aseton pewarna alami daun singkong adalah rendemen ekstrak (*Sudarmadji et al.*, 1989), kadar klorofil total, klorofil a, klorofil b menurut Nolle (2004), intensitas warna (tingkat kecerahan, tingkat kemerahan, dan tingkat kekuningan) sistem L*, a*, b* (*Weaver*, 1996).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Cara kerja terhadap perhitungan rendemen pada ekstrak daun singkong menggunakan

metode yang digunakan (Sudarmadji *et al.*, 1989). Hasil ekstrak singkong dibagi dengan berat bahan yang digunakan. Kemudian hasil tersebut dikalikan dengan 100%.

Cara kerja dalam penentuan kadar klorofil pada ekstrak daun singkong menggunakan metode Nollet (2004). Sebanyak 0,1 g sampel ekstrak daun singkong diencerkan dengan aseton 80% sampai 10 mL, kemudian dilakukan pengenceran kembali dengan mengambil 100 μ L yang diencerkan sampai 5 mL, campuran divortex sampai homogen. Kadar total klorofil, dilakukan pengukuran langsung terhadap absorbansi pada 645 dan 663 nm. Perhitungan kadar klorofil dilakukan dengan rumus: Total Klorofil (ppm) = 20,2 A₆₄₅ nm + 8,02 A₆₆₃ nm; Klorofil a (ppm) = 12,7 A₆₆₃ nm – 2,69 A₆₄₅ nm; Klorofil b (ppm) = 22,9 A₆₄₅ nm – 4,68 A₆₆₃ nm.

Analisis warna dilakukan dengan *color reader*. Sampel ditempatkan dalam cawan petri kemudian *color reader* dihidupkan dan tombol pembacaan diatur pada L*, a*, b*. L* untuk parameter kecerahan (*lightness*), a* dan b* untuk koordinat kromatisitas. Notasi L* memiliki nilai 0 (hitam) sampai dengan 100 (putih) yang menyatakan bahwa cahaya pantul menghasilkan warna akromatik putih, abu-abu dan

hitam. Nilai a* yang positif (0 sampai 100) menunjukkan warna merah. Sedangkan nilai negatif dari a* (0 sampai -100) menunjukkan warna hijau. Untuk notasi b* merupakan notasi dari warna kromatik campuran dari warna biru hingga kuning. Diagram akan menyatakan warna kuning apabila nilai dari b* adalah positif (0 sampai 100) sedangkan diagram akan menunjukkan warna biru apabila nilai dari b* adalah negatif (0 sampai -100). Warna diukur dengan menempelkan ujung reseptor pada gelas beker yang berisi sampel kemudian tekan tombol target.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan ukuran partikel dan lama maserasi serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rendemen ekstrak aseton pewarna alami daun singkong. Nilai rata-rata rendemen ekstrak aseton pewarna alami daun singkong dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata rendemen (%) ekstrak aseton pewarna alami daun singkong

Ukuran partikel (mesh)	Lama maserasi (jam)		
	24	36	48
40	4,36 \pm 0,09 ^e	4,60 \pm 0,04 ^e	5,29 \pm 0,26 ^d
60	5,74 \pm 0,03 ^{cd}	6,14 \pm 0,14 ^c	6,78 \pm 0,02 ^b
80	6,78 \pm 0,02 ^b	8,08 \pm 0,06 ^a	8,08 \pm 1,10 ^a

Keterangan: Data merupakan rata-rata dari dua kelompok pada masing-masing perlakuan. Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$).

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai rata-rata rendemen ekstrak aseton pewarna alami daun singkong tertinggi diperoleh pada perlakuan 80 mesh 36 jam yaitu sebesar 8,08 \pm 0,06 % tetapi tidak berbeda dengan 80 mesh 48 jam. Sedangkan rendemen terendah diperoleh pada perlakuan 40 mesh 24 jam yaitu sebesar 4,36 \pm 0,09 %. Penggunaan ukuran partikel yang semakin kecil dan waktu maserasi yang semakin lama, meningkatkan rendemen. Hal ini diduga karena semakin kecil ukuran partikel bahan maka mempercepat laju difusi serta semakin kecil ukuran partikel bahan akan menyebabkan semakin banyak membran sel yang rusak sehingga meningkatkan rendemen. Demikian juga semakin lama maserasi maka semakin lama kontak antara bahan dengan pelarut sehingga semakin banyak senyawa yang larut dalam pelarut aseton menyebabkan kuantitas rendemen yang dihasilkan semakin meningkat. Menurut Lachman *et al.* (1986) semakin kecil ukuran partikel, maka pelarut akan lebih mudah berdifusi ke dalam jaringan

bahan sehingga proses penarikan senyawa dari bahan lebih efektif.

Demikian juga penelitian Wahyuni dan Widjanarko (2015) menunjukkan semakin lama ekstraksi memberikan waktu yang cukup banyak bagi pelarut untuk menembus dinding sel dan menarik senyawa-senyawa yang terkandung di dalam bahan sehingga dihasilkan rendemen yang tinggi. Namun, perlakuan maserasi yang terlalu lama menyebabkan rendemen yang dihasilkan tidak bertambah secara signifikan kemungkinan juga karena senyawa dalam bahan sudah habis terekstrak. Hal ini juga kemungkinan karena pelarut yang digunakan telah jenuh tidak dapat mengekstraksi lagi (Treybal *et al.*, 1981).

Klorofil Total

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa ukuran partikel dan lama maserasi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$), sedangkan interaksi antar ukuran partikel dan lama maserasi berpengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap klorofil total ekstrak aseton pewarna alami

daun singkong. Nilai rata-rata klorofil total ekstrak aseton pewarna alami daun singkong dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata klorofil total (%) ekstrak aseton pewarna alami daun singkong

Ukuran partikel (mesh)	Lama maserasi (jam)			Rata-rata
	24	36	48	
40	3,07	3,29	3,21	3,19±0,10 ^c
60	3,41	3,44	3,46	3,44±0,06 ^b
80	3,56	3,83	3,67	3,68±0,12 ^a
Rata-rata	3,35±0,23 ^b	3,52±0,24 ^a	3,44±0,21 ^{ab}	

Keterangan: Data merupakan rata-rata dari dua kelompok pada masing-masing perlakuan. Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada baris atau kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$).

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata klorofil total ekstrak aseton pewarna alami daun singkong tertinggi diperoleh pada perlakuan ukuran partikel 80 mesh sebesar 3,68±0,12 %, sedangkan klorofil total terendah diperoleh pada ukuran partikel 40 mesh sebesar 3,19±0,10 %. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel bahan maka semakin tinggi klorofil totalnya. Hal ini dikarenakan membran sel yang rusak, sehingga mempermudah pelarut untuk menarik senyawa klorofil yang ada di dalam bahan. Nwabanne (2012) menyatakan bahwa partikel bahan yang kecil memiliki jumlah sel rusak yang besar sehingga mempermudah senyawa pada bahan naik ke permukaan bahan.

Tabel 2 juga menunjukkan klorofil total ekstrak aseton pewarna alami daun singkong tertinggi pada lama maserasi 36 jam tetapi tidak berbeda dengan lama maserasi 48 jam. Dari data di atas menunjukkan semakin lama waktu maserasi menyebabkan semakin lama juga kontak antar bahan dan pelarut sehingga menghasilkan kadar klorofil total yang semakin tinggi. Seiring dengan lamanya waktu ekstraksi, kuantitas bahan yang terekstrak juga akan semakin meningkat dikarenakan kesempatan antara bahan dan pelarut bersentuhan semakin besar sehingga hasilnya

akan bertambah sampai mencapai titik optimum (Winata, 2015).

Hasil klorofil total penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan klorofil total yang dihasilkan oleh penelitian Setiari dan Nurchayati (2009) yang mengekstrak daun singkong sebesar 2,74667 %. Hal ini diduga karena perbedaan karakteristik dari bahan baku daun singkong yang digunakan. Dalam penelitian ini daun singkong yang digunakan adalah daun yang berwarna tua sedangkan pada penelitian Setiari dan Nurchayati (2009) daun singkong yang digunakan berasal dari pasar yang biasa dijual untuk sayuran cenderung berwarna hijau muda.

Klorofil a

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa ukuran partikel dan lama maserasi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$), sedangkan interaksi antar ukuran partikel dan lama maserasi berpengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap klorofil a ekstrak aseton pewarna alami daun singkong. Nilai rata-rata klorofil a ekstrak aseton pewarna alami daun singkong dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata klorofil a (%) ekstrak aseton pewarna alami daun singkong

Ukuran partikel (mesh)	Lama maserasi (jam)			Rata-rata
	24	36	48	
40	1,74	1,80	1,78	1,77±0,03 ^c
60	1,94	1,95	1,96	1,95±0,04 ^b
80	2,00	2,05	2,05	2,03± 0,03 ^a
Rata-rata	1,89±0,12 ^b	1,93±0,13 ^a	1,93±0,12 ^{ab}	

Keterangan: Data merupakan rata-rata dari dua kelompok pada masing-masing perlakuan. Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada baris atau kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$).

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai rata-rata klorofil a ekstrak aseton pewarna alami daun singkong tertinggi diperoleh pada perlakuan ukuran partikel 80 mesh sebesar $2,03 \pm 0,03$ %, sedangkan klorofil a terendah diperoleh pada ukuran partikel 40 mesh sebesar $1,77 \pm 0,03$ %. Hal ini diduga karena semakin kecil ukuran partikel suatu bahan menyebabkan semakin banyak dinding sel yang rusak sehingga mempermudah pelarutan klorofil a. Ukuran partikel bahan yang kecil memiliki jumlah sel rusak yang besar sehingga mempermudah senyawa pada bahan naik kepermukaan bahan (Nwabanne, 2012).

Tabel 3 juga menunjukkan perlakuan lama maserasi tertinggi dihasilkan pada lama maserasi 36 jam tidak berbeda dengan lama maserasi 48 jam. Hal ini diduga karena klorofil a yang terekstrak sudah mencapai titik optimum. Sehingga, waktu yang semakin lama tidak dapat meningkatkan kuantitas klorofil a.

Klorofil b

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan ukuran partikel dan lama maserasi serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap klorofil b ekstrak aseton pewarna alami daun singkong. Rata-rata klorofil b ekstrak aseton pewarna alami daun singkong dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata klorofil b (%) ekstrak aseton pewarna alami daun singkong

Ukuran partikel (mesh)	Lama maserasi (jam)		
	24	36	48
40	$1,33 \pm 0,02^d$	$1,50 \pm 0,01^{bcd}$	$1,43 \pm 0,03^{cd}$
60	$1,47 \pm 0,03^{cd}$	$1,50 \pm 0,03^{bcd}$	$1,49 \pm 0,07^{cd}$
80	$1,57 \pm 0,01^{bc}$	$1,77 \pm 0,03^a$	$1,62 \pm 0,02^b$

Keterangan: Data merupakan rata-rata dari dua kelompok pada masing-masing perlakuan. Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$).

Tabel 4 menunjukkan nilai rata-rata klorofil b ekstrak aseton pewarna alami daun singkong tertinggi terdapat pada perlakuan ukuran partikel 80 mesh lama maserasi 36 jam sebesar $1,77 \pm 0,03$ % dan klorofil b terendah pada perlakuan ukuran partikel 40 mesh lama maserasi 24 jam sebesar $1,33 \pm 0,02$ %. Hasil ini menunjukkan bahwa ukuran partikel 80 mesh lama maserasi 36 jam menghasilkan klorofil yang maksimum. Hal ini disebabkan semakin kecil ukuran partikel dan semakin lama maserasi maka semakin banyak kadar klorofil b yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan penelitian (Dwipayana *et al.*, 2019) yang mengekstrak daun pandan wangi menghasilkan lama maserasi 36 jam klorofil b tertinggi sebesar $612,23 \pm 17,61$ ppm.

Tingkat Kecerahan (L*)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan ukuran partikel dan lama maserasi serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap tingkat kecerahan (L*) ekstrak aseton pewarna alami daun singkong. Nilai L* menyatakan tingkat gelap sampai terang dengan kisaran 0-100. Rata-rata tingkat kecerahan (L*) ekstrak aseton pewarna alami dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan perlakuan ukuran partikel 40 mesh lama maserasi 24 jam menghasilkan tingkat kecerahan warna tertinggi sebesar $15,72 \pm 0,26$ dan perlakuan ukuran partikel 80 mesh lama maserasi 48 jam menghasilkan tingkat kecerahan warna terendah sebesar $10,36 \pm 0,03$. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel dan semakin lama

maserasi maka tingkat kecerahan ekstrak semakin rendah. Hal ini juga berkaitan dengan kadar klorofil, semakin tinggi kadar klorofil ekstrak daun singkong menyebabkan tingkat kecerahan yang semakin rendah. Kandungan pigmen akan memperkecil tingkat kecerahan suatu bahan (Khuluq *et al.*, 2007).

Tingkat Kemerahan (a*)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan ukuran partikel berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) dan lama maserasi berpengaruh tidak nyata ($P > 0,05$), serta interaksinya berpengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap tingkat kemerahan ekstrak aseton pewarna alami daun singkong. Nilai a* menyatakan tingkat warna hijau sampai merah dengan kisaran -100 sampai +100. Rata-rata tingkat kemerahan (a*) ekstrak aseton pewarna alami dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 menunjukkan bahwa tingkat kemerahan yang paling rendah dihasilkan pada perlakuan ukuran partikel 80 mesh menghasilkan tingkat kemerahan (a*) sebesar $10,45 \pm 0,54$ yang tidak berbeda dengan ukuran partikel 60 mesh. Hal ini berhubungan dengan tingginya kandungan klorofil yang terdapat dalam ekstrak daun singkong yang diekstrak pada ukuran partikel 80 mesh. Semakin tinggi kandungan klorofil dalam ekstrak maka tingkat kemerahan semakin rendah. Tingkat kemerahan menunjukkan intensitas warna dari hijau sampai merah. Semakin tinggi nilai tingkat kemerahan, semakin merah warna produk. Tabel 6 menunjukkan lama maserasi 48, 36, dan 24 jam menunjukkan tingkat kemerahan yang sama.

Tingkat kemerahan berkaitan dengan kadar klorofil dalam ekstrak. Kadar klorofil (Tabel 2) pada perlakuan lama maserasi 36 jam tidak berbeda dengan 48 jam dan 24 jam, belum bisa menunjukkan

perubahan warna, kemungkinan karena perbedaannya terlalu kecil.

Tabel 5. Rata-rata kecerahan (L*) ekstrak aseton pewarna alami daun singkong

Ukuran partikel (mesh)	Lama maserasi (jam)		
	24	36	48
40	15,72±0,26 ^a	15,27±0,04 ^b	13,99±0,01 ^c
60	15,20±0,24 ^b	14,21±0,05 ^c	13,85±0,09 ^c
80	11,94±0,07 ^d	11,03±0,08 ^e	10,36±0,03 ^f

Keterangan: Data merupakan rata-rata dari dua kelompok pada masing-masing perlakuan. Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$).

Tabel 6. Rata-rata tingkat kemerahan (a*) ekstrak aseton pewarna alami daun singkong

Ukuran partikel (mesh)	Lama maserasi (jam)			Rata-rata
	24	36	48	
40	11,00	10,92	10,90	10,95±0,37 ^a
60	10,80	10,75	10,67	10,74±0,56 ^{ab}
80	10,58	10,29	10,48	10,45±0,54 ^b
Rata-rata	10,79±0,55 ^a	10,66±0,70 ^a	10,69±0,60 ^a	

Keterangan: Data merupakan rata-rata dari dua kelompok pada masing-masing perlakuan. Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada baris atau kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$).

Tingkat Kekuningan (b*)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan ukuran partikel dan lama maserasi serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap tingkat kekuningan (b*) ekstrak aseton pewarna alami daun singkong. Nilai L* menyatakan tingkat warna biru sampai kuning dengan kisaran -100 sampai +100. Rata-rata tingkat kekuningan (b*) ekstrak aseton pewarna alami dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 menunjukkan nilai rata-rata tingkat kekuningan (b*) tertinggi dihasilkan pada perlakuan ukuran partikel 80 mesh lama maserasi 36 jam sebesar 2,83±0,02 tidak berbeda dengan ukuran partikel 60 mesh lama maserasi 48 jam dan ukuran partikel 80 mesh lama maserasi 48 jam, sedangkan nilai rata-rata tingkat kekuningan (b*) terendah

dihasilkan pada ukuran partikel 40 mesh lama maserasi 24 jam sebesar 1,25±0,11. Hal ini berhubungan dengan rata-rata klorofil b, tingkat kekuningan (b*) yang tinggi pada ukuran partikel 80 mesh lama maserasi 36 jam sesuai dengan klorofil b yang tertinggi didapat pada perlakuan yang sama. Gross (1991) menyatakan warna hijau kekuningan berasal dari klorofil b. Penggunaan pelarut aseton dalam proses ekstraksi namun menyebabkan warna ekstrak cenderung berwarna hijau kekuningan (Zendrato *et al.*, 2014). Tingkat kekuningan menunjukkan intensitas warna dari biru sampai kuning. Semakin tinggi nilai tingkat kekuningan, semakin kuning warna produk.

Tabel 7. Rata-rata tingkat kekuningan (b*) ekstrak aseton pewarna alami daun singkong

Ukuran partikel (mesh)	Lama maserasi (jam)		
	24	36	48
40	1,25±0,11 ^d	1,54±0,31 ^d	2,00±0,02 ^c
60	1,42±0,13 ^d	2,36±0,06 ^{bc}	2,60±0,09 ^{ab}
80	2,36±0,02 ^{bc}	2,83±0,02 ^a	2,70±0,02 ^{ab}

Keterangan: Data merupakan rata-rata dari dua kelompok pada masing-masing perlakuan. Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ($P \leq 0,05$).

Hasil Uji Indeks Efektivitas

Hasil uji indeks efektifitas dapat dilihat pada Tabel 9. Nilai variabel yang digunakan dalam uji indeks efektifitas yaitu rendemen, total klorofil, klorofil a, klorofil b, tingkat kecerahan (L^*), tingkat kemerahan (a^*), tingkat kekuningan (b^*). Perlakuan terbaik

ditentukan dengan jumlah nilai hasil (N_h) tertinggi. Perlakuan ukuran partikel 80 mesh dan lama maserasi 36 jam mempunyai nilai tertinggi sebesar 0,98 sehingga perlakuan tersebut merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan ekstrak aseton pewarna alami daun singkong.

Tabel 8. Hasil uji indeks efektifitas untuk menentukan perlakuan terbaik ekstrak aseton pewarna alami daun singkong

Perlakuan	V	Rendemen	Klorofil total	Klorofil a	Klorofil b	(L^*)	(a^*)	(b^*)	Jumlah
40 mesh, 24 jam	BV	0,69	1,00	0,89	0,86	0,66	0,60	0,63	5,31
	BN	0,13	0,19	0,17	0,16	0,12	0,11	0,12	1,00
	Ne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Nh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
40 mesh, 36 jam	Ne	0,06	0,30	0,18	0,38	0,12	0,11	0,20	
	Nh	0,01	0,06	0,03	0,06	0,01	0,01	0,02	0,21
40 mesh, 48 jam	Ne	0,25	0,18	0,12	0,23	0,32	0,14	0,48	
	Nh	0,03	0,03	0,02	0,04	0,04	0,02	0,06	0,24
60 mesh, 24 jam	Ne	0,37	0,45	0,64	0,31	0,10	0,28	0,12	
	Nh	0,05	0,08	0,11	0,05	0,01	0,03	0,01	0,35
60 mesh, 36 jam	Ne	0,48	0,49	0,65	0,38	0,28	0,35	0,71	
	Nh	0,06	0,09	0,11	0,06	0,03	0,04	0,08	0,48
60 mesh, 48 jam	Ne	0,65	0,51	0,71	0,37	0,35	0,47	0,85	
	Nh	0,08	0,10	0,12	0,06	0,04	0,05	0,10	0,56
80 mesh, 24 jam	Ne	0,65	0,65	0,82	0,53	0,70	0,59	0,71	
	Nh	0,08	0,12	0,14	0,09	0,09	0,07	0,08	0,67
80 mesh, 36 jam	Ne	1,00	1,00	1,00	1,00	0,87	1,00	1,00	
	Nh	0,13	0,19	0,17	0,16	0,11	0,11	0,12	0,98
80 mesh, 48 jam	Ne	1,00	0,79	0,98	0,66	1,00	0,73	0,92	
	Nh	0,13	0,15	0,16	0,11	0,12	0,08	0,11	0,86

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Perlakuan ukuran partikel berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, klorofil total, klorofil a, klorofil b, tingkat kecerahan (L^*), tingkat kemerahan (a^*), tingkat kekuningan (b^*). Perlakuan lama maserasi berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, klorofil total, klorofil a, klorofil b, tingkat kecerahan (L^*), tingkat kekuningan (b^*) tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap tingkat kemerahan (a^*). Interaksi perlakuan ukuran partikel dan lama maserasi berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, klorofil b, tingkat kecerahan (L^*), tingkat kekuningan (b^*) tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap klorofil total, klorofil a, kemerahan (a^*). Perlakuan ukuran partikel 80 mesh lama maserasi 36 jam merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan ekstrak aseton pewarna alami daun singkong dengan karakteristik rendemen sebesar 8,08%, klorofil total sebesar 3,83%, klorofil a sebesar 2,05%, klorofil b sebesar 1,77%, tingkat kecerahan

(L^*) sebesar 11,03, tingkat kemerahan (a^*) sebesar 10,29, tingkat kekuningan (b^*) sebesar 2,83.

Saran

Berdasarkan penelitian disarankan menggunakan ukuran partikel 80 mesh lama maserasi 36 jam untuk menghasilkan ekstrak aseton pewarna alami daun singkongserta dilakukan penelitian lebih lanjut seperti enkapsulasi agar mendapat ekstrak pewarna yang lebih mudah diaplikasikan ke dalam bahan pangan dan lebih awet dalam penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agoes, G. (2007). *Teknologi Bahan Alam*. ITB Press Bandung.
- Akogou, F. U., Kayodé, A. P., den Besten, H. M., & Linnemann, A. R. (2018). *sorghum Extraction methods and food uses of a natural red colorant from dye sorghum*. 98, 361–368.
- Antari, N. O., Wartini, N., & Mulyani, S. (2015). Pengaruh ukuran partikel dan lama ekstraksi terhadap karakteristik pewarna alami buah

- pandan (*Pandanus tectorius*). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 3(4), 30–40.
- Aryanti, N, A. Nafiunisa, F. M. W. (2016). Ekstraksi dan karakterisasi klorofil dari daun suji (*Pleomele Angustifolia*) sAryanti, N. (2016). Ekstraksi dan karakterisasi klorofil dari daun suji (*Pleomele Angustifolia*) sebagai pewarna pangan alami. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(4), 129–135. *ebag. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(4), 129–135.
- Cahyadi. (2009). *Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan* (II). Bumi Aksara.
- De Garmo. E.D.G. Sullivan dan J.R. Canada. (1984). *Engineering economis*. In *Mc Millan Publishing Company*.
- Dwipayana, I. M., Wartini, N. M., & Wrsiati, L. P. (2019). Pengaruh perbandingan bahan pelarut dan lama ekstraksi terhadap karakteristik ekstrak pewarna daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Industri*, 7(4), 571–580.
- El-mouhty, N. R. A., & El-naggar, A. Y. (2014). Extraction of chlorophyll and carotene from irradiated parsley. *International Journal of Innovative Research in Science*, 3(1), 8522–8527.
- Fauziah, N. A., Saleh, C., & Erwin. (2016). Ekstraksi dan uji stabilitas zat warna dari kulit buah alpukat (*Persea americana* Mill) dengan metode Spektroskopi UV-VIS. *Jurnal Atomik*, 1(1), 12–37.
- Gross, J. (1991). *Pigments in Vegetable, Chlorophylls and Crotenoids*. Van Nostrand Reinhold.
- Handayani, P. A., & Rahmawati, A. (2013). Pemanfaatan kulit buah naga (*Dragon fruit*) sebagai pewarna alami makanan pengganti pewarna sintetis. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 1(2), 19–24.
- Hasim, Syamsul, F., & Dewi, L. K. (2016). Effect of boiled cassava leaves (*Manihot esculenta* C.) on total phenolic, flavonoid and its antioxidant activity. *Current Biochemistry*, 3(3), 116–127.
- Hazmi, G. G. Al, & Harijono. (2019). Pengaruh pengeringan dan lama maserasi dengan pelarut ganda etanol dan heksana terhadap senyawa bioaktif daging biji palm putri (*Veitchia merillii*). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 7(2), 13–23.
- Hui, F. H. (1992). *Encyclopedia of Food Science and Technology*. Willy and Sons, Inc.
- Khuluq, A. D., Widjanarko, S. B., & Murtini, E. S. (2007). Ekstraksi dan stabilitas betasianin daun darah (*Alternanthera dentata*) (kajian perbandingan pelarut air etanol dan suhu ekstraksi). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 8(3), 172–181.
- Kusumawati, N., Santoso, A. B., Sianita, M. M., & Muslim, S. (2017). Extraction, characterization, and application of natural dyes from the fresh mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) peel. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 7(3), 878–884.
- Lachman, L., Lieberman, H. A., & Kanig, J. L. (1986). *Teori dan Praktek Farmasi Industri* (3rd ed.). UI Press.
- Limantara, L., & Rahayu, P. (2007). Prospek kesehatan pigmen alami. *Prosiding Seminar Nasional Pigmen 2007 MBUKSW*, 1–22.
- Mukhriani, Tahar, N., & Astha, A. S. W. (2014). Uji aktivitas bakteri hasil fraksinasi dari ekstrak metanol daun katuk (*Sauropus androgynus*) terhadap bakteri patogen. *Jf Fik Uinam*, 2(1), 12–17.
- Narayan, S., Kumar, A., Ritesh, S. K., Sharmila, G., & Muthukumar, C. (2017). Extraction optimization and characterization of water soluble red purple pigment from floral bracts of *Bougainvillea glabra*. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S2145–S2150.
- Nollet, L. M. L. (2004). *Handbook of Food Analysis. Physical Characterzation and Nutrient Analysis*. Marcel Dekker Incorporation.
- Nwabanne, J. T. (2012). Kinetics and thermodynamics study of oil extraction from fluted pumpkin seed. *International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering*, 3(6), 11–15.
- Özdemir, H., Bieb, L. J., & L, J. (2016). Dyeing Properties of Natural Dyes Extracted from the Junipers Leaves (*J. excelsa* Bieb. and *J. oxycedrus* L.). *Journal of Natural Fibers*, 00(00), 1–9.
- Pratista, I. M. I., Suhendra, L., & Wrsiati, L. P. (2017). Karakteristik pewarna alami pada ekstrak *Sargassum polycystum* dengan konsentrasi pelarut etanol dan lama maserasi yang berbeda. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 5(4), 51–60.

- Putri, W. D. R., Zubaidah, E., & Sholahudin, N. (2012). Ekstraksi pewarna alami daun suji, kajian pengaruh blanching dan jenis bahan pengekstrak. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 4(1), 13–24.
- Rather, L. J., & Mohammad, F. (2016). Phytochemistry , biological activities and potential of annatto in natural colorant production for industrial applications – A review. *Journal of Advanced Research*, 7(3), 499–514.
<https://doi.org/10.1016/j.jare.2015.11.002>
- Rymbai, H., Sharma, R. R., & Srivastav, M. (2011). Bicolorants and its implications in health and food industry - a review. *International Journal of PharmTech Research*, 3(4), 2228–2244.
- Sastroamidjojo, H. (1991). *Kromatografi* (2nd ed.). Liberty.
- Sembiring, B. B., Ma'mun, & Edi, I. G. (2006). Pengaruh kehalusan bahan dan lama ekstraksi terhadap mutu ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). *Buletin Littro*, XVII(2), 53–58.
- Setiari, N., & Nurchayati, Y. (2009). Eksplorasi Kandungan Klorofil pada beberapa Sayuran Hijau sebagai Alternatif Bahan Dasar Makanan Tambahan. *Junrnal Bioma*, 11(1), 6–10.
- Stahl, E. (1969). *Thin Layer Chromatography: A Laboratory Handbook* (2nd ed.). Springer-Veriag.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. (1989). *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty.
- Sudjadi. (1988). *Metode Pemisahan*. Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Muda.
- Treybel, R. E. (1981). *Mass Transfer Operations* (3rd ed.). Mc Graw Hill. Inc.
- Wahyuni, D. T., & Widjanarko, S. B. (2015). Pengaruh jenis pelarut dan lama ekstraksi terhadap ekstrak karotenoid labu kuning dengan metode gelombang ultrasonik. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(2), 390–401.
- Weaver, C. (1996). *The Food Chemistry Laboratory: A Manual for Experimental Foods, Dietetics, and Food Scintist*. CRC Press.
- Winarno, F. G. (1997). *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F. G., & Rahayu, T. S. (1994). *Bahan Tambahan Untuk Makanan dan Kontaminan*. Pustaka Sinar Harapan.
- Winata, E. W. (2015). Ekstraksi antosianin buah murbai (*Morus alba* L.) metode ultrasonic batch (kajian waktu dan rasio bahan:pelarut). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(2), 773–783.
- Yuniwati, M., Kusuma, A. W., & Yunanto, F. (2012). Optimasi kondisi proses ekstraksi zat pewarna dalam daun suji dengan pelarut etanol. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*, A257–A263.
- Zendrato, I. A., Swastawati, F., & Romadhon. (2014). Ekstraksi klorofil dan karatenoid dengn konsentrasi pelarut yang berbeda pada lamun (*Enhalus acoroides*) di perairan laut jawa. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3, 30–39.