

**CHARACTERISTICS OF NATURAL DYE EXTRACT FROM BOUGAINVILLE
(*Bougainvillea glabra*) IN SOLVENT pH AND PARTICLE SIZE TREATMENT
USING MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION METHOD**

**KARAKTERISTIK EKSTRAK PEWARNA ALAMI BUNGA BUGENVIL (*Bougainvillea
glabra*) PADA PERLAKUAN pH PELARUT DAN UKURAN PARTIKEL
MENGUNAKAN METODE MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION**

Mia Ardita, Ni Made Wartini*, Amna Hartiati

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus
Bukit Jimbaran, Badung, Indonesia

Diterima 7 Agustus 2025 / Disetujui 15 September 2025

ABSTRACT

*Bougainvillea flowers (*Bougainvillea glabra*) have the potential as a source of natural dyes, namely betacyanin pigments and bioactive compounds that function as antioxidants. Extraction of these compounds can be done using the Microwave Assisted Extraction method. This study aims to determine the effect of solvent pH and particle size on the characteristics of natural dye extracts of bougainvillea flowers including extract yield, total betacyanin, color intensity (a^* , b^*), and antioxidant capacity, as well as to determine the best solvent pH and particle size to produce natural dye extracts of bougainvillea flowers using the microwave assisted extraction method. The study was conducted using a factorial Randomized Block Design with two factors, namely variations in solvent pH 1, 1,62, and 2,25 and particle size 40, 60, and 80 mesh. The results showed that solvent pH and particle size had a very significant effect on yield, total betacyanin, redness level (a^*) and yellowness level (b^*). The interaction between treatments significantly affected the yield, total betacyanin, redness level (a^*) and antioxidant capacity, but did not significantly affect the yellowness level (b^*). The best treatment to produce natural bougainvillea flower dye extract was obtained based on the effectiveness index test obtained from the solvent pH of 2,25 and particle size of 80 mesh with the characteristics of the yield value of $81,89 \pm 0,40$ percent, total betacyanin $22,84 \pm 1,20$ mg/100g, redness level (a^*) of $30,84 \pm 0,55$, yellowness level (b^*) of $16,77 \pm 0,46$, and antioxidant capacity of $320,97 \pm 6,08$ mg GAEAC/g.*

Keywords : *Bougainvillea, betacyanin, Microwave Assisted Extraction, pH, partiel size*

ABSTRAK

Bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) memiliki potensi sebagai sumber pewarna alami, yaitu pigmen betasianin serta senyawa bioaktif yang berfungsi sebagai antioksidan. Ekstraksi senyawa ini dapat dilakukan dengan metode *Microwave Assisted Extraction*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH pelarut dan ukuran partikel terhadap karakteristik ekstrak pewarna alami bunga bugenvil yang meliputi rendemen ekstrak, total betasianin, intensitas warna (a^* , b^*), dan kapasitas antioksidan, serta menentukan pH pelarut dan ukuran partikel yang terbaik untuk menghasilkan ekstrak pewarna alami bunga bugenvil dengan menggunakan metode MAE. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial dengan dua faktor, yaitu variasi pH pelarut 1, 1,62, dan 2,25 dan ukuran partikel 40, 60, dan 80 mesh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH pelarut dan ukuran partikel sangat berpengaruh terhadap rendemen, total betasianin, tingkat kemerahan (a^*) dan tingkat kekuningan (b^*). Interaksi antar perlakuan berpengaruh nyata terhadap rendemen, total betasianin, tingkat kemerahan (a^*) dan kapasitas antioksidan, namun tidak berpengaruh nyata

* Korespondensi Penulis :

Email : md_wartini@unud.ac.id

pada tingkat kekuningan (b^*). Perlakuan terbaik untuk menghasilkan ekstrak pewarna alami bunga bugenvil diperoleh berdasarkan uji indeks efektivitas diperoleh dari pH pelarut 2,25 dan ukuran partikel 80 mesh dengan karakteristik nilai rendemen sebesar $81,89 \pm 0,40$ persen, total betasianin $22,84 \pm 1,20$ mg/100g, tingkat kemerahan (a^*) sebesar $30,84 \pm 0,55$, tingkat kekuningan (b^*) sebesar $16,77 \pm 0,46$, dan kapasitas antioksidan sebesar $320,97 \pm 6,08$ mg GAEAC/g.

Kata kunci: Bugenvil, betasianin, *Microwave Assisted Extraction*, pH, ukuran partikel

PENDAHULUAN

Warna merupakan salah satu parameter penting yang menentukan persepsi konsumen terhadap suatu bahan pangan (Winarno, 1992). Pewarna digunakan di berbagai industri baik pangan maupun non pangan. Sejak dulu zat warna alami telah banyak digunakan sebagai bahan pewarna dalam makanan dan sampai sekarang umumnya penggunaan pewarna alami dianggap lebih aman daripada pewarna sintesis (Koswara, 2009).

Bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) merupakan tanaman yang banyak dijumpai di Indonesia. Bunga bugenvil cocok dibudidayakan di negara tropis seperti Indonesia. Selain karena keindahan bunganya, bunga bugenvil berpotensi dimanfaatkan sebagai pewarna alami, dikarenakan mengandung pigmen betasianin. Betasianin dapat diperoleh dengan metode ekstraksi. Ekstraksi merupakan proses pemisahan zat atau senyawa dari bahan dengan menggunakan pelarut tertentu (Wrasiati et al., 2023). Salah satu metode ekstraksi yang dapat digunakan adalah *Microwave Assisted Extraction* (MAE) yang merupakan ekstraksi yang memanfaatkan gelombang mikro dari alat microwave untuk mempercepat ekstraksi melalui pemanasan pelarut.

Betasianin terletak didalam mahkota bugenvil yang berwarna merah violet yang dapat digunakan sebagai pewarna alami (Tanone, 2019). Betasianin merupakan salah satu zat warna yang dapat dimanfaatkan sebagai zat warna alami untuk pangan dan sebagai alternatif pengganti zat warna sintetik karena memiliki warna yang menarik, mudah larut dalam air, dan mempunyai aktifitas antioksidan yang lebih tinggi sehingga lebih aman untuk tubuh apabila dikonsumsi. Betasianin adalah pigmen tumbuhan yang memberikan warna merah hingga keunguan. Betasianin dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pH, suhu, cahaya, waktu penyimpanan dan oksigen.

pH pelarut berpengaruh terhadap kestabilan warna pigmen. Menurut Robinson (1995), ekstraksi senyawa golongan flavonoid dianjurkan pada suasana asam, karena asam berfungsi mendenaturasi membran sel tanaman. Penurunan pH ekstraksi dapat dilakukan dengan penambahan senyawa asam, salah satunya senyawa asam yang dapat digunakan adalah asam sitrat (Surianti, 2016).

Keberhasilan proses ekstraksi dengan metode MAE dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti waktu ekstraksi, ukuran partikel, pH pelarut, rasio bahan dan pelarut, daya *microwave* dan suhu *microwave*. Ukuran partikel merupakan salah satu faktor mempengaruhi proses ekstraksi dikarenakan ukuran partikel yang lebih kecil akan memperbesar luas permukaan kontak antara partikel dengan pelarut (Putra dan Wartini, 2023). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH pelarut dan ukuran partikel terhadap karakteristik ekstrak pewarna alami bunga bugenvil, serta menentukan pH pelarut dan ukuran partikel yang terbaik untuk menghasilkan ekstrak pewarna alami bunga bugenvil.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam melaksanakan penelitian ini adalah bunga bugenvil berwarna merah violet yang diperoleh di Kecamatan Banjarangkan, Kabupaten Klungkung, Bali. Bahan kimia

yang digunakan yaitu etanol 96% (pelarut teknis Bratachem), asam sitrat (Saba Kimia), asam galat, buffer sitrat-pospat pH 5, DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picryl-Hydrazyl) (E. Merck), metanol PA, aquades.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah *microwave* (Samsung), spektrofotometer Uv-Vis (Biochrom), dehidrator (GEA), ayakan 40 mesh, 60 mesh, 80 mesh (Retsch), kertas saring Whatman No.1, kertas saring kasar, timbangan analitik (*Shimadzu ATY224*), *rotary vacuum evaporator* (IKA RV 10 basic), *color reader* (PCE Instruments), blender (miyako), *vortex mixer*, rak tabung reaksi (Iwaki), tabung reaksi (Iwaki), erlenmeyer (Iwaki), pipet volume 1 mL, pipet tetes, labu ukur (Iwaki), labu didih (Durhan), *aluminium foil*, gelas beaker (Iwaki), gelas ukur (Iwaki), botol kaca gelap, pH meter (*smart sensor*), corong kaca (Iwaki), pipet mikro (*Eppendorf*), kertas label, *oven dryer* (ESCO Isotherm OFA-110-8), spatula.

Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial menggunakan dua faktor yaitu pH pelarut yang terdiri dari pH 1, pH 1,62 dan pH 2,25 dan ukuran partikel yang terdiri dari 40 mesh, 60 mesh dan 80 mesh. Setiap kombinasi perlakuan dikelompokkan menjadi dua kelompok berdasarkan waktu pelaksanaannya, sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Data yang sudah diperoleh dianalisis dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan apabila perlakuan berpengaruh, maka dilanjutkan dengan menggunakan uji beda *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Penentuan perlakuan terbaik berdasarkan variabel yang diukur dengan menggunakan uji indeks efektivitas (De Garmo et al., 1984).

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan utama, yaitu persiapan bahan, pengolahan bubuk bunga bugenvil, ekstraksi menggunakan metode MAE, serta pemekatan ekstrak. Bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) segar berwarna merah violet disortasi, dicuci bersih, kemudian dikeringkan menggunakan dehidrator pada suhu 50°C selama 24 jam. Bunga bugenvil kering dihaluskan menggunakan blender, kemudian diayak dengan ayakan 80 mesh, bubuk bugenvil kering yang tidak lolos ayakan 80 mesh dilanjutkan dengan diayak menggunakan ayakan 60 mesh, bubuk bunga bugenvil yang tidak lolos ayakan 60 mesh dilanjutkan dengan ayakan 40 mesh. Bubuk bunga bugenvil ditimbang sebanyak 10 g kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan pelarut sesuai perlakuan etanol:asam sitrat yaitu pH 1, pH 1,62 dan pH 2,25 sebanyak 200 ml dengan rasio bahan terhadap pelarut 1:20 (b/v). Selanjutnya, dilakukan proses ekstraksi dengan MAE selama lima menit dengan daya 100 watt.

Setelah ekstraksi, campuran disaring dua kali menggunakan kertas saring kasar dan kertas saring Whatman No. 1 sehingga menghasilkan filtrat. Filtrat kemudian dipekatkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* tekanan 100 mBar pada suhu 40°C dan kecepatan 65 rpm hingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak kental yang dihasilkan kemudian ditimbang untuk menghitung rendemen ekstrak, kemudian disimpan di wadah gelap sebelum dianalisis lebih lanjut terhadap variabel total betasianin, intensitas warna (a^* , b^*) dan kapasitas antioksidan.

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati pada penelitian ini diantaranya rendemen (%) (Sudarmadji et al., 1989), total betasianin (mg/100g) (Eder, 1996), Intensitas warna (tingkat kemerahan a^* , tingkat kekuningan b^*) (Weaver, 1996), kapasitas antioksidan (Blois, 1958).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Ekstrak

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pH pelarut dan ukuran partikel berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$), dan interaksinya berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap rendemen ekstrak pewarna alami bunga bugenvil. Nilai rata-rata rendemen ekstrak pewarna alami bunga bugenvil dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata rendemen ekstrak (%)

pH	Ukuran Partikel		
	U1 (40 mesh)	U2 (60 mesh)	U3 (80 mesh)
P1 (pH 1)	78,31 ± 0,14bc	78,92 ± 0,21b	81,89 ± 0,40a
P2 (pH 1,62)	77,42 ± 0,51ef	77,58 ± 0,33de	78,43 ± 0,93cd
P3 (pH 2,25)	74,82 ± 0,47h	75,39 ± 1,12h	77,10 ± 0,74fg

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji DMRT pada taraf kesalahan 5% ($P < 0,05$)

Tabel 1 menunjukkan bahwa rendemen tertinggi diperoleh pada perlakuan pH 1 dan ukuran partikel 80 mesh sebesar 81,89 ± 0,40 persen, sedangkan rendemen terendah diperoleh pada perlakuan pH 2,25 dan ukuran partikel 40 mesh sebesar 74,82 ± 0,47 persen. Pelarut yang sangat asam terdapat pada pH 1 dapat menyebabkan denaturasi sel. Hal ini mempermudah pelarut dalam menembus jaringan sel dan melarutkan senyawa betasianin. Hal ini didukung oleh penelitian Surianti et al. (2016) yang menyatakan bahwa ekstraksi antosianin daun jati dengan pelarut etanol dicampur asam sitrat 10 persen menghasilkan rendemen tertinggi sebesar 62,22 persen, dibandingkan pelarut etanol dicampur asam sitrat dua persen sebesar 15,18 persen.

Ukuran partikel mempengaruhi rendemen ekstrak pewarna alami yang dihasilkan, semakin kecil ukuran partikel maka membran sel akan lebih mudah terpecah sehingga senyawa di dalam sel cepat keluar dan larut dalam pelarut (Ginting et al., 2020). Rata-rata rendemen mengalami peningkatan dimulai dari ukuran partikel 40 mesh yang menghasilkan rendemen terendah, meningkat pada ukuran partikel 60 mesh, dan mencapai nilai tertinggi pada ukuran partikel 80 mesh. Pada penelitian Ginting et al. (2020) pada variasi ukuran partikel 80 mesh menghasilkan nilai rendemen ekstrak pewarna bugenvil tertinggi dibandingkan ukuran partikel 40 mesh dan 60 mesh pada ekstrak pewarna alami bunga kenop. Penelitian yang dilakukan oleh Sumantining et al. (2022) pada variasi ukuran partikel menggunakan MAE menghasilkan rendemen tertinggi pada perlakuan ukuran partikel 80 mesh dibandingkan ukuran partikel 40 mesh dan 60 mesh.

Interaksi perlakuan pH pelarut dan ukuran partikel menunjukkan bahwa efektivitas pelarut asam dalam melarutkan senyawa betasianin sangat dipengaruhi oleh luas permukaan partikel bahan. Jika luas permukaan bahan kecil seperti pada ukuran partikel 40 mesh, pelarut sulit menembus jaringan meskipun pelarut asam, sedangkan jika luas permukaan bahan besar dan pelarut asam semakin memperkuat kemampuan pelarut untuk mengekstrak senyawa sehingga menghasilkan rendemen tinggi.

Total Betasianin

Hasil sidik ragam menunjukkan perlakuan pH pelarut dan ukuran partikel menggunakan metode MAE berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$), dan interaksinya berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap total betasianin dari ekstrak pewarna alami bunga bugenvil yang dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai rata-rata total betasianin (mg/100g) ekstrak pewarna alami bunga bugenvil dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata total betasianin (mg/100g) ekstrak pewarna alami bunga bugenvil

pH	Ukuran Partikel		
	40 mesh	60 mesh	80 mesh
pH 1	12,87± 0,95gh	13,83± 0,46gh	14,02 ± 1,02fg
pH 1,62	15,13 ± 0,21f	16,80 ± 0,67e	18,13 ± 0,06cd
pH 2,25	18,83 ± 1,05c	20,27 ± 0,56b	22,84 ± 1,20a

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji DMRT pada taraf kesalahan 5% ($P < 0,05$)

Tabel 2 menunjukkan nilai rata-rata total betasianin ekstrak pewarna alami bunga bugenvil tertinggi diperoleh pada perlakuan pH 2,25 dan ukuran partikel 80 mesh sebesar $22,84 \pm 1,20$ mg/100g. Sedangkan, nilai rata-rata total betasianin ekstrak pewarna alami bunga bugenvil terendah diperoleh pada perlakuan pH 1 dan ukuran partikel 40 mesh sebesar $12,87 \pm 0,95$ mg/100g, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan pH 1 dan ukuran partikel 60 mesh sebesar $13,83 \pm 0,46$ mg/100g dan pH 1 dan ukuran partikel 80 mesh sebesar $14,02 \pm 1,02$ mg/100g.

Kadar betasianin semakin tinggi dengan meningkatnya pH pelarut dan ukuran partikel, hal ini terjadi karena pada pH 1 menyebabkan degradasi pada betasianin sehingga kadar betasianin berkurang (Stinzing, et al., 2016), dengan meningkatnya pH pelarut menjadi lebih stabil pada pigmen betasianin sehingga kandungan pigmen yang terekstrak dapat dipertahankan lebih banyak. Pada ukuran partikel 80 mesh luas permukaan yang lebih besar memungkinkan memperbesar laju difusi pigmen keluar dari jaringan sel. Oleh karena itu, kadar betasianin yang terlarut dalam pelarut meningkat seiring dengan pengecilan ukuran partikel (Siregar et al., 2020).

Hal ini didukung oleh penelitian Tanone (2019) nilai rata-rata total betasianin tertinggi didapatkan pada pelarut etanol:asam sitrat, yang merupakan pH pelarut tersebut adalah pH 2,25. Hasil ini menunjukkan bahwa pH 2,25 merupakan pH yang tepat dibandingkan dengan pH 1 dan pH 1,62 untuk mempertahankan stabilitas betasianin. Dalam kondisi pelarut yang terlalu asam seperti pada pH 1 dan pH 1,62 dapat memicu degradasi akibat protonasi berlebih yang menyebabkan penurunan kandungan betasianin.

Perlakuan ukuran partikel yang semakin kecil dapat meningkatkan jumlah total betasianin. Semakin kecil ukuran partikel bahan, semakin luas permukaan bahan sehingga memudahkan pelarut untuk menyebar ke dalam jaringan bahan dan proses penarikan senyawa dalam bahan menjadi efektif (Maharani et al., 2024). Hal ini didukung oleh penelitian Ginting et al. (2020) pada variasi ukuran partikel 80 mesh menghasilkan nilai rata-rata total betasianin tertinggi pada ekstrak pewarna alami bunga kenop dibandingkan ukuran partikel 40 mesh dan 60 mesh.

Tingkat Kemerahan (a^*)

Hasil sidik ragam menunjukkan perlakuan pH pelarut dan ukuran partikel menggunakan metode MAE berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$), dan interaksi keduanya berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap tingkat kemerahan dari ekstrak pewarna alami bunga bugenvil yang dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai rata-rata tingkat kemerahan ekstrak pewarna alami bunga bugenvil dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan menunjukkan nilai rata-rata tingkat kemerahan ekstrak pewarna alami bunga bugenvil tertinggi diperoleh pada perlakuan pH 2,25 dan ukuran partikel 80 mesh sebesar $30,84 \pm 0,55$. Sedangkan, hasil rata-rata tingkat kemerahan ekstrak pewarna alami bunga bugenvil terendah diperoleh pada perlakuan pH 1 dan ukuran partikel 40 mesh sebesar $27,32 \pm 0,19$, namun tidak

berbeda nyata dengan perlakuan pH 1 dan ukuran partikel 60 mesh sebesar $27,45 \pm 0,27$ dan pH 1 dan ukuran partikel 80 mesh sebesar $27,62 \pm 0,13$ persen. Pelarut dengan pH 2,25 membuktikan bahwa semakin tinggi kadar betasianin dalam ekstrak pewarna alami bugenvil, maka warna merah semakin tinggi (Herbach et al., 2016). pH pelarut yang terlalu rendah seperti pH 1 dan pH 1,62 menghasilkan nilai tingkat kemerahan terendah dikarenakan kadar betasianin menurun sehingga mengurangi intensitas warna merah yang menyebabkan betasianin terendah pada perlakuan pH 1.

Tabel 3. Nilai rata-rata tingkat kemerahan (a*) ekstrak pewarna alami bunga bugenvil

pH	Ukuran Partikel		
	40 mesh	60 mesh	80 mesh
pH 1	$27,32 \pm 0,19g$	$27,45 \pm 0,27g$	$27,62 \pm 0,13fg$
pH 1,62	$28,11 \pm 0,33f$	$28,77 \pm 0,16e$	$29,38 \pm 0,62cd$
pH 2,25	$29,41 \pm 0,67bc$	$29,84 \pm 0,17b$	$30,84 \pm 0,55a$

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji DMRT pada taraf kesalahan 5% ($P < 0,05$)

Pada perlakuan ukuran partikel 80 mesh menghasilkan tingkat kemerahan tertinggi. Hal ini dikarenakan semakin kecil ukuran partikel bahan maka luas permukaan bahan yang kontak langsung dengan pelarut akan meningkat, sehingga pelarut lebih mudah menembus dinding sel dan menarik senyawa aktif dalam bahan menjadi lebih efektif maka dari itu kadar betasianin yang dihasilkan meningkat. Kadar betasianin yang tinggi menghasilkan intensitas warna merah yang semakin tinggi (Khuluq et al., 2017). Hal ini dibuktikan oleh penelitian Ginting et al. (2020) pada ukuran partikel 80 mesh menghasilkan tingkat kemerahan yang tertinggi dibandingkan dengan ukuran partikel 40 mesh dan 60 mesh.

Tingkat Kekuningan (b*)

Hasil sidik ragam menunjukkan perlakuan pH pelarut berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) dan ukuran partikel berpengaruh nyata ($P < 0,05$). Sedangkan, interaksi keduanya berpengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap tingkat kekuningan dari ekstrak pewarna alami bunga bugenvil yang dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai rata-rata tingkat kekuningan ekstrak pewarna alami bunga bugenvil dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata tingkat kekuningan (b*) ekstrak pewarna alami bunga bugenvil

pH	Ukuran Partikel			Rata-Rata
	40 mesh	60 mesh	80 mesh	
pH 1	$13,77 \pm 0,11$	$13,27 \pm 0,65$	$13,08 \pm 0,33$	$13,37 \pm 0,36c$
pH 1,62	$15,48 \pm 0,37$	$14,50 \pm 0,35$	$14,03 \pm 0,42$	$14,67 \pm 0,74b$
pH 2,25	$17,15 \pm 0,61$	$16,82 \pm 0,42$	$16,77 \pm 0,46$	$16,91 \pm 0,21a$
Rata – rata	$15,46 \pm 1,69a$	$14,86 \pm 1,80b$	$14,62 \pm 1,92b$	

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji DMRT taraf kesalahan 5% ($P < 0,05$)

Tabel 4 menunjukkan pada perlakuan pH 2,25 menghasilkan nilai rata-rata tingkat kekuningan tertinggi sebesar $16,91 \pm 0,21$, sedangkan tingkat kekuningan terendah terdapat pada perlakuan pH 1 sebesar $13,37 \pm 0,36$. Kondisi pelarut pada pH 2,25 lebih stabil dibandingkan pH 1 dan pH 1,62 yang terlalu asam, sehingga pH 2,25 mampu mempertahankan pigmen betasianin dan menghasilkan tingkat kekuningan tertinggi. Sedangkan, pelarut yang sangat asam menyebabkan kerusakan pada betasianin, sehingga warna pada pH 1 cenderung ke arah ungu tua yang menyebabkan tingkat

kekuningan rendah (Strack et al., 2015).

Perlakuan ukuran partikel 40 mesh menghasilkan nilai rata-rata tingkat kekuningan tertinggi sebesar $15,46 \pm 1,69$, sedangkan tingkat kekuningan terendah pada ukuran partikel 80 mesh sebesar $14,62 \pm 1,92$. Hal ini dikarenakan perlakuan ukuran partikel 40 mesh memiliki luas permukaan lebih kecil, yang menyebabkan pigmen betasianin tidak terekstrak dengan baik sehingga tingkat kekuningan tinggi. Hal tersebut berkaitan dengan kadar betasianin yaitu saat kadar betasianin tinggi maka tingkat kekuningan rendah. Hal ini disebabkan betasianin memberikan pengaruh warna merah yang lebih besar dibandingkan warna kuning (Khuluq et al., 2017). Penelitian yang dilakukan Ginting et al. (2020) pada ekstrak bunga kenop menunjukkan bahwa tingkat kekuningan tertinggi diperoleh pada perlakuan 40 mesh dibandingkan ukuran partikel 60 mesh dan 80 mesh.

Kapasitas Antioksidan

Hasil sidik ragam menunjukkan perlakuan pH pelarut dan ukuran partikel menggunakan metode MAE berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$), dan interaksi keduanya berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kapasitas antioksidan dari ekstrak pewarna alami bunga bugenvil yang dapat dilihat pada Tabel 5. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan ekstrak pewarna alami bunga bugenvil dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan (mg GAEAC/g) ekstrak pewarna alami bunga bugenvil

pH	Ukuran Partikel		
	40 mesh	60 mesh	80 mesh
pH 1	227,30 \pm 2,11gh	251,61 \pm 3,80g	259,41 \pm 7,22fg
pH 1,625	264,02 \pm 6,32ef	271,46 \pm 2,81e	283,33 \pm 1,52d
pH 2,25	299,46 \pm 3,04bc	308,60 \pm 0,76b	320,97 \pm 6,08a

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji DMRT pada taraf kesalahan 5% ($P < 0,05$)

Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan pH 2,25 dan ukuran partikel 80 mesh menghasilkan kapasitas antioksidan ekstrak pewarna alami bunga bugenvil tertinggi sebesar $320,97 \pm 6,08$ mg GAEAC/g. Sedangkan, pada pH 1 dan ukuran partikel 40 mesh menghasilkan kapasitas antioksidan ekstrak pewarna alami bunga bugenvil terendah sebesar $227,30 \pm 2,11$ mg GAEAC/g, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan pH 1 dan ukuran partikel 60 mesh sebesar $251,61 \pm 3,80$ mg GAEAC/g dan perlakuan pH 1 dan ukuran partikel 80 mesh sebesar $259,41 \pm 7,22$ mg GAEAC/g.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas antioksidan meningkat seiring dengan bertambahnya kadar betasianin. Hal ini terjadi karena betasianin yang berfungsi sebagai antioksidan. Betasianin memiliki gugus hidroksil dan sistem cincin aromatik yang mampu mendonorkan atom hidrogen untuk menstabilkan radikal bebas (Herbach et al., 2016). Mekanisme tersebut menyebabkan radikal bebas yang reaktif berubah menjadi bentuk yang lebih stabil, sehingga aktivitas antioksidan ekstrak semakin tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian Shofiati et al. (2015) bahwa semakin banyak senyawa betasianin yang terdapat dalam bahan maka aktivitas antioksidannya akan semakin meningkat.

Penelitian yang dilakukan oleh Lembong et al. (2021) ekstrak umbi bit merah dengan pelarut etanol ditambah asam sitrat dua persen menghasilkan betasianin dan antioksidan yang tinggi dibandingkan pelarut etanol ditambah asam askorbat dan asam tartarat. Selain itu, ukuran partikel juga mempengaruhi antioksidan. Miranda et al. (2020) menyatakan bahwa pengecilan ukuran partikel dapat menyebabkan kerusakan pada membran sel, sehingga memperbesar peluang pelarut untuk menembus jaringan dan mengekstrak senyawa aktif secara lebih efisien. Hal ini sejalan dengan

penelitian Sumantining et al. (2022) yang menghasilkan antioksidan tertinggi pada ukuran partikel 80 mesh dibandingkan ukuran 40 mesh dan 60 mesh menggunakan metode MAE pada ekstrak kulit buah kakao.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut: Perlakuan pH pelarut dan ukuran partikel berpengaruh terhadap karakteristik nilai rendemen ekstrak pewarna alami bunga bugenvil, total betasianin, kapasitas antioksidan, tingkat kemerahan (a*), tingkat kekuningan (b*). Interaksi pH pelarut dan ukuran partikel berpengaruh pada variabel nilai rendemen, total betasianin, kapasitas antioksidan, dan tingkat kemerahan (a*), namun tidak berpengaruh pada tingkat kekuningan (b*). Perlakuan terbaik untuk menghasilkan ekstrak pewarna alami bunga bugenvil dengan metode MAE berdasarkan uji indeks efektivitas diperoleh pada pH pelarut 2,25 dan ukuran partikel 80 mesh dengan karakteristik nilai rendemen ekstrak pewarna alami bunga bugenvil sebesar $81,89 \pm 0,40$ persen, total betasianin $22,84 \pm 1,20$ mg/100g, tingkat kemerahan (a*) sebesar $30,84 \pm 0,55$, tingkat kekuningan (b*) sebesar $16,77 \pm 0,46$, dan kapasitas antioksidan sebesar $320,97 \pm 6,08$ mg GAEAC/g.

Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, perlakuan kombinasi pH pelarut 2,25 dan ukuran partikel 80 mesh adalah perlakuan terbaik, sehingga dapat dilakukan penelitian lebih lanjut terkait kestabilan senyawa dalam bunga bugenvil dan peranannya sebagai pewarna alami dalam bidang pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Blois, M. 1958. Antioxidant eteterminations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181: 119-1200. <http://doi.org/10.1038/1811199a0>
- De Garmo, E. P., Sullivan, W. G., dan Canada, J. R. 1984. *Engineering Economy*. New York: Macmillan.
- Eder, R., dan Scherz, H. 1997. *Colorants in Foods: Their Significance for Nutrition and Health*. In G. A. Tucker & J. M. K. Smith (Eds.), *Food Biotechnology* (pp. 239–260). Springer.
- Ginting, R. B., Wartini, N. M., Wrsiati, L. P. 2020. Karakteristik ekstrak pewarna alami bunga kenop (*Gomphrena globosa* L.) pada perlakuan ukuran partikel dan lama maserasi serta korelasi antar variabel. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 8(3), 448–459.
- Herbach, K. M., Stintzing, F. C., and Carle, R. 2016. *Betalain stability and degradation—Structural and chromatic aspects*. *Journal of Food Science*, 39(6), 666–673.
- Khuluq, A.D., S.B. Widjarmoko dan E.S. Murtini. 2017. Ekstraksi dan stabilitas betasianin daun darah (*Althernathera dentate*) kajian pelarut etanol : air dan suhu ekstraksi. *Jurnal Pertanian Teknologi*. 8(3):172-181.
- Koswara, S. 2009. Pewarna Alami : Produksi dan Penggunaannya. eBookPangan.com.<https://tekpan.unimus.ac.id/wpcontent/uploads/2013/07/PEWARNAALAMI.pdf>
- Lembong, E., dan Utama, G. L. 2021. Potensi pewarna dari bit merah (*Beta vulgaris* L.) sebagai antioksidan. *Jurnal Agercolere*, 3(1), 7-13.
- Maharani, D. N., Putra, G. P. G., dan Antara, N. S. 2024. Karakteristik ekstrak kulit buah kakao

- sebagai pewarna alami pada variasi ukuran partikel dan lama ekstraksi dengan metode Microwave Assisted Extraction. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 12(3), 368–379.
- Miranda, P. M., Putra, G. P. G., dan Suhendra, L. 2020. Karakteristik ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai sumber antioksidan pada perlakuan konsentrasi pelarut dan ukuran partikel. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 8(1), 28-38. <https://doi.org/10.24843/JRMA.2020.v08.i01.p04>
- Putra, G. P. G., dan Wartini, N. M. 2023. *Potensi dan Pemanfaatan Hasil Samping Pengolahan Kakao*. Malang: PT. Literasi Nusantara Abadi Grup.
- Robinson, T. 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Edisi ke-6. Penerjemah : Kosasih Padmawinata. Penerbit ITB. Bandung.
- Tanone, V. 2019. “Pengaruh jenis pelarut dan suhu ekstraksi terhadap karakteristik pewarna alami bugenvil (*Bougainvillea x buttiana* ‘Mahara’) dan stabilitasnya terhadap suhu.” Tesis. Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Indonesia.
- Siregar, N. H., Nasution, R., dan Sari, R. 2020. Pengaruh ukuran partikel dan lama ekstraksi terhadap rendemen dan kadar kurkumin dari kunyit. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 8(2), 156–164.
- Shofiati, A., Andriani, M. A. M., dan Choirul, A. 2015. Kajian kapasitas antioksidan dan penerimaan sensoris teh celup kulit buah naga (*pitaya fruit*) dengan penambahan kulit jeruk lemon dan stevia. *Jurnal Tekno sains Pangan*, 3(2).
- Strack, D., Vogt, T., dan Schliemann, W. 2015. Recent advances in betalain research. *Phytochemistry*, 62(3), 247–269.
- Stintzing, F. C., dan Carle, R. 2016. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. *Trends in Food Science & Technology*, 15(1), 19–38.
- Surianti, N. S., Agung, I., dan Puspawati, G. A. K. D. 2016. Pengaruh Konsentrasi Asam Sitrat Terhadap Karakteristik Ekstrakstintzing Pigmen Limbah Selaput Lendir Biji Terung Belanda (*Cyphomandra Beatacea* S.) dan Aktivitas Antioksidannya. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (Itepa)*, 1(1), 1-10.
- Sumantining, L. P. A., Putra, G. P. G., dan Suhendra, L. 2022. Pengaruh jenis pelarut dan ukuran partikel pada ekstraksi kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) menggunakan metode *microwave assisted extraction* (MAE) terhadap karakteristik ekstrak. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 10(1), 124–135.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1989. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta.
- Weaver, C. M. 1996. *Food Chemistry and Nutritional Value of Pigments*. *Journal of Food Science*, 61(1), 4–6.
- Winarno, F. G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama.
- Wrasiati, L. P., Wartini, N. M., Anggreni, A. A. M. D., dan Pharmawati, M. 2023. *Rekayasa Proses Bahan Alam Hayati*. Malang: PT. Literasi Nusantara Abadi Grup.