



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
UPT PERPUSTAKAAN

Gedung Rumah Ilmu, Kampus Sekaran – Gunungpati – Semarang 50229

Telepon/Fax : (024) 8508086

Laman : <http://library.unnes.ac.id>, email : perpustakaan@mail.unnes.ac.id

DOK. KTD. BK. 2023. 1075

Semarang, 10 April 2023

Kepada Yth.
Bayu Triwibowo, S.T., M.T.
NIP. 198811222014041001
NIDN. 0022118801
Universitas Negeri Semarang

Perpustakaan Universitas Negeri Semarang dengan ini menerangkan bahwa telah menerima dan mencatat bahan pustaka yang tersebut di bawah ini pada tanggal 10 April 2023. Nomor induk untuk bahan pustaka tersebut adalah KTD. BK. 2023. 1075

Judul: Ekstraksi Antosianin Bunga Dadap Merah Menggunakan Microwave-assisted Extraction

Jenis: Buku

--

Diterbitkan 05 July 2021

Halaman -

ISBN/ISSN: ISBN: 978-623-02-2765-3

Penerbit deepublish, Yogyakarta

Kepala UPT Perpustakaan

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UPT PERPUSTAKAAN

Dr. Kusro Edy Nugroho, S.S., M. Hum.
NIP. 196512251994021001



deepublish | publisher
(Penerbit Buku Pendidikan Anggota IKAPI)

SURAT PENGANTAR
Nomor : 0494/MD-04 /V/ 2021

Bersama ini disampaikan buku cetak dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. PENULIS	: Dr. Ir. Astrilia Damayanti, S.T., M.T.
JUDUL	: Monograf ekstraksi antosianin bunga dadap merah menggunakan microwave-assisted extraction
ISBN	: 978-623-02-2765-3

Yogyakarta, 07 Mei 2021

Manager Departemen Administrasi dan Keuangan



deepublish | publisher
(Penerbit Buku Pendidikan Anggota IKAPI)

Supriyana

Pembayaran dapat ditransfer melalui:

Bank BNI

No. Rek : 160-490-0000

a.n. CV BUDI UTAMA

Bank Mandiri

No. Rek : 137-001-0498-125

a.n. CV BUDI UTAMA

*Mohon konfirmasi setelah pembayaran ke 081252006699 atau email:
keuangan.deepublish@gmail.com

Kantor Pusat :

Jl. Rajawali, Gang Elang 6 No.3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman; Jl. Kaliurang KM.9,3 - Yogyakarta 55581

Telp/Fax: 0274 - 4533427, 081362311132, 081325186641

Email : deepublish@ymail.com; Website : www.penerbitdeepublish.com; Facebook : Penerbit Deepublish

Cabang Cirebon :

Saladara No.18, Karyamulya, Kesambi, Cirebon 45131 Telp. 0813 2491 8200 Email : deepublish.editor@gmail.com

MONOGRAF Ekstraksi Antosianin

BUNGA DADAP MERAH

Menggunakan
Microwave-Assisted Extraction

Penelitian Antosianin Bunga Dadap Merah
Menggunakan Metode Microwave-Assisted Extraction

Ayrisia Damayanti, dkk.



Metode ekstraksi adalah banyak cara yang dapat dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi hingga berbagai alat. Metode ekstraksi antara lain maserasi, sifonasi, ultrasonik dan microwave. Metode ekstraksi berbagai komponen yang dikenal dengan Microwave Assisted Extraction (MAE) telah banyak dilakukan tidak hanya untuk melakukan ekstraksi antosianin.

Produktivitas metode MAE terhadap ekstraksi antosianin bunga dadap merah dengan suhu pelarut 1:15 dan daya yang berbeda-beda (300 W, 450 W dan 600 W) selama 15 menit, diperoleh hasil rata-rata antosianin yang dihasilkan paling banyak pada suhu 12-13 pada setiap daya yang berbeda. Artinya ini lebih produktif jika dibandingkan dengan metode konvensional yang membutuhkan waktu 180 menit dengan hasil yang lebih sedikit. Secara keseluruhan waktu ekstraksi dengan MAE lebih tinggi dalam setiap waktu. Antosianin diperoleh 0,548 mg/l pada kondisi 300 W, 12 menit. Pada suhu 450 W, 12 menit hanya 2,755 mg/l. Demikian juga pada kondisi 600 W, 12 menit produksi antosianin 2,879 mg/l.

Metode ekstraksi MAE dinilai lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan metode konvensional dalam hal ini adalah maserasi. Tingkat efektivitasnya dapat dilihat dari waktu ekstraksi maupun jumlah pelarut yang dibutuhkan. Total antosianin yang dihasilkan apabila dibandingkan antara konvensional dan metode MAE, waktu yang dibutuhkan lebih cepat 19 kali metode MAE dan besar hasil yang dihasilkan juga 3-10 kali lebih banyak daripada konvensional yang membutuhkan waktu 180 menit untuk menghasilkan total antosianin sebanyak 0,8330 mg/l.

Variabel yang digunakan untuk mendapatkan nilai optimasi hasil ekstraksi antosianin bunga dadap merah menggunakan metode RSM-BBD adalah daya, waktu ekstraksi, dan rasio pelarut. Hasil optimasi ditunjukkan dalam perancangan berbasis *Box-Behnken Design* (BBD) diperoleh persamaan matematis. Ekstrak Antosianin (mg/l) = $3,702 + 0,02226 X_1 - 0,44717 X_2 + 0,7721 X_3 + 0,00128 X_1X_2 - 0,00015 X_1X_3 - 0,0047 X_2X_3 - 0,000015 X_1^2 + 0,001453 X_2^2 - 0,01678 X_3^2$

Hasil perhitungan persamaan tersebut, kemudian diolah dan dianalisis secara statistik menggunakan Model Regresi ANOVA untuk mengetahui signifikansi koefisien regresi. Kondisi ini menunjukkan bahwa koefisien rasio pelarut (X3) signifikan mempengaruhi nilai daya ekstraksi antosianin maksimum sebesar 5,83589 mg/l, diperoleh pada daya 700-946 watt, dengan waktu 23-695 menit, dan rasio pelarut 20:50.



Penulis: Damayanti, (2020) (2020)
P. Napak, yang Yang P. Napak, G. Napak, H. Napak, I. Napak
P. Napak, yang Yang P. Napak, G. Napak, H. Napak, I. Napak
P. Napak, yang Yang P. Napak, G. Napak, H. Napak, I. Napak
P. Napak, yang Yang P. Napak, G. Napak, H. Napak, I. Napak
P. Napak, yang Yang P. Napak, G. Napak, H. Napak, I. Napak



MONOGRAF Ekstraksi Antosianin
BUNGA DADAP MERAH Menggunakan
Microwave-Assisted Extraction



Monograf

EKSTRAKSI ANTOSIANIN

BUNGA DADAP MERAH MENGGUNAKAN

MICROWAVE-ASSISTED EXTRACTION

deepublish / publisher

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Monograf

**EKSTRAKSI ANTOSIANIN
BUNGA DADAP MERAH MENGGUNAKAN
*MICROWAVE-ASSISTED EXTRACTION***

Astrilia Damayanti
Bayu Triwibowo
Megawati

 **deepublish**
glorify and develop the intellectual of human's life

**MONOGRAF EKSTRAKSI ANTOSIANIN BUNGA DADAP MERAH
MENGUNAKAN MICROWAVE-ASSISTED EXTRACTION**

Astrilia Damayanti, Bayu Triwibowo, & Megawati

Desain Cover :

Nama

Sumber :

Link

Tata Letak :

Amira Dzatin Nabila

Proofreader :

Mira Muarifah

Ukuran :

xii, 59 hlm, Uk: 14x20 cm

ISBN :

No ISBN

Cetakan Pertama :

Bulan 2021

Hak Cipta 2021, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2021 by Deepublish Publisher

All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT DEEPUBLISH

(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman

Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581

Telp/Faks: (0274) 4533427

Website: www.deepublish.co.id

www.penerbitdeepublish.com

E-mail: cs@deepublish.co.id

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas segala karunia-Nya. *Shalawat* dan salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. dan para pengikutnya sampai akhir zaman sehingga penulis dapat menyelesaikan buku ini, dengan harapan bisa memberikan manfaat kepada pembaca.

Buku ini bertujuan untuk mengupas mengenai ekstraksi antosianin dengan metode modern berbantu *microwave* terhadap bunga dadap merah (*Erythrina crista-galli L.*) untuk mendapatkan antosianin.

Antosianin merupakan pigmen alami yang memiliki banyak manfaat, di antaranya di bidang kesehatan dan teknologi seperti *Dye Sensitized Solar Cells (DSSC)* atau sel surya peka warna. Pigmen ini dapat dijumpai pada berbagai jenis tanaman. Salah satunya yang potensial adalah bunga dadap merah (*Erythrina crista-galli L.*). Tanaman ini sering berfungsi sebagai pohon hias dan peneduh.

Kontribusi dan manfaat yang dapat diberikan oleh hasil penelitian ini terhadap ilmu pengetahuan atau pembangunan adalah pemanfaatan hasil bunga untuk memproduksi antosianin sebagai pewarna makanan dan *sensitizer (DSSC)*.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi terhadap penyiapan buku ini, khususnya Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia melalui Hibah Penelitian Dasar DIPA PNBP UNNES 2020 Nomor: 208.23.4/UN37/PPK.3.1/2020, Dr. Megawati, S.T., M.T. dan Bayu Triwibowo, S.T., M.T. sebagai teman seperjuangan

dalam mengerjakan Hibah Penelitian Dasar 2020, mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang angkatan 2016-2017 yaitu Nur Kholifah Chandra Mulyani, Evaluasi Amalia Alvionita, Miftahuddin Azhari dan Sandra Anggita yang telah melakukan running untuk hibah DIPA PNBPN UNNES 2020, Juliawan Arif Permana, Fika Nur Auralia, Viona Velda Ignecia, Fauzi Syah Putra, Shela Septiningrum, Raihan Mukti Ramadhan, Lina Sahar Oktaviana, dan Anis Budi Utami yang dengan ikhlas telah berkontribusi pada aspek menyunting, serta Moh. Sholeh, S.Kom., M.Kom., M.T., sebagai teman hidup yang selalu membantu, serta memberi semangat dan teladan dalam segala hal.

Semarang, 28 Maret 2021

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
BAB II. DADAP MERAH.....	4
2.1. Dadap Merah (<i>Erythrina crista-galli</i> L.)	4
2.1.1. Taksonomi dan Morfologi Dadap Merah (<i>Erythrina crista-</i> <i>galli</i> L.).....	4
2.1.2. Senyawa Fitokimia pada Bunga Dadap Merah dan Perannya bagi Kesehatan.....	6
2.2. <i>Microwave Assisted Extraction</i> (MAE).....	8
BAB III. EKSTRAKSI ANTOSIANIN METODE MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION (MAE).....	9
3.1. Ekstraksi Antosianin Menggunakan MAE.....	9
3.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ekstraksi dengan Metode MAE.....	11
3.2.1. Jenis Pelarut.....	11
3.2.2. Rasio Pelarut.....	14
3.2.3. Daya <i>Microwave</i>	14

3.2.4.	Waktu Ekstraksi.....	16
3.3.	Optimasi Ekstrak Antosianin.....	16
3.3.1.	Metode Permukaan Tanggap (<i>Response Surface</i> <i>Methodology</i>).....	17
3.3.1.1.	<i>Cental Composite</i> <i>Design (CCD)</i>	18
3.3.1.2.	<i>Box Behnken Design</i> (<i>BBD</i>).....	19
3.3.2.	Metode Taguchi.....	20
BAB IV.	PRODUKTIVITAS	EKSTRAKSI
	ANTOSIANIN BUNGA DADAP MERAH	22
4.1.	Proses Ekstraksi Antosianin Bunga Dadap Merah Menggunakan MAE.....	22
4.2.	Produktivitas Antosianin Bunga Dadap Merah Menggunakan MAE	25
4.3.	Efektivitas dan Efisiensi Ekstraksi antosianin Dadap Merah Menggunakan MAE.....	26
4.4.	Optimasi Ekstraksi Antosianin Bunga Dadap Merah Menggunakan Metode RSM.....	27
BAB V.	KONTRIBUSI ANTOSININ	29
5.1.	Implementasi Antosianin.....	29
5.2.	Tantangan dan Peluang.....	30
5.2.1.	Tantangan	30
5.2.2.	Peluang	31
BAB VI.	PENUTUP.....	32
6.1.	Simpulan	32
6.2.	Rekomendasi	33

DAFTAR PUSTAKA	34
GLOSARIUM.....	48
INDEKS.....	54
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS	58

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Ekstraksi Antosianin Berbantu <i>Microwave</i>	9
Tabel 3.2.	Antosianin dari Kelopak Bunga	10
Tabel 3.3.	Sifat Fisika dan Kimia Etanol	12
Tabel 3.4.	Sifat Fisika dan Kimia HCl	13
Tabel 3.5.	Konfigurasi Desain BBD untuk Sistem 3 Variabel.....	20
Tabel 4.1.	Variabel Optimasi Ekstraksi Antosianin Bunga Dadap Merah	27
Tabel 5.1.	Implementasi Antosianin dari Tanaman.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Bunga Dadap Merah	4
Gambar 2.2.	Bunga Dadap Merah	5
Gambar 2.3.	Struktur Kimia Antosianidin	6
Gambar 3.1.	Ilustrasi Kubus CCD dan BBD	18
Gambar 3.2.	(a) Ilustrasi Kubus untuk BBD (b) Ilustrasi Desain 22 dengan Tiga Faktor dan 1 Titik Tengah	19
Gambar 4.1.	Serbuk Kelopak Bunga Dadap Merah	22
Gambar 4.2.	Diagram Alir Ekstraksi Bunga Dadap Merah Menggunakan Pelarut Etanol dan Asam Klorida	23
Gambar 4.3.	Rangkaian Alat MAE	24
Gambar 4.4.	Hasil Ekstraksi Bunga Dadap Merah	25

deepublish / publisher

BAB I.

PENDAHULUAN

Antosianin merupakan salah satu bagian dalam kelompok pigmen selain klorofil. Antosianin dikenal umum sebagai zat pewarna alami, khususnya untuk produk makanan dan minuman. Pewarna alami selain antosianin masih ada juga karotenoid, klorofil, dan flavonoid. Antosianin ditemukan berlimpah pada tumbuhan, mulai daun, bunga, batang, akar dan buah. Karakter antosianin berbeda-beda tergantung pada jenis tanaman di alam dan penyebarannya. Hal ini menjadikan antosianin sebagai zat kimia organik yang amat potensial untuk dikembangkan dan diteliti.

Keanekaragaman warna ini tergantung dari bahan dasarnya. Antosianin umumnya ditemukan pada buah-buahan, sayuran, dan bunga, contohnya pada kol merah, anggur, *strawberry*, *cherry*, dan bunga dadap merah (Jackman dan Smith, 1996; Rahmawati dkk., 2016; Susetyarini dkk., 2020).

Antosianin memberikan banyak manfaat bagi kehidupan di antaranya terhadap kesehatan karena antosianin dapat berfungsi sebagai antioksidan dan antiinflamasi. Antosianin juga berfungsi sebagai pewarna alami yang ramah lingkungan (Shahid dkk., 2013). Oleh karena itu pemanfaatan antosianin menjadi daya tarik tersendiri dalam industri kesehatan, industri kosmetik, dan pengembangan sel surya (*dye sensitized solar cell*, DSSC) (Shahid dkk., 2013), dan juga industri makanan atau minuman. Hal ini tentunya menjadi tantangan sekaligus peluang bagi industri dan peneliti di dalam mengembangkan pemanfaatan

antosianin sebagai pewarna alami, bahan peningkat kesehatan, dan sel surya.

Antosianin ditemukan pada bunga dadap merah. Bunga dadap merah merupakan salah satu bunga yang melimpah di Indonesia dan mengandung antosianin (Rahmawati dkk., 2016). Bunga dadap merah menjadi pewarna alami yang potensial karena bagian kelopaknya terdapat aktivitas biosintetik yang mampu menghasilkan antosianin (Susetyarini dkk., 2020).

Tanaman dadap merah umumnya dijadikan sebagai tanaman peneduh. Bunganya yang berwarna merah menambah daya tarik dari dadap merah. Antosianin diambil dari sumbernya dengan cara diekstraksi. Ekstraksi adalah prosedur yang dilakukan untuk mendapatkan kandungan senyawa kimia dari jaringan tanaman atau hewan dengan pelarut yang sesuai dalam metode ekstraksi standar.

Secara umum, ekstraksi menggunakan jenis kelarutan suatu senyawa dalam pelarut yang diberikan. Ini karena kelarutan senyawa tertentu dalam pelarut yang diberikan dapat dikontrol sesuai dengan sifatnya. Oleh karena itu metode ekstraksi dikembangkan oleh ahli kimia untuk mendapatkan senyawa dengan nilai kemurnian tinggi.

Beberapa metode ekstraksi yang sudah bisa dilakukan selama ini antara lain Maserasi, Sokletation, Perkolasi, Refluks dan Distilasi. Sejalan dengan perkembangan teknologi, metode ekstraksi ikut mengalami inovasi, seperti: Metode *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE), Metode *Ekstraksi Pulsed Electric Field* (PEF), Metode *Pressurized Liquid Extraction* (PLE) dan Metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE).

Pengambilan antosianin dari bunga dadap merah dapat dilakukan baik dengan metode maserasi (konvensional) maupun dengan metode MAE (berbantu *Microwave*). Metode ekstraksi

dengan menggunakan teknologi MAE telah banyak digunakan untuk proses ekstraksi pada senyawa aktif dari tanaman (Chan dkk., 2014) karena alasan efisiensi, contohnya waktu yang relatif singkat, dan menggunakan pelarut yang lebih sedikit (Ingrath dkk., 2015), serta perbandingan bahan dan pelarut (Arroy dkk., 2017). Perbandingan bahan dan pelarut termasuk salah satu faktor kritis dalam proses ekstraksi karena semakin banyak pelarut yang digunakan maka semakin banyak senyawa yang terekstrak (Yudharini dkk., 2016; Aulia dan Widjanarko, 2018). Namun, penggunaan pelarut yang berlebihan tidak secara linier menghasilkan ekstrak yang banyak, justru dapat berdampak sebaliknya atau kurang efisien terhadap proses ekstraksi (Aulia dan Widjanarko, 2018; Kusnadi dkk., 2017). Prinsip pelarut yang digunakan harus membenamkan bahan selama proses iradiasi. Sebaliknya, rasio yang tinggi akan menurunkan rendemen ekstrak (Aulia dan Widjanarko, 2018).

Hasil ekstraksi dari beberapa sumber seperti ubi jalar ungu, buah duwet, bunga rosela mempunyai nilai total antosianin bervariasi. Perbedaan antosianin yang dihasilkan dari ekstraksi ini karena menggunakan metode yang berbeda-beda. Penggunaan jenis pelarut dan waktu ekstraksi juga bervariasi. Penggunaan metode MAE akan dipengaruhi juga terhadap suhu atau daya yang digunakan.

Ekstraksi antosianin dari bunga dadap merah, yang ada masih menggunakan metode maserasi. Ekstraksi bunga dadap merah menggunakan metode MAE ini, diharapkan dapat diketahui nilai kadar antosianin hasil terhadap penggunaan pelarut dari etanol dengan pengasaman dan efektivitas produksi antosianin dalam berbagai daya yang digunakan.

BAB II.

DADAP MERAH

2.1. Dadap Merah (*Erythrina crista-galli* L.)

2.1.1. Taksonomi dan Morfologi Dadap Merah (*Erythrina crista-galli* L.)

Dadap merah (*Erythrina crista-galli*) merupakan salah satu tanaman yang sering digunakan sebagai tanaman hias sebagai berikut: bertandan (Gambar 2.1), kelopak bercuping 5 dengan bunga (Gambar 2.2) berukuran sekitar 1,5 cm; berlekatan; terdiri atas sayap merah; benang sari memberkas dua, 9 benang sari berlekatan, satu benang sari bebas, kuning; satu putik (Irsyam dan Priyanti, 2016).



Gambar 2.1. Bunga Dadap Merah
Sumber: Wahyuno (2011)



Gambar 2.2. Bunga Dadap Merah

Sumber: Arita dkk. (2014)

Dadap merah menghasilkan bunga berwarna merah tua yang cerah dari bulan Juni hingga Oktober (Arita dkk., 2014). Warna merah pada kelopak bunga dadap merah menunjukkan adanya pigmen antosianin yang terkandung di dalamnya. Bagian dari tanaman ini memiliki banyak manfaat, masyarakat Indonesia menggunakan rebusan kulit dan daun dadap merah sebagai obat tradisional malaria (Tjahjandarie dkk., 2014). kandungan antosianin ditunjukkan dengan adanya senyawa *cyanidin 3-sophorisode* dalam bunga dadap merah (Arita dkk., 2014)

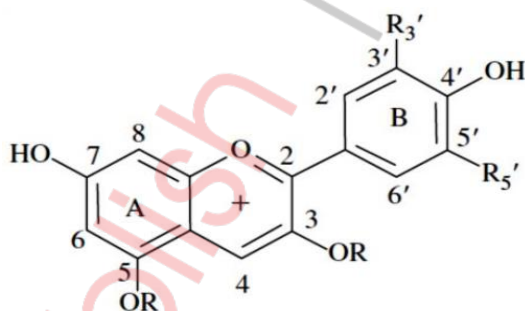
Klasifikasi bunga dadap merah di dalam taksonomi adalah sebagai berikut (Noor dan Asih, 2018).

Kingdom : *Plantae*
Subkingdom : *Tracheobionta*
Super Divisio : *Spermatophyta*
Divisio : *Magnoliophyta*
Classis : *Magnoliopsida*

Sub Classis : Rosidae
Ordo : Fabales
Familia : Fabaceae
Genus : Erythrina
Spesies : Erythrina crista-galli L.

2.1.2. Senyawa Fitokimia pada Bunga Dadap Merah dan Perannya bagi Kesehatan

Antosianin merupakan flavonoid yang menunjukkan warna merah sampai biru (Noraini Mahmad dkk., 2018) dengan struktur dasar terdiri dari aglikon (antosianidin) (Gambar 2.1) dan berasal dari 2-fenilbenzopirilium (flavylium) yang dihidroksilasi/dimetoksilasi (Santos-Buelga dan González-Paramás, 2019).



Gambar 2.3. Struktur Kimia Antosianidin

Sumber: Priska dkk. (2018)

Struktur antosianidin mempengaruhi jumlah gugus hidroksi atau metoksi pada warna antosianin. Gugus hidroksi atau metoksi menyebabkan warna biru atau merah (Jackman dan Smith, 1996)

Namun, hanya 6 antosianidin yang ditemukan di alam dan sangat penting untuk diet, yaitu *cyandin*, *delphinidin*, *pelargonidin*, *malvidin*, *petunidin*, dan *peonidin* (Bueno dkk., 2012). Pigmen ini dapat mencegah penyakit kardiovaskular, mengendalikan gangguan metabolisme, menghambat pertumbuhan sel kanker, meningkatkan fungsi visual, dan menghambat usia degenerasi saraf (Benvenuti dkk., 2016).

Antosianin termasuk ke dalam senyawa turunan fenolik yang memiliki sifat antioksidan (Braga dkk., 2019). Sedangkan antioksidan merupakan molekul yang sangat reaktif dan dapat menghambat reaksi oksidasi dengan mengikat radikal bebas (Manoj Kumar dkk., 2019). Sehingga, antioksidan bermanfaat dalam industri pangan karena dapat memperpanjang umur simpan makanan dari kerusakan akibat proses oksidasi (Aal dkk., 2014). Antioksidan alami banyak ditemukan dari hasil ekstraksi berbagai tanaman seperti buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan, dan bunga yang dapat dikonsumsi (Lim dkk., 2019). Sedangkan contoh antioksidan dalam kehidupan sehari-hari yang banyak dijumpai yaitu tokoferol, karotenoid, vitamin C dan berbagai fenolik (Catha dkk., 2006).

Antosianin termasuk senyawa kimia organik yang larut dalam pelarut polar seperti etanol (Kristiana dkk., 2012). Kestabilan antosianin dalam air maupun pelarut polar yang bersifat netral atau basa dapat lebih dimantapkan dengan penambahan asam organik seperti asam asetat, asam sitrat, atau asam klorida (Sipahli dkk., 2017). Penambahan asam ini menjadikan antosianin lebih stabil. Hal ini disebabkan karena kekurangan elektron pada struktur flavilium yang dihasilkan dari glikosilasi polihidroksi pada antosianin (Harborne, 1987).

2.2. *Microwave Assisted Extraction (MAE)*

MAE merupakan salah satu metode ekstraksi dengan menggunakan teknologi *microwave* dengan cara kerjanya menggunakan gelombang mikro sebagai media pemanas (Tjahjani dkk., 2014). Metode MAE telah banyak dipergunakan untuk berbagai bahan, karena metode ekstrak ini mempunyai efisiensi tinggi, mampu mengurangi penggunaan pelarut, dan dapat meningkatkan hasil ekstraksi secara drastis (Liu dkk., 2019; Llompart dkk., 2018).

Gelombang mikro adalah gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh *microwave* dengan frekuensi super tinggi. Cara kerja MAE adalah dengan memanfaatkan pancaran gelombang mikro sebagai sumber pemanasan. Gelombang mikro ini mampu bekerja secara langsung yang sanggup menembus sampel/material secara cepat, sehingga mampu mempersingkat waktu ekstraksi. Dengan demikian metode MAE ini mampu bekerja secara terarah dan meningkatkan hasil ekstraksi secara maksimal (Maran dan Prakash, 2015; Al-dhabi dan Ponmurugan, 2020). Gelombang mikro yang dihasilkan oleh *microwave* saat bekerja bisa mencapai frekuensi 300 MHz–300 GHz dengan rentang panjang gelombang 1 mm–1 m (Daniswara dkk., 2017).

BAB III.

EKSTRAKSI ANTOSIANIN METODE *MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION (MAE)*

3.1. Ekstraksi Antosianin Menggunakan MAE

Proses ekstraksi pada bahan alami sudah banyak dilakukan oleh para peneliti, dimulai dengan metode konvensional (maserasi) hingga modern (*microwave*), contohnya minyak atsiri dari bunga mawar dengan maserasi (Damayanti dan Fitriana, 2012) dan biji adas dengan distilasi *steam* (Damayanti dan Setyawan, 2012). Kemudian, ekstraksi dengan metode modern (*microwave*) untuk pengambilan pektin dari kulit pisang kapok (Megawati dan Machsunah, 2016) dan minyak atsiri kulit jeruk manis menggunakan *microwave-hydrodistillation* (Megawati dan Kurniawan, 2015). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *microwave* lebih unggul daripada metode konvensional baik dari sisi *yield* lebih banyak maupun dari waktu ekstraksi lebih singkat daripada metode konvensional.

Ekstraksi terhadap antosianin pada tanaman (Tabel 3.1) dan metode telah dan kelopak bunga (Tabel 3.2). menggunakan ekstraksi berbantu *microwave* juga telah dilakukan oleh para peneliti.

Tabel 3.1. Ekstraksi Antosianin Berbantu *Microwave*

Sumber	Referensi
<i>Lavandula pedunculata L.</i> Bunga Telang	(Farzaneh dan Carvalho, 2017) (Aal dkk., 2014)
<i>Blackcurrant (Ribes nigrum L.)</i>	(Yang dkk., 2012)
<i>Blueberry</i>	(Zheng dkk., 2013)
<i>Grape skins</i>	(Liiazid dkk., 2011)

Sumber	Referensi
<i>Chinese bayberry</i>	(Duan dkk., 2015)
<i>Purple Sweet Potato</i>	(Wicaksodkk., 2017)
<i>Red Wines</i>	(Sommer dan Cohen, 2018)
<i>Wine Lees</i>	(Matos dkk., 2019)
<i>Bunga Delonix regia</i>	(Adjé dkk., 2010)

Dalam tanaman, antosianin tersebar setidaknya pada 27 famili, 73 genus dan berbagai jenis spesies. Antosianin dapat diekstraksi dari buah anggur (*Vitis sp.*), *elderberry* (*Sambucus nigra*), kubis merah (*Brassica oleracea*), bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa*). Kadar antosianin pada jenis buah yaitu anggur sebesar 30-750 mg/100g dan *elderberry* sebesar 200-1000 mg/100g berat segar, jenis sayuran yaitu kol merah. Dengan kadar antosianin sebesar 69-94 mg/100 g, serta jenis bunga yaitu rosela sebesar 1,5 g/100g kelopak kering (Bridle dan Timberlake, 1997) dan dadap merah sebesar 0.0843 mg/10g (Purwanti dkk., 2016).

Tabel 3.2. Antosianin dari Kelopak Bunga

Sumber Bunga	Metode Ekstraksi	Pelarut	Referensi
Telang (<i>Clitoria ternatea</i>)	ultrasonik	air	(Chong dan Gwee, 2015)
<i>Lavandula pedunculata</i> L.	microwave	Deionized water	(Farzaneh dan Carvalho, 2017)
<i>Clitoria ternatea</i> L. dan <i>Dioscorea alata</i> L.	maserasi	90% etanol	(N. Mahmud dkk., 2018)
Mawar lokal Batu	maserasi	Air terasidifikasi (asam: sitrat, laktat, sulfat) dan metanol-HCl	(Saati, 2015)
<i>Saffron sativus</i> (<i>Crocus</i>)	maserasi	Etanol terasidifikasi (HCl)	(Khazaei dkk., 2016)
<i>Hibiscus sinensis</i> <i>rosa</i>	maserasi	Metanol terasidifikasi (4% asam sitrat)	(Vankar dan Shukla, 2011)

Sumber Bunga	Metode Ekstraksi	Pelarut	Referensi
Telang	maserasi	Metanol, aseton, dan etanol	(Marpaung dkk., 2017)
Rosela	maserasi	n-heksana	(Nuryanti dkk., 2012)
Telang	maserasi	Aquades asidifikasi (5% asam tartarat)	(Hariadi dkk., 2018)
Rosela	maserasi	Etanol dan metanol terasidifikasi (asam: tartarat, sitrat, danasetat) (<i>deionised water/formic acid</i>) dan <i>acetonitrile/formic acid</i>	(Moulana dkk., 2012) (Adjé dkk., 2010)
<i>Delonix regia</i>	ultrasonik		
Lili (<i>Nymphaea</i>)	maserasi	Metanol terasidifikasi (0.1% HCl)	(Zhu dkk., 2012)
Telang	MAE, maserasi, dan pemanasan	Metanol terasidifikasi (1.0 N HCl, 1 M <i>phosphoric acid</i> , <i>trifluoro acetic acid</i> , asam asetat) dan aseton-air	(Aal dkk., 2014)

3.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ekstraksi dengan Metode MAE

Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas antosianin antara lain jenis pelarut, rasio bahan dan pelarut, daya, dan waktu (Febriyanti dkk., 2018; Sulihono dkk., 2012).

3.2.1. Jenis Pelarut

Penggunaan pelarut berfungsi untuk melarutkan pigmen serta menentukan kualitas hasil ekstraksi antosianin (Hariadi dkk., 2018). Pelarut yang digunakan bersifat polar dan jenis yang sering digunakan adalah etanol dibandingkan dengan metanol, N-butanol, aseton dingin, propilen glikol, campuran metanol-aseton. Pemilihan pelarut dari etanol dikarenakan toksisitasnya yang rendah (Khazaei dkk., 2015).

Etanol atau etil alkohol adalah senyawa alkohol dengan gugus hidroksil (OH), 2 atom karbon (C), dengan rumus kimia C_2H_5OH (Megawati dan Kurniawan, 2015) serta termasuk pelarut yang sering digunakan karena memiliki titik didih yang rendah dan dapat mempermudah pemisahan ekstrak dengan pelarut dalam proses distilasi. Sifat fisik dan kimia dari etanol dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Sifat Fisika dan Kimia Etanol

Kriteria	Nilai
Rumus molekul	C_2H_5OH
Massa molar (g/mol)	46,07
Warna	Tidak berwarna
Densitas (20°C), g/cm ³	0,790-0,793
Titik didih (°C)	78,3
Titik beku (°C)	-114,5
Titik nyala (°C)	12
Tekanan uap (20°C), hPa	59
Kelarutan dalam air	Larut sempurna
Viskositas (20°C) (mPa.s)	1,2

Sumber: Merck. (2019)

Ekstraksi pada tanaman baik daun, batang, akar maupun bunganya untuk mendapatkan pigmen antosianin dilakukan dengan menambahkan pelarut dan asam. Penambahan asam berfungsi untuk mengoptimalkan jumlah antosianin yang diekstrak (Sampebarra, 2018). Kondisi asam jika mendekati pH 1 menyebabkan pigmen antosianin banyak dalam bentuk kation flavilium atau oksonium yang berwarna sehingga pengukuran absorbansi akan menunjukkan antosianin yang semakin besar jumlahnya. Selain itu, dapat menyebabkan semakin banyak dinding sel vakuola yang pecah sehingga antosianin yang terekstrak semakin banyak (Simanjuntak dkk., 2014).

Kondisi asam pada ekstraksi pigmen antosianin (senyawa flavonoid) berfungsi mendenaturasi membran sel tanaman untuk melarutkan pigmen antosianin sehingga dapat keluar dari sel (Wahyuningsih dkk., 2017), mencegah oksidasi flavonoid (Wicaksono dkk., 2019) serta memantapkan kestabilan antosianin dalam bentuk kation flavium merah (Priska dkk., 2018). Asam klorida (HCl) sering digunakan sebagai pelarut untuk ekstraksi antosianin (Amelia dkk., 2013; Wahyuningsih dkk., 2017) dengan konsentrasi 0,1% (Dyankova dan Doneva, 2016; Patil and Datar, 2015), 0,1% 12N HCl (Blackhall dkk., 2018) dan 1% (Wahyuningsih dkk., 2017; Duan dkk., 2015). Sedangkan penggunaan etanol yang diasamkan dengan HCl 0,1N untuk ekstraksi antosianin dari *Vaccinium corymbosum* (Oancea dkk., 2012). Pelarut etanol yang diasamkan dengan 1% HCl dapat menghasilkan kadar total antosianin yang tinggi. Sifat fisika dan kimia dari HCl disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Sifat Fisika dan Kimia HCl

Kriteria	Nilai
Rumus molekul	HCl
Wujud	Cair
Bobot molekul (g/mol)	36,46
Warna	Tidak berwarna
Densitas (g/cm ³)	1,05-1,18
Titik didih (°C)	60-105
Titik beku (°C)	-34 sampai -15
Titik nyala (°C)	-
Tekanan uap (20°C), mmHg	14,6-80
Viskositas (mPa.s)	-
Indeks bias	Larut sempurna

(Occidental Chemical Corporation, 2016)

3.2.2. Rasio Pelarut

Rasio atau perbandingan antara pelarut dengan bahan juga berperan penting dalam proses ekstraksi karena semakin banyak pelarut yang digunakan maka semakin banyak senyawa yang dapat diekstrak. Rasio pelarut dalam metode ekstraksi konvensional, umumnya volume pelarut yang lebih tinggi terhadap bahan, sedangkan ekstraksi menggunakan metode MAE dibutuhkan pelarut yang lebih sedikit (Afoakwah dkk., 2012).

Rasio konsentrasi pelarut terhadap bahan pada ekstraksi antosianin dengan menggunakan pelarut dari etanol dan menghasilkan *yield* maksimum yang adalah 1:15 (Lima dkk., 2011; Tawiah dkk., 2016).

3.2.3. Daya Microwave

Daya gelombang mikro mempengaruhi hasil ekstraksi yang tergantung pada suhu dan waktu, Meningkatkan daya *microwave* tentunya akan menghasilkan gelombang mikro yang lebih besar dan dapat meningkatkan suhu ekstraksi yang tinggi pula. Tingginya suhu pada proses ekstraksi dapat berdampak pada rusaknya sel dan meningkatkan pengotor dalam ekstraksi. Sehingga daya gelombang mikro harus dipilih dengan benar agar tidak terjadi suhu yang berlebihan yang akan dapat menyebabkan terjadinya degradasi produk (Jukic dkk., 2013).

Panas yang dihasilkan oleh gelombang mikro akan menyebabkan terjadinya tumbukan antara molekul polar bahan dan pelarut. Tumbukan ini mengakibatkan terjadinya perpindahan panas pada dinding sel (Cassol dkk., 2019).

Perpindahan massa pada proses ekstraksi menggunakan metode MAE merupakan peristiwa perpindahan massa yang meliputi (i) penetrasi pelarut ke dalam padatan, (ii) solubilisasi-desorpsi zat terlarut dari matriks padat dan atau hidrolisis, (iii)

difusi ke permukaan biomassa, dan (iv) transfer eksternal ke larutan (Flórez dkk., 2014). Perpindahan panas dan massa pada MAE terjadi karena hubungan pemanasan gelombang mikro dengan tekanan sel akibat pembangkitan uap intraseluler, yang menggabungkan pemanasan gelombang mikro, penguapan air, dan sifat dinding sel mekanis untuk memprediksi tekanan internal dan waktu pecahnya sel (Chan dkk., 2016).

Pemanasan selektif dengan gelombang mikro menginduksi gradien suhu antara sel dan fase pelarut dalam sistem pelarut biomassa. Jika komponen intraseluler dipanaskan secara selektif di atas pelarut, potensi kimiawi dari komponen intraseluler ini berkurang, dan hal ini menyebabkan pergerakan pelarut ke dalam sel, menginduksi tekanan sel yang lebih tinggi. Jika cairan mengalir ke dalam sel, akan ada peningkatan tekanan berikutnya karena resistensi terhadap ekspansi yang disediakan oleh dinding sel, suatu fenomena yang dapat menyebabkan gangguan pada struktur seluler (Taqi dkk., 2020).

Ekstraksi dengan bantuan gelombang mikro yang memanfaatkan energi panas yang ditimbulkan gelombang mikro dari *microwave* berfungsi untuk proses penghancuran sel bunga dadap merah. Pemanfaatan gelombang mikro meningkatkan laju perpindahan massa antosianin dari bunga dadap merah sehingga mempercepat waktu ekstraksi. Tanpa adanya gelombang mikro tersebut perpindahan massa dalam suhu ruang maka waktu kontak antara padatan dan pelarut harus dalam waktu yang cukup lama. Total antosianin yang dihasilkan ekstraksi dengan pelarut 4% asam sitrat-etanol, rasio 1:15 dalam waktu 12 menit sebesar 9,518 mg/L. Sedangkan metode konvensional dengan pelarut etanol-asam sitrat diperoleh dengan waktu ekstraksi selama 180 menit hanya menghasilkan sebesar 0,8350 mg/L (Purwanti dkk., 2016).

Oleh karena itu, penyesuaian besaran daya *microwave* harus dilakukan dengan karakteristik matriks sampel dan senyawa yang akan diekstraksi agar didapatkan hasil yang optimal. Nilai antosianin monomer total dari *Lavandula pedunculata* L. tertinggi diperoleh pada daya 464,876 W sedangkan aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh pada daya 300 W (Farzaneh dan Carvalho, 2017). Penelitian lain mengenai aktivitas antioksidan optimal dari *Foeniculum vulgare* diperoleh pada daya 600 W (Aal dkk., 2014).

3.2.4. Waktu Ekstraksi

Waktu ekstraksi yang relatif lama sangat mempengaruhi ekstraksi antosianin dalam sampel karena paparan panas yang terlalu lama akan menyebabkan denaturalisasi antosianin (Garofulic dkk., 2013). Proses denaturalisasi diawali dengan berkurangnya warna oleh degradasi termal dan pembentukan ekstrak kecokelatan serta terdapat senyawa yang tidak larut dalam pelarut yang diekstraksi (Farzaneh dan Carvalho, 2017). Beberapa penelitian mengenai ekstraksi zat warna dari tanaman menggunakan MAE menunjukkan waktu optimum 15 menit (Duan dkk., 2015; Al-Mamoori dan Al-Janabi, 2018). Sedangkan waktu optimum ekstraksi antosianin pada *raspberry* merah dan kedelai hitam adalah 12,1 menit (Sun dkk., 2007) dan 262,54 detik (4,3 menit) (Kumar dkk, 2019).

3.3. Optimasi Ekstrak Antosianin

Optimasi (*Optimization*) adalah aktivitas untuk mendapatkan hasil terbaik di bawah keadaan yang diberikan. Optimasi diharapkan untuk mendapatkan nilai maksimum suatu fungsi. Tidak ada metode tunggal yang dapat dipakai untuk menyelesaikan semua masalah optimasi. Banyak metode

optimasi telah dikembangkan untuk menyelesaikan tipe optimasi yang berbeda-beda.

Metode optimasi untuk ekstraksi ada beberapa, di antaranya adalah Metode *Response Surface Methodology* (RSM) seperti ekstraksi kulit manggis (Hasan dkk., 2012), ubi jalar (Yudiono dkk., 2016) dan *Box Behnken Design* (BBD) seperti bunga rosela (Triyastuti dan Djaeni, 2019), alga coklat (Sari dkk., 2020), dan labu siam (Rosidah dkk., 2017).

3.3.1. Metode Permukaan Tanggap (*Response Surface Methodology*)

Metodologi permukaan respons atau *Response Surface Methodology* (RSM) adalah suatu metode dari teknik statistik dan matematika yang dapat dipergunakan untuk mengoptimalkan suatu proses yang dipengaruhi oleh beberapa variabel input sebagai responsnya. RSM sangat membantu dalam melakukan optimasi suatu metode secara efektif terutama pengembangan metode ekstraksi fraksinasi, dan isolasi.

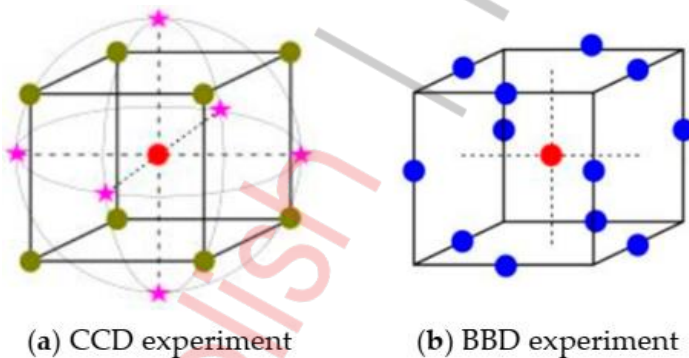
Pendekatan RSM ini mengembangkan desain eksperimental dengan mengintegrasikan semua variabel independen dan menggunakan input data hasil penelitian sehingga dihasilkan nilai teoretis dari suatu output. Proses optimasi menggunakan metode RSM, secara singkat dapat menguji semua variabel yang berpengaruh (Said dan Amin, 2015).

Metode RSM dapat memodelkan permukaan kuadratik yang melengkung. Metode RSM ini dapat menunjukkan respons minimum atau maksimum. Fungsi kuadrat membutuhkan minimal tiga nilai yang berbeda dalam variabel, dengan demikian desain standar dua tingkat tidak dapat memenuhi permukaan melengkung (Proust, 2012).

Metode RSM dibedakan menjadi 2 jenis desain, yaitu *Box-Wilson Central Composite Design* lebih dikenal dengan *Central Composite Design (CCD)* dan *Box-Behnken Design (BBD)*. CCD dan BBD ini sering menjadi rujukan di dalam melakukan analisis data.

BBD lebih efisien secara jumlah eksperimen jika dibandingkan dengan CCD. Keuntungan lain dari metode BBD adalah dalam konfigurasi eksperimennya tidak ada kombinasi variabel dalam satu eksperimen yang secara simultan berada pada titik terendah atau titik tertingginya.

Titik-titik pada diagram mewakili proses eksperimental CCD dan BBD digambarkan dalam berbagai bentuk:



Gambar 3.1. Ilustrasi Kubus CCD dan BBD

(Wang dkk., 2020)

3.3.1.1. *Central Composite Design (CCD)*

CCD merupakan salah satu desain dari metode RSM dengan pendekatan melalui pembangunan model orde kedua. Data CCD juga merupakan desain eksperimental dengan dua tingkat, di mana perbandingan jumlah eksperimen yang

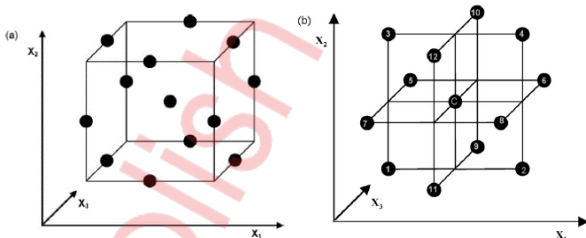
dibutuhkan untuk *Central Composite Design* (CCD) disajikan pada persamaan (3.1).

$$N = 2^k + 2k + C_0 \dots \dots \dots (3.1)$$

3.3.1.2. Box Behnken Design (BBD)

Sedangkan BBD adalah bereksperimen dengan desain tiga tingkat. BBD tidak memiliki nilai *rotatability* (α) dan tertanam desain faktorial.

BBD merupakan desain untuk fenomena kuadratik berdasarkan tiga level (faktor/variabel) desain *factorial* dengan representasi grafis dapat dilihat dalam dua bentuk (Gambar 3.2.a dan Gambar 3.2.b). Gambar 3.2.(a) menunjukkan bahwa 4 faktor (variabel) tersebut saling terkait dengan desain faktorial 2^2 . Sedangkan Gambar 3.2. (b) menunjukkan adanya pengaruh titik tengah pada desain faktorial 2^2 untuk tiga variabel.



Gambar 3.2. (a) Ilustrasi Kubus untuk BBD (b) Ilustrasi Desain 22 dengan Tiga Faktor dan 1 Titik Tengah

Sumber: Ferreira dkk. (2007)

Contoh konfigurasi desain eksperimen untuk BBD dengan tiga faktor ditunjukkan pada Tabel 3.5. Jumlah eksperimen (N) yang dibutuhkan untuk proses optimasi menggunakan BBD pada persamaan (3.2):

$$N = 2k(k - 1) + C_0 \dots\dots\dots(3.2)$$

dengan k merupakan jumlah faktor atau variabel dan C_0 adalah jumlah titik tengah.

Tabel 3.5. Konfigurasi Desain BBD untuk Sistem 3 Variabel

Eksperimen	X_1	X_2	X_3
1	-1	-1	0
2	1	-1	0
3	-1	1	0
4	1	1	0
5	-1	0	-1
6	1	0	-1
7	-1	0	1
8	1	0	1
9	0	-1	-1
10	0	1	-1
11	0	-1	1
12	0	1	1
C	0	0	0
C	0	0	0
C	0	0	0
C	0	0	0

3.3.2. Metode Taguchi

Metode Taguchi merupakan salah satu metode optimasi yang diperkenalkan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1940-an. Pendekatan Taguchi ini berbeda dengan pendekatan lainnya, yakni lebih menekankan pada aspek kualitas. Hal-hal yang diperhatikan di antaranya adalah: faktor dan respons, jumlah dan nilai level faktor, derajat kebebasan, dan Matriks *Orthogonal Array* (OA).

Hadiyat (2012) menjelaskan bahwa Metode Taguchi tetap mengadopsi DoE (*Design of Experiment*) dalam mendesain eksperimennya, yakni desain *fractional factorial* yang kemudian

dimodifikasi menjadi susunan *orthogonal array*. Langkah optimasi menggunakan Taguchi menjadi lebih sederhana jika dibandingkan dengan RSM.

BAB IV.

PRODUKTIVITAS EKSTRAKSI ANTOSIANIN BUNGA DADAP MERAH

4.1. Proses Ekstraksi Antosianin Bunga Dadap Merah Menggunakan MAE

Ekstraksi antosianin dari dadap merah dengan menggunakan metode MAE, diawali dengan pengambilan bunga dadap merah. Bunga dadap merah diambil di wilayah Semarang. Bunga dadap merah diambil dari pohon lalu dipilih hanya kelopak bunganya saja dengan cara pemisahan antara putih dan kelopak bunga.

Kelopak bunga dibersihkan dari kotoran yang menempel. Setelah bersih, kelopak bunga dadap merah dikeringkan di bawah sinar matahari selama kurang lebih 5 hari. Kelopak bunga yang sudah kering ditumbuk/diblender hingga halus dan berbentuk serbuk (Gambar 4.1). Serbuk lalu diayak menggunakan *sieving* dengan ukuran 35 *mesh*, kemudian hasilnya disimpan dalam wadah tertutup.

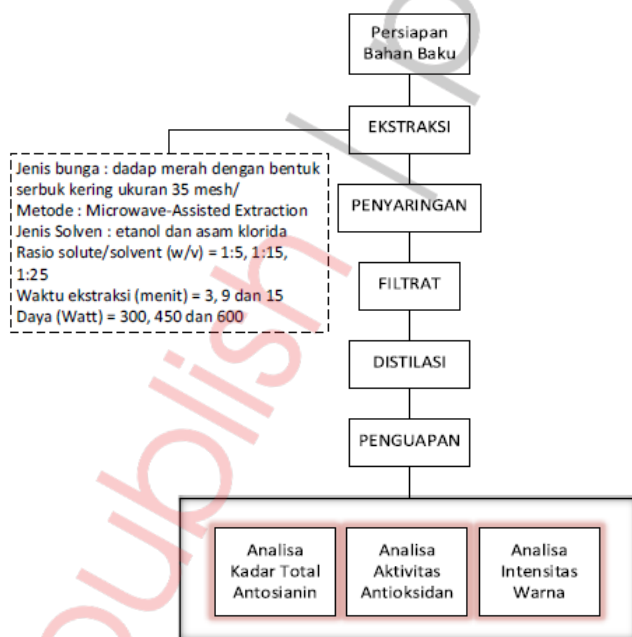


Gambar 4.1. Serbuk Kelopak Bunga Dadap Merah

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Tahapan berikutnya adalah menyiapkan pelarutnya. Pelarut yang dipergunakan adalah etanol yang diasamkan. Pengasaman etanol menggunakan asam klorida 1%. Diagram alir ekstraksi bunga dadap merah dengan pelarut etanol dan asam klorida menggunakan metode MAE seperti dalam Gambar 4.2.

Langkah selanjutnya adalah menyiapkan serbuk bunga dadap merah sebanyak 1 gram dan pelarut sebanyak 100 mL (1% Asam klorida-etanol). Untuk mendapatkan pelarut 4% asam sitrat-etanol, dibutuhkan 4 gr asam dan 100 mL etanol. Hal ini berdasarkan persamaan (4.1).



Gambar 4.2. Diagram Alir Ekstraksi Bunga Dadap Merah Menggunakan Pelarut Etanol dan Asam Klorida

$$\text{Persen berat - volume (\%w/v)} = \frac{(\text{gram zat terlarut/ mL larutan})}{\text{mL larutan}} \times 100\% \dots(4.1)$$

$$4\% = (\text{gram zat terlarut}/100 \text{ mL}) \times 100\%$$

$$\text{Gram zat terlarut} = 4 \text{ gram}$$

Dengan demikian 4 gr asam tersebut dilarutkan dengan etanol hingga volume mencapai 100 mL.

Tahapan berikutnya adalah membuat rasio serbuk bunga dadap merah dan etanol sebesar 1:15. Artinya berat sampel serbuk dadap merah yang berukuran 35 *mesh* sebanyak 10 gram dilarutkan dalam etanol 4% asam sitrat dengan volume sebanyak 150 mL. Rasio bahan terhadap pelarut juga dilakukan pada 1:25 dan 1:5.

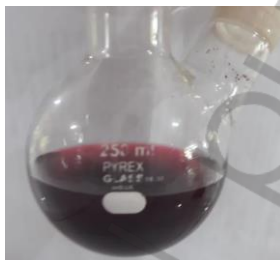
Langkah selanjutnya adalah menyiapkan peralatan yang dibutuhkan, yaitu *Microwave Assisted Extraction* (MAE) (Gambar 4.3.) terdiri dari *microwave*, ekstraktor kaca, kondensor, dan pompa air. Serbuk bunga dadap merah dan larutan etanol dimasukkan dalam labu leher dua (ekstraktor kaca) dalam rangkaian *microwave* terdiri dari *microwave*, ekstraktor kaca, kondensor, dan pompa air. *Microwave* dihidupkan pada gelombang 300 W dengan waktu 3 menit.



Gambar 4.3. Rangkaian Alat MAE
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Setelah ekstraksi (Gambar 4.4), filtrat dipisahkan dari padatnya dengan menggunakan pompa vakum dan corong Buchner yang dilengkapi dengan kertas saring.

Distilasi dilakukan untuk memisahkan pelarut dari filtrat dan meningkatkan kemurnian ekstrak. Filtrat didistilasi dengan cara diuapkan pada suhu 78°C, hingga menyisakan ekstrak sebanyak 20 mL dalam labu distilasi.



Gambar 4.4. Hasil Ekstraksi Bunga Dadap Merah
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Hasil ekstraksi tersebut kemudian dilakukan uji dan dianalisis sehingga diperoleh kadar total antosianin, antioksidan dan intensitas warna.

4.2. Produktivitas Antosianin Bunga Dadap Merah Menggunakan MAE

Berdasarkan rasio antara serbuk dadap merah dengan etanol yang diasamkan dengan HCl diperoleh kadar total antosianin tertinggi atau optimal didapatkan pada rasio 1:15 (Damayanti dkk., 2020).

Pengukuran hasil ekstraksi menggunakan daya 300 W, 450 W dan 600 W dengan waktu masing-masing selama 15 menit di mana hasil dihitung setiap tiga menit.

Kadar total antosianin tertinggi didapatkan pada rasio 1:15 berbeda-beda pada daya dan waktu yang berbeda (Damayanti dkk., 2020) sebagai berikut:

- a. Daya *microwave* 300 W diperoleh antosianin sebesar 9,518 mg/L dengan waktu ekstraksi 12 menit
- b. Daya *microwave* 450 W diperoleh antosianin sebesar 2,755 mg/L dengan waktu ekstraksi 15 menit.
- c. Daya *microwave* 600 W diperoleh antosianin sebesar 2,839 mg/L dengan waktu ekstraksi 12 menit.

Peningkatan daya dan waktu ekstrak akan meningkatkan panas, kemudian mengalami penurunan untuk menghindari terjadinya degradasi termal ekstrak (Purbowati dan Maksun, 2018). Ekstraksi dengan lama ekstraksi 12 menit dengan kadar total antosianin yang tinggi kemudian mengalami penurunan dengan penambahan daya pada kondisi operasi, ini dikarenakan kombinasi daya yang lebih rendah dengan waktu ekstraksi yang lebih lama akan menghindari terjadinya degradasi termal ekstrak.

4.3. Efektivitas dan Efisiensi Ekstraksi antosianin Dadap Merah Menggunakan MAE

Menurut Damayanti dkk. (2020) diketahui bahwa ekstraksi antosianin dari bunga dadap merah dengan metode MAE lebih efektif dan efisien. Hal ini dibuktikan bahwa total antosianin yang dihasilkan rata-rata bernilai lebih tinggi dari ekstraksi menggunakan metode konvensional. Total antosianin yang dihasilkan paling sedikit pada daya *microwave* 450 W dengan waktu ekstraksi selama 12 menit, yaitu sebesar 0,751 mg/L. Jumlah ini lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil ekstraksi secara konvensional yaitu sebesar 0,8350 mg/L dengan lama ekstraksi 180 menit.

Total antosianin yang dihasilkan dengan variasi daya mulai 300 W, 450 W dan 600 W dengan waktu 15 menit (Damayanti dkk., 2020), secara berurutan adalah 9,518 mg/L (menit ke-12 daya, 300W); 2,755 mg/L (menit ke-15, daya 450W) dan 2,839 mg/L (menit ke-12, daya 600W).

Total antosianin yang dihasilkan apabila dibandingkan antara konvensional dan modern (MAE), waktu yang dibutuhkan lebih cepat 10 kali metode MAE dan besar *yield* yang dihasilkan juga 3-10 kali lebih banyak daripada konvensional yang membutuhkan waktu 180 menit untuk menghasilkan total antosianin sebanyak 0,8350 mg/L.

4.4. Optimasi Ekstraksi Antosianin Bunga Dadap Merah Menggunakan Metode RSM

Optimasi menggunakan metode permukaan tanggap (RSM) dengan perancangan *Box-Behnken Design* (BBD) biasanya digunakan untuk mengintegrasikan semua variabel independen menjadi suatu persamaan matematis. Variabel yang digunakan untuk mendapatkan nilai optimasi hasil ekstraksi antosianin bunga dadap merah menggunakan metode RSM-BBD adalah daya, waktu ekstraksi, dan rasio pelarut, seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Variabel Optimasi Ekstraksi Antosianin Bunga Dadap Merah

Faktor	Satuan	Batas Bawah	Batas Atas
Daya (X1),	Watt	300	600
Waktu ekstraksi (X2),	menit	3	15
Rasio pelarut (X3)		5	25

Berdasarkan hasil eksperimen berbasis *Box-Behnken Design* (BBD) selanjutnya diubah menjadi bentuk persamaan optimasi ekstrak antosianin (Azhari dan Fadriana, 2020) maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Ekstrak Antosianin (mg/L)} = & -3.702 + 0.02226 X_1 - 0.48717 \\ & X_2 + 0.7722 X_3 + 0.00128 \\ & X_1X_2 - 0.00035 X_1X_3 - 0.0087 \\ & X_2X_3 - 0.000035 X_{12} + \\ & 0.001453 X_{22} - 0.01618 X_{32} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan persamaan tersebut, kemudian diolah dan dianalisis secara statistik menggunakan Model Regresi ANOVA untuk mengetahui signifikansi koefisien regresi dari nilai *p-value*. Nilai *p-value* < 0,05 menunjukkan istilah model signifikan.

Dari perhitungan diperoleh nilai, di mana variabel X32 yang paling signifikan terhadap model. Kondisi ini menunjukkan bahwa kuadrat rasio pelarut (X3) signifikan mempengaruhi model, sedangkan daya (X1) dan waktu ekstraksi (X2) kurang berpengaruh terhadap model optimasi.

Optimasi hasil ekstraksi antosianin sangat dipengaruhi oleh variabel rasio pelarut. Hasil ekstrak antosianin maksimum sebesar 5.83589 mg/L diperoleh pada daya 300.946 watt, dengan waktu 3.23485 menit, dan rasio pelarut 20.561.

BAB V.

KONTRIBUSI ANTOSIANIN

Antosianin merupakan bentuk flavonoid. Antosianin adalah termasuk kelas pigmen nabati dan umumnya dipergunakan sebagai zat pewarna alami di beberapa industri. Antosianin tidak berbau atau berasa. Warna antosianin bervariasi dari merah, biru hingga ungu. Antosianin merupakan pigmen yang larut dalam air, sehingga banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman sebagai pewarna. Saat ini masyarakat lebih mengutamakan kesehatan, hal ini berakibat, produsen makanan dan minuman lebih memilih pewarna alami yang berasal dari antosianin.

Antosianin juga bermanfaat bagi kesehatan, karena antosianin memiliki sifat antioksidan, antiinflamasi, antimikroba, dan antialergi. Hal ini dapat membantu meningkatkan mikrosirkulasi tubuh dan mempercepat proses metabolisme sehingga dapat mengurangi obesitas. Asupan antosianin secara teratur membantu mengurangi risiko gangguan pernapasan dan penyakit jantung. Selain itu, sifat antioksidan dalam antosianin dapat membantu mencegah kanker payudara. Antosianin dapat digunakan sebagai obat herbal untuk mengobati antara lain flu, tekanan darah tinggi, dan infeksi saluran kemih.

5.1. Implementasi Antosianin

Implementasi antosianin dari tanaman bisa dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Implementasi Antosianin dari Tanaman

Berdasarkan bahan baku	Berbagai jenis buah, sayur, bunga, kacang dan sereal.
Berdasarkan produk	1. Industri Makanan dan Minuman (roti, produk susu, minuman) 2. Industri Nutrasetikal 3. Industri Farmasi 4. Perawatan Pribadi dan Industri Kosmetik 5. Pakan Ternak
Berdasarkan Aplikasi	1. Pengubah Viskositas 2. Pewarna Alami 3. Antioksidan

Sumber: <https://www.persistencemarketresearch.com/market-research/anthocyanin-market.asp>

5.2. Tantangan dan Peluang

5.2.1. Tantangan

Antosianin pada umumnya diperoleh dengan menggunakan metode ekstraksi. Apabila bahan yang akan diekstrak mempunyai ukuran yang besar, maka akan terjadinya pemanasan yang tidak merata ketika proses ekstraksi berlangsung.

Selain itu ekstraksi metode MAE mempunyai kelemahan di mana membutuhkan proses *curing*. Sedangkan kelemahan metode sonikasi dan MAE yaitu harganya yang mahal dan membutuhkan proses *curing* (Syarifah, 2018). Proses *curing* pada prinsipnya merupakan suatu proses terjadinya reaksi kimia awal jaringan ikat kolagen kulit dengan bahan *curing* baik dengan menggunakan bahan *curing* asam, basa maupun enzim. Proses *curing* menyebabkan struktur ikatan intermolekuler dan intramolekuler pada protein kolagen kulit melemah ataupun terjadi proses pemutusan rantai ikatan asam amino secara parsial (Kołodziejska dkk., 2008).

5.2.2. Peluang

Antosianin sebagai pewarna alami dapat dimanfaatkan dalam industri makanan dan minuman sebagai pewarna. Produk makanan dan minuman yang menggunakan antosianin diharapkan akan menjadi lebih menyehatkan daripada menggunakan pewarna sintetis.

Industri batik mulai melirik penggunaan pewarna alami. Pembatik sudah banyak yang menggunakan antosianin sebagai pewarna dalam produknya.

Selain sebagai pewarna alami dalam industri makanan dan minuman, antosianin dapat dimanfaatkan sebagai *dye* dalam pengembangan pembangkit energi *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) menggunakan sinar matahari.

Antosianin karena memiliki sifat antioksidan, antiinflamasi, antimikroba, dan antialergi, menjadi alternatif sebagai penggerak industri farmasi, khususnya untuk obat-obat herbal.

BAB VI.

PENUTUP

6.1. Simpulan

- a. Antosianin merupakan salah satu bagian dalam kelompok pigmen selain klorofil.
- b. Antosianin mempunyai fungsi selain sebagai pewarna alami, juga sebagai antioksidan dan antiinflamasi.
- c. Ekstraksi antosianin dapat dilakukan dengan menggunakan metode MAE selain menggunakan metode secara konvensional (maserasi)
- d. Ekstraksi bunga dadap merah menggunakan Metode MAE lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan metode konvensional, karena lebih cepat dan sedikit pelarut.
- e. Rasio pelarut merupakan variabel yang paling berpengaruh secara signifikan untuk mendapatkan ekstrak antosianin yang optimal
- f. Kendala yang dihadapi dalam ekstraksi bunga dadap merah dengan menggunakan metode MAE di antaranya adalah harga dan proses *curing*.
- g. Antosianin dapat dimanfaatkan dalam berbagai dunia industri seperti makanan dan minuman sebagai pewarna alami, industri batik sebagai pewarna alami, industri kesehatan sebagai antiinflamasi dan antioksidan menjadi obat herbal serta industri energi sebagai *Dye Sensitizer Solar Cell* (DSSC).

6.2. Rekomendasi

- a. Sumber bahan baku untuk antosianin sebaiknya bukan dari sumber pangan, tetapi memanfaatkan limbah dari pangan.
- b. Penggunaan pewarna makanan dan minuman sebaiknya memanfaatkan antosianin supaya lebih sehat.
- c. Mengoptimalkan pemanfaatan antosianin sebagai DSSC untuk mengurangi ketergantungan sumber energi listrik berbahan bakar fosil.

DAFTAR PUSTAKA

- Aal, E.-S.M.A., Akhtar, H., Rabalski, I., Bryan, M., 2014. Conventional Solvent Extraction Methods Affect Anthocyanin Composition from Colored Grains. *J. Food Sci.* 79, C138–C146.
- Adjé, F., Lozano, Y.F., Lozano, P., Adima, A., Chemat, F., Gaydou, E., 2010. Optimization of anthocyanin, flavonol and phenolic acid extractions from *Delonix regia* tree flowers using ultrasound-assisted water extraction. *Ind. Crops Prod.* 32, 439–444.
- Afoakwa, A.N., Owusu, J., Adomako, C., Teye, E., 2012. Microwave Assisted Extraction (MAE) of Antioxidant Constituents in Plant Materials. *Glob. J. Bio-Science Biotechnol.* 1, 132–140.
- Al-dhabi, N.A., Ponmurugan, K., 2020. Microwave Assisted Extraction and Characterization of Polysaccharide from Waste Jamun Fruit Seeds. *Int. J. Biol. Macromol.* 152, 1157–1163.
- Al-Mamoori, F., Al-Janabi, R., 2018. Recent Advances In Microwave-Assisted Extraction (Mae) Of Medicinal Plants: A Review. *Int. Res. J. Pharm.* 9, 22–29.
- Amelia, F., Afnani, G.N., Musfiroh, A., Fikriyani, A.N., Ucche, S., 2013. Extraction and Stability Test of Anthocyanin from Buni Fruits (*Antidesma Bunius* L) as an Alternative Natural and Safe Food Colorants. *J. Food Pharm. Sci.* 1, 49–53.
- Said, K.A.M., Amin, M.A.M., 2015. Overview on the Response Surface Methodology (RSM) in Extraction Processes. *J.*

- Appl. Sci. Process Eng. 2, 8–17.
- Arita, T., Miyazaki, S., Teramoto, S., Yoshitama, K., 2014. Major anthocyanin biosynthesis in the brilliant crimson petals from *Erythrina crista-galli* L. *Sci. Hortic.* (Amsterdam). 168, 272–280.
- Arroy, J.D.V., Espinosa, H.R., Guevara, J.J.L., Guevara, M.L.L., Carranza, P.H., Sosa, R.A., Velasco, C.E.O., 2017. Effect of solvents and extraction methods on total anthocyanins, phenolic compounds and antioxidant capacity of *Renealmia alpinia* (Rottb.) Maas peel. *Czech J. Food Sci.* 35, 456–465.
- Aulia, L.P., Widjanarko, S.B., 2018. Optimasi Proses Ekstraksi Daun Sirsak (*Annona muricata* L) Metode MAE (Microwave Assisted Extraction) dengan Respons Aktivitas Antioksidan dan Total Fenol. *J. Agroindustri Halal* 4, 79–87.
- Azhari, M., Fadriana, S.A., 2020. Optimasi ekstraksi antosianin dadap merah (*Erythrina crista-galli* L.) dengan Microwave-Assisted Extraction (MAE) menggunakan metode permukaan tanggap. Tugas Penelitian. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Benvenuti, S., Bortolotti, E., Maggini, R., 2016. Antioxidant power, anthocyanin content and organoleptic performance of edible flowers. *Sci. Hortic.* (Amsterdam). 199, 170–177.
- Blackhall, M.L., Berry, R., Davies, N.W., Walls, J.T., 2018. Optimized extraction of anthocyanins from Reid Fruits “*Prunus avium*” Lapins cherries. *Food Chem.* 256, 280–285.
- Braga, M.B., Veggi, P.C., Codolo, M.C., Giaconia, M.A.,

- Rodrigues, C.L., Braga, A.R.C., 2019. Evaluation of freeze-dried milk-blackberry pulp mixture : Influence of adjuvants over the physical properties of the powder, anthocyanin content and antioxidant activity. *Food Res. Int.* 125, 108557.
- Bridle, P., Timberlake, C.F., 1997. Anthocyanins as natural food colours-selected aspects. *Food Chem.* 58, 103–109.
- Bueno, J.M., Sáez-plaza, P., Ramos-escudero, F., Jimenez, A.M., Fett, R., Asuero, A.G., 2012. Analysis and Antioxidant Capacity of Anthocyanin Pigments. Part II: Chemical Structure, Color, and Intake of Anthocyanins. *Crit. Rev. Anal. Chem.* 42, 126–151.
- Cassol, L., Rodrigues, E., Norena, C.P.Z., 2019. Extracting phenolic compounds from *Hibiscus sabdariffa* L. calyx using microwave assisted extraction. *Ind. Crop. Prod.* 133, 168–177.
- Catha, S.A.S., Anwar, F., Manzoor, M., Bajwa, J.U.R., 2006. Evaluation of the antioxidant activity of rice bran extracts using different antioxidant assays. *Grasas y Aceites* 57, 328–335.
- Chan, C.-H., Yeoh, H.K., Yusoff, R., Ngoh, G.C., 2016. A first-principles model for plant cell rupture in microwave-assisted extraction of bioactive compounds. *J. Food Eng.* 188, 98–107.
- Chan, C.H., Yusoff, R., Ngoh, G.C., 2014. Optimization of microwave-assisted extraction based on absorbed microwave power and energy. *Chem. Eng. Sci.* 111, 41–47.
- Chong, F.C., Gwee, X.F., 2015. Ultrasonic extraction of anthocyanin from *Clitoria ternatea* flowers using response surface methodology. *Nat. Prod. Res.* 29, 37–

41.

- Damayanti, A., Fitriana, A., 2012. Pemungutan Minyak Atsiri Mawar (Rose Oil) Dengan Metode Maserasi. *J. Bahan Alam Terbarukan* 1, 1–8.
- Damayanti, A., Megawati, Mulyani, N.K.C., Alvionita, E.A., 2020. Pengaruh Perbedaan Pelarut Asam Pada Ekstraksi Antosianin Bunga Dadap Merah (*Erythrina Crista-Galli*) Dengan Metode Microwave Assisted Extraction. *J. Chem. Process Eng.* 5, 33–39.
- Damayanti, A., Setyawan, E., 2012. Essential Oil Extraction of Fennel Seed (*Foeniculum vulgare*) Using Steam Distillation. *Int. J. Sci. Eng.* 3, 12–14.
- Daniswara, E.F., Rohadi, T.I., Mahfud, 2017. Ekstraksi Minyak Akar Wangi dengan Metode Microwave Hydrodistillation dan Soxhlet Extraction. *J. Tek. ITS* 6, 1–4.
- Duan, W., Jin, S., Zhao, G., Sun, P., 2015. Microwave-assisted extraction of anthocyanin from Chinese bayberry and its effects on anthocyanin stability. *Food Sci. Technol.* 35, 524–530.
- Dyankova, S., Doneva, M., 2016. Extraction and characterization colorants from plant sources. *Agric. Sci. Technol.* 8, 85–89.
- Farzaneh, V., Carvalho, I.S., 2017. Modelling of Microwave Assisted Extraction (MAE) of Anthocyanins (TMA). *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants* 6, 92–100.
- Febriyanti, Y., Razak, A.R., Sumarni, N.K., 2018. Ekstraksi Dan Karakterisasi Pektin Dari Kulit Buah Kluwih (*Artocarpus camansi Blanco*). *J. Kovalen* 4, 60–73.
- Ferreira, S.L.C., Bruns, R.E., Ferreira, H.S., Matos, G.D., David, J.M., Brand, G.C., Silva, E.G.P., Reis, P.S., Souza, A.S.,

- Santos, W.N.L., 2007. Box-Behnken design: An alternative for the optimization of analytical methods. *Anal. Chim. Acta* 597, 179–186.
- Flórez, N., Conde, E., Domínguez, H., 2014. Microwave assisted water extraction of plant compounds. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 90, 590–607.
- Garofulic, I.E., Dragovic´-Uzelac, V., Jambrak, A.R., Jukic, M., 2013. The effect of microwave assisted extraction on the isolation of anthocyanins and phenolic acids from sour cherry Marasca (*Prunus cerasus* var. Marasca). *J. Food Eng.* 117, 437–442.
- Harborne, J.B., 1987 *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan.*, Edisi kedua, Hal 5, 69-76, diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soedira, ITB Press, Bandung.
- Hariadi, H., Sunyoto, M., Nurhadi, B., Karuniawan, A., 2018. Comparison of phytochemical characteristics pigmen extract (Antosianin) sweet purple potatoes powder (*Ipomoea batatas* L) and clitoria flower (*Clitoria ternatea*) as natural dye powder. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 7, 3420–3429.
- Hasan, A.E.Z., Nashrianto, H., Juhaeni, R.N., 2012. Optimasi Kondisi untuk Rendemen Hasil Ekstraksi Kulit Manggis. *Fitofarmaka* 2, 153–159.
- Hidayat, MA, 2012, Response-surface dan Taguchi: Sebuah Alternatif atau Kompetisi dalam Optimasi secara Praktis, *Prosiding Seminar Nasional Industrialisasi Madura*, 134-139.
- Ingrath, W., Nugroho, W.A., Yulianingsih, R., 2015. Ekstraksi Pigmen Antosianin Dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Costaricensis*) Sebagai Pewarna Alami

- Makanan Dengan Menggunakan Microwave (Kajian Waktu Pemanasan Dengan Microwave Dan Penambahan Rasio Pelarut Aquades Dan Asam Sitrat). *J. Bioproses Komod. Trop.* 3, 1–8.
- Irsyam, A.S.D., Priyanti, 2016. Suku Fabaceae di Kampus Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah, Jakarta, bagian 1: tumbuhan polong berperawakan pohon. *Suku Fabaceae di Kampus Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah, Jakarta, bagian 1: tumbuhan polong berperawakan po.* *Al-Kauniah J. Biol.* 9, 44–56.
- Jackman, R.L., Smith, J.L., 1996. Anthocyanins and Betalains. In Hendry. G. A. P and J. D. Houghton. *Natural Food Colorants. Second Edition*, Chapman and Hall, London.
- Jukic, M., Dragovic, V., Rez, A., 2013. The effect of microwave assisted extraction on the isolation of anthocyanins and phenolic acids from sour cherry Marasca (*Prunus cerasus* var. Marasca). *J. Food Eng.* 117, 437–442.
- Khazaei, K.M., Jafari, S.M., Ghorbani, M., Kakhki, A.H., 2016. Optimization of Anthocyanin Extraction from Saffron Petals with Response Surface Methodology. *Food Anal. Methods* 9, 1993–2001.
- Khazaei, K.M., Jafari, S.M., Ghorbani, M., Kakhki, A.H., Sarfarazi, G., 2015. Optimization of Anthocyanin Extraction from Saffron Petals with Response Surface Methodology. *Food Anal. Methods* 9, 1993–2001.
- Kołodziejaska, I., Skierka, E., Sadowska, M., Kołodziejaska, W., Niecikowska, C., 2008. Effect of extracting time and temperature on yield of gelatin from different fish offal. *Food Chem.* 107, 700–706.
- Kristiana, H.D., Ariviani, S., Khasanah, L.U., 2012. Ekstraksi

- Pigmen Antosianin Buah Senggani (*Melastoma malabathricum* Auct. non Linn) dengan Variasi Jenis Pelarut. *J. Teknosains Pangan* 1, 105–109.
- Kumar, M., Dahuja, A., Sachdev, A., Kaur, C., Varghese, E., Saha, S., Sairam, K.V.S.S., 2019. Evaluation of enzyme and microwave-assisted conditions on extraction of anthocyanins and total phenolics from black soybean (*Glycine max* L.) seed coat. *Int. J. Biol. Macromol.* 135, 1070–1081.
- Kusnadi, J., Dedi, Yunianta, Arumingtyas, E.L., 2017. Extraction of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity from Cayenne Pepper fruit by Microwave Assisted Extraction. *J. Teknol. Pertan.* 18, 181–190.
- Leiviska, K., 2013. Introduction to Experiment Design.
- Liazid, A., Guerrero, R.F., Cantos, E., Palma, M., Barroso, C.G., 2011. Microwave assisted extraction of anthocyanins from grape skins. *Food Chem.* 124, 1238–1243.
- Lim, S., Choi, A.H., Kwon, M., Joung, E.-J., Shin, T., Lee, S.G., Kim, N.-G., Kim, H.-R., 2019. Evaluation of antioxidant activities of various solvent extract from *Sargassum serratifolium* and its major antioxidant components. *Food Chem.* 278, 178–184.
- Lima, A. de J.B., Corrêa, A.D., Saczk, A.A., Martins, M.P., Castilho, R.O., 2011. Anthocyanins, pigment stability and antioxidant activity in jaboticaba [*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg]. *Rev. Bras. Frutic.* 33, 877–887.
- Liu, W., Yang, C., Zhou, C., Wen, Z., Dong, X., 2019. An improved microwave-assisted extraction of anthocyanins from purple sweet potato in favor of subsequent comprehensive utilization of pomace. *Food Bioprod.*

Process. 115, 1–9.

- Llompart, M., Garcia-jares, C., Celeiro, M., 2018. Microwave-Assisted Extraction, 3rd ed, Encyclopedia of Analytical Science, 3rd Edition. in Encyclopedia of Analytical Science (Third Edition), Third Edit., P. Worsfold, C. Poole, A. Townshend, and M. Miró, Eds. Oxford: Academic Press, 2019, pp. 67–77.
- Mahmad, N., Taha, R.M., Othman, R., Abdullah, S., Anuar, N., Elias, H., Rawi, N., 2018. Anthocyanin as potential source for antimicrobial activity in *Clitoria ternatea* L. and *Dioscorea alata* L. *Pigment Resin Technol.* 47, 490–495.
- Mahmad, N., Taha, R.M., Othman, R., Abdullah, S., Anuar, N., Elias, H., Rawi, N., 2018. Anthocyanin as potential source for antimicrobial activity in *Clitoria ternatea* L. and *Dioscorea alata* L. *Pigment Resin Technol.* 47, 490–495.
- Maran, J.P., Prakash, K.A., 2015. Process variables influence on microwave assisted extraction of pectin from waste *Carcia papaya* L. peel. *Int. J. Biol. Macromol.* 73, 202–206.
- Marpaung, A.M., Andarwulan, N., Hariyadi, P., 2017. The colour degradation of anthocyanin-rich extract from butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) petal in various solvents at pH 7. *Nat. Prod. Res.* 19, 2273–2280.
- Matos, M., Rodrigues, L., Bronze, M.R., Cocero, M.J., Matias, A.A., 2019. Microwave and ultrasound pre-treatments to enhance anthocynins extraction from different wine lees. *Food Chem.* 272, 258–266.
- Megawati, Kurniawan, R.D., 2015. Ekstraksi Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis (*Citrus Sinensis*) Dengan Metode Vacuum

- Microwave Assisted Hydrodistillation. *J. Bahan Alam Terbarukan* 4, 61–67.
- Megawati, Machsunah, E.L., 2016. Ekstraksi Pektin dari Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) Menggunakan Pelarut HCl sebagai Edible Film Abstrak. *J. Bahan Alam Terbarukan* 5, 14–21.
- Moulana, R., Juanda, Rohaya, S., Rosika, R., 2012. Efektivitas Penggunaan Jenis Pelarut dan Asam dalam Proses Ekstraksi Pigmen Antosianin Kelopak Bunga Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L). *J. Teknol. dan Ind. Pertan. Indones.* 4, 20–25.
- Noor, R., Asih, T., 2018. Tumbuhan Obat di Suku Semendo Kecamatan Way Tenong. CV. LADUNY ALIFATAMA (Penerbit Laduny), Lampung.
- Nuryanti, S., Matsjeh, S., Anwar, C., Raharjo, T.J., 2012. Isolation anthocyanin from roselle petals (*Hibiscus sabdariffa* L) and the effect of light on the stability. *Indo. J. Chem.* 12, 167–171.
- Oancea, S., Stoia, M., Coman, D., 2012. Effects of Extraction Conditions on Bioactive Anthocyanin Content of *Vaccinium Corymbosum* in the Perspective of Food Applications. *Procedia Eng.* 42, 534–542.
- Patil, N., Datar, A., 2015. Extraction, stability and separation of anthocyanins of *ixora coccinea* linn *Innovare. Int. J. Pharm. Pharm. Sci.* 7, 198–202.
- Priska, M., Peni, N., Carvallo, L., Ngapa, Y.D., 2018. Review: Antosianin dan Pemanfaatannya. *Cakra Kim. Indones.* 6, 79–97.
- Proust, M., 2012. *Design of Experiments Guide*. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. pp. 143-156.
- Purbowati, I.S.M., Maksum, A., 2018. Pengaruh Variasi Daya

- Dan Waktu Ekstraksi Berbantu Gelombang Mikro Terhadap Total Fenol Dan Ph Bunga Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.). *J. Gizi dan Pangan Soedirman* 2, 16–26.
- Purwanti, A., Sumarni, Parjoko, A., 2016. Koefisien Transfer Massa Pada Ekstraksi Antosianin Dari Bunga Dadap Merah. *J. Tek. Kim.* 10, 49–57.
- Rahmawati, Nuryanti, S., Ratman, 2016. Indikator Asam-Basa Dari Bunga Dadap Merah (*Erythrina crista-galli* L.). *J. Akad. Kim.* 5, 29–36.
- Rosidah, I., Mufidah, R., Bahua, H., Saprudin, M., 2017. Optimasi Kondisi Ekstraksi Senyawa Total Fenolik Buah Labu Siam (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) Menggunakan Response Surface Methodology. *Media Litbangkes* 27, 79–88.
- Saati, E.A., 2015. Identification of Batu Local Rose Flower as A Natural Colorant to Replace Harmful Rhodamin B Colorant. *Int. J. Sci. Eng. Res.* 6, 327–329.
- Sampebarra, A.L., 2018. Karakteristik zat warna antosianin dari biji kakao non fermentasi sebagai sumber zat warna alam. *J. Ind. Has. Perkeb.* 13, 63–70.
- Santos-Buelga, C., González-Paramás, A.M., 2019. Anthocyanins., in Melton, L., Shahidi, F., and Varelis, P. (eds) *Encyclopedia of Food Chemistry*. Vol.1. Oxford: Academic Press, pp. 10–21.
- Sari, B.L., Triastinurmiatiningsih, Haryani, T.S., 2020. Optimasi Metode Microwave-Assisted Extraction (MAE) untuk Menentukan Kadar Flavonoid Total Alga Coklat Padina australis. *Alchemy* 16, 38–49.
- Shahid, M., Shahid-Ul-Islam, Mohammad, F., 2013. Recent advancements in natural dye applications: A review. *J. Clean. Prod.* 53, 310–331.

- Sidi, P., & Muhammad, T.W. 2013. Aplikasi Metoda Taguchi untuk Mengetahui Optimasi Kebulatan pada Proses Bubut Cnc. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.4, No.2 Tahun 2013: 101 -108.
- Simanjuntak, L., Sinaga, C., Fatimah, 2014. Ekstraksi pigmen antosianin dari kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). J. Tek. Kim. USU 3, 25–29.
- Sipahli, S., Mohanlall, V., Mellem, J.J., 2017. Stability and degradation kinetics of crude anthocyanin extracts from *H. sabdariffa*. Food Sci. Technol. 37, 209–215.
- Sommer, S., Cohen, S.D., 2018. Comparison of Different Extraction Methods to Predict Anthocyanin Concentration and Color Characteristics of Red Wines. Fermentation 1–14.
- Sulihono, A., Tarihoran, B., Agustina, T.E., 2012. Jenis Pelarut Terhadap Ekstraksi Pektin Dari Kulit Jeruk Bali (*Citrus Maxima*). J. Tek. Kim. 18, 1–8.
- Sun, Y., Liao, X., Wang, Z., Hu, X., Chen, F., 2007. Optimization of microwave-assisted extraction of anthocyanins in red raspberries and identification of anthocyanin of extracts using high-performance liquid chromatography – mass spectrometry. Eur. Food Res. Technol. 511–523, 511–523.
- Susetyarini, E., Wahyuni, S., Kharoir, I., Husamah, Setyawan, D., 2020. Influence of *Erythrina crista-galli* L. extract natural dye in plant histology staining Influence of *Erythrina crista-galli* L. Extract Natural Dye in Plant Histology Staining. Proc. 3rd Int. Semin. Metall. Mater. 040027, 1–6.
- Syarifah, A.R., 2018. Perbandingan Metode Ekstraksi Microwave Oven dan Oven Terhadap Karakteristik

- Gelatin Babi, Sapi dan Bebek. Skripsi. Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Taqi, A., Farcot, E., Robinson, J.P., Binner, E.R., 2020. Understanding microwave heating in biomass-solvent systems. *Chem. Eng. J.* 393, 124741.
- Tawiah, B., Frimpong, C., Asinyo, B.K., Badoe, W., 2016. Roselle calyces (*Hibiscus subdariffa*) anthocyanins extracted by aqueous macroporous resin adsorption method for dyeing of wool fabrics. *Int. J. Sci. Technol.* 6, 1–13.
- Tjahjandarie, T.S., Pudjiastuti, P., Saputri, R.D., Tanjung, M., 2014. Antimalarial and antioxidant activity of phenolic compounds isolated from *Erythrina crista-galli* L. *J. Chem. Pharm. Res.* 6, 786–790.
- Tjahjani, S., Widowati, W., Khiong, K., Suhendra, A., Tjokropranoto, R., 2014. Antioxidant Properties of *Garcinia Mangostana* L (Mangosteen) Rind. *Procedia Chem.* 13, 198–203.
- Triyastuti, M.S., Djaeni, M., 2019. Perbaikan Proses Produksi Antosianin dari Kelopak Bunga Rosela dengan Ekstraksi Berbantuan Ultrasound. *Teknik* 40, 115–121.
- Vankar, P., Shukla, D., 2011. Natural Dyeing with Anthocyanins from *Hibiscus rosa sinensis* Flowers. *J. Appl. Polym. Sci.* 122, 3361–3368.
- Wahyuningsih, S., Wulandari, L., Wartono, M.W., Munawaroh, H., Ramelan, A.H., 2017. The Effect of pH and Color Stability of Anthocyanin on Food. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 193, 012047.
- Wahyuno, D., 2011. *Puccinia meibomia* (Uredinales) of *Erythrina crista-galli* in Indonesia. In: *International*

- Conference of Indonesian Forestry Researchers (INAFOR). pp. 5–7.
- Wang CN., Ngoc-Ai-Thy Nguyen, Thanh-Tuan Dang, 2020, Solving Order Planning Problem Using a Heuristic Approach: The Case in a Building Material Distributor, *applied sciences*, 2020, 10, 8959.
- Wicaksono, L.A., Winarti, S., Amalusholikha, D., 2019. Pengaruh berbagai proporsi pelarut pada ekstraksi dan stabilitas zat warna alami buah mangsi (*Phyllanthus reticulatus*). *J. Ilm. Teknol. dan Ind. Pangan UNISRI* 4, 27–35.
- Wicaksono, L.A., Yunianta, Widyaningsih, T., 2017. Anthocyanin Extraction from Purple Sweet Potato Cultivar Antin-3 (*Ipomoea batatas* L.) using Maceration, Microwave Assisted Extraction, Ultrasonic Assisted Extraction and Their Application as Anti-Hyperglycemic Agents in Alloxan-Induced Wistar Rats. *Int. J. PharmTech Res.* 3, 181–192.
- Yang, Y., Zhao, S., Xu, Y., Yu, Z., 2012. Optimization and comparison of three methods on anthocyanins extraction from Blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) using RSM. *Adv. Mater. Res.* 363, 691–700.
- Yudharini, G.A.K.F., Suryawan W, A.A.P.A., Wartini, N.M., 2016. Pengaruh Perbandingan Bahan Dengan Pelarut Dan Lama Ekstraksi Terhadap Rendemen Dan Karakteristik Ekstrak Pewarna Dari Buah Pandan (*Pandanus Tectorius*). *J. Rekayasa Dan Manaj. Agroindustri* 4, 36 – 46.
- Yudiono, K., Kurniawati, L., Handini, 2016. Optimasi Ekstraksi Antosianin Ubi Jalar Ungu dengan Metode Permukaan Respon. *Semin. Nas. dan Gelar Prod. SENAPRO* 20–26.

- Zheng, X., Xu, X., Liu, C., Sun, Y., Lin, Z., Liu, H., 2013. Extraction characteristics and optimal parameters of anthocyanin from blueberry powder under microwave-assisted extraction conditions. *Sep. Purif. Technol.* 104, 17–25.
- Zhu, M., Zheng, X., Shu, Q., Li, H., Zhong, P., Zhang, H., Xu, Y., Wang, L., Wang, L., 2012. Relationship between the Composition of Flavonoids and Flower Colors Variation in Tropical Water Lily (*Nymphaea*) Cultivars. *PLoS One* 7, 1–11.

GLOSARIUM

Antosianin	Antosianin adalah salah satu jenis flavonoid, sub-kelompok dari grup besar senyawa polifenol dalam tumbuhan. Antosianin menjadi pigmen yang memberikan warna merah, ungu, dan biru cerah pada buah-buahan.
Aglikon	senyawa organik (seperti fenol atau alkohol) yang bersenyawa dengan bagian glikosida yang bergula; bagian bukan gula dari senyawa glikosida yang dapat dibebaskan dengan proses hidrolisis
Antiinflamasi	obat-obat atau golongan obat yang memiliki aktivitas menekan atau mengurangi peradangan
Antioksidan	zat yang dapat mencegah atau memperlambat kerusakan sel akibat radikal bebas
Asam Organik	senyawa organik yang mempunyai derajat keasaman (bahasa Inggris: <i>acidic properties</i>).
Biosintetik	suatu proses banyak-tahap, yang dikatalisis-enzim di mana substrat diubah menjadi produk yang lebih kompleks dalam organisme hidup
Buah Duwet	sejenis pohon buah dari suku jambu-jambuan (<i>Myrtaceae</i>).
Bunga Dadap Merah	sejenis pohon anggota suku <i>Fabaceae</i> (=Leguminosae). Tanaman yang kerap digunakan sebagai pagar hidup dan peneduh ini memiliki banyak sebutan yang lain.
Bunga Rosela	spesies bunga yang berasal dari Benua Afrika.

	Mulanya bunga yang juga cantik untuk dijadikan penghias halaman rumah itu diseduh sebagai minuman hangat di musim dingin dan minuman dingin di musim panas
Degenerasi Saraf	suatu proses yang terjadi akibat terpotong atau rusaknya serabut saraf di mana bagian akson terpisah dari badan sel saraf sehingga bagian distal dari cedera tersebut berdegenerasi.
Distilasi	suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (volatilitas) bahan. Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan.
Ekstrak	zat yang dihasilkan dari ekstraksi bahan mentah secara kimiawi.
Ekstraksi	suatu proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda, biasanya air dan yang lainnya pelarut organik
Etanol	sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Senyawa ini merupakan obat psikoaktif dan dapat ditemukan pada minuman beralkohol dan termometer modern
Fenolik	kelompok terbesar metabolit sekunder pada tanaman. Senyawa ini termasuk dalam alkohol aromatik karena gugus hidroksilnya selalu melekat pada cincin benzen
Flavonoid	senyawa yang memiliki banyak manfaat,

	termasuk sebagai antioksidan untuk melawan radikal bebas.
Gelombang Mikro	gelombang elektromagnetik dengan frekuensi super tinggi (<i>Super High Frequency, SHF</i>), yaitu berada di atas 3 GHz
Gugus Hidroksi	gugus fungsional -OH yang digunakan sebagai substituen di sebuah senyawa organik.
Karotenoid	pigmen organik yang ditemukan dalam kloroplas dan kromoplas tumbuhan dan kelompok organisme lainnya seperti alga ("ganggang"), sejumlah bakteri (fotosintetik maupun tidak), dan beberapa fungi (non-fotosintetik)
Klorofil	pigmen yang dimiliki oleh berbagai organisme dan menjadi salah satu molekul berperan utama dalam fotosintesis.
Malaria	penyakit infeksi menular yang menyebar melalui gigitan nyamuk. Penderita malaria akan mengeluhkan gejala demam dan menggigil.
Maserasi	proses perendaman sampel menggunakan pelarut organik pada temperatur ruangan.
Metabolisme	seluruh reaksi biokimia yang bertujuan untuk mempertahankan kehidupan yang terjadi di dalam suatu organisme
Metode Ekstraksi <i>Pulsed Electric Field (PEF)</i>	metode <i>non thermal</i> dengan menggunakan kejutan listrik tegangan tinggi yaitu proses pengolahan pada bahan pangan yang didasarkan pada aplikasi denyut pendek pada tegangan tinggi pada suhu kamar atau di bawahnya selama beberapa detik.

Metode <i>Microwave Assisted Extraction</i> (MAE)	metode ekstraksi non konvensional yang digunakan untuk mengekstraksi senyawa bioaktif dari berbagai tanaman karena mempunyai keuntungan seperti tingkat pengeringan yang lebih tinggi, efisiensi energi lebih tinggi, pelarut yang digunakan lebih sedikit dan waktu ekstraksi cepat
Metode <i>Pressurized Liquid Extraction</i> (PLE)	Metode yang menggunakan bantuan pelarut dengan tekanan tinggi dan dilakukan pada suhu tinggi untuk mengekstraksi senyawa yang ada di dalam bahan.
Metode <i>Ultrasound Assisted Extraction</i> (UAE)	metode ekstraksi non termal yang dapat meningkatkan laju transfer massa serta memecahkan dinding sel dengan banyaknya <i>microcavity</i> sehingga akan mempersingkat waktu proses dan mengoptimalkan penggunaan pelarut
<i>Microwave</i>	jenis oven yang menggunakan radiasi gelombang micro untuk memanaskan makanan, biasanya memiliki frekuensi 2.450 MHz dan panjang gelombang sekitar 12,24 cm. Molekul air, gula dan lemak dalam makanan bisa menyerap gelombang micro tersebut.
Pelarut	suatu zat yang melarutkan zat terlarut (cairan, padat atau gas yang berbeda secara kimiawi), menghasilkan suatu larutan.
Pelarut Polar	pelarut yang memiliki tingkat kepolaran yang tinggi dan cocok untuk mengekstraksi senyawa-senyawa polar dari tanaman
Penyakit	berbagai kondisi di mana terjadi penyempitan

- Kardiovaskular atau penyumbatan pembuluh darah yang dapat menyebabkan serangan jantung, nyeri dada (angina), atau stroke.
- Perkolasi cara penyarian yang dilakukan dengan mengalirkan cairan penyari melalui serbuk simplisia yang telah dibasahi. Kekuatan yang berperan pada perkolasi antara lain gaya berat, kekentalan, daya larut, tegangan permukaan, difusi, osmosa, adesi, daya kapiler, dan daya geseran.
- Proses Iradiasi suatu proses ketika suatu objek terpapar oleh radiasi. Radiasi tersebut dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk sumber alami. Biasanya istilah ini merujuk pada radiasi pengion dan tingkatan radiasi yang memenuhi kebutuhan tertentu (dan bukan radiasi dalam tingkatan normal seperti radiasi alam). Istilah iradiasi biasanya tidak meliputi radiasi non-pengion, seperti inframerah, cahaya tampak, gelombang mikro dari telepon seluler atau gelombang elektromagnetik yang dikeluarkan oleh penerima radio dan TV.
- Refluks teknik distilasi yang melibatkan kondensasi uap dan berbaliknya kondensat ini ke dalam sistem asalnya. Ini digunakan dalam distilasi industri dan laboratorium. Refluks juga digunakan dalam bidang kimia untuk memasok energi pada reaksi untuk waktu yang panjang
- Sel Surya sebuah alat semikonduktor yang terdiri dari sebuah wilayah-besar dioda pertemuan p-n, di mana dengan adanya cahaya matahari dapat

Senyawa Kimia	menciptakan energi listrik yang berguna. zat kimia murni yang terdiri dari dua atau beberapa unsur yang dapat dipecah-pecah lagi menjadi unsur-unsur pembentuknya dengan reaksi kimia tersebut.
Sokletation	suatu metode pemisahan zat dari campurannya dengan pemanasan, pelarut yang digunakan akan mengalami sirkulasi, dibandingkan dengan cara maserasi, ekstraksi sokletasi memberikan hasil ekstrak yang lebih tinggi
Struktur Flavilium	turunan suatu struktur aromatik tunggal yaitu sianidin, di mana semua jenis antosianin memiliki perbedaan yang didasarkan pada ikatan antara gugus R3' dan R5' dengan cincin aromatik antosianin
Tokoferol	senyawa organik dengan gugus fenol yang mengalami metilasi.

INDEKS

2		
<i>2-fenilbenzopirilium</i> (<i>flavylium</i>)	6	
A		
Absorbansi	13	
Aglikon (antosianidin)	6	
Antiinflamasi	1, 29, 31, 32, 48	
Antioksidan	1, 7, 16, 25, 29, 30, 31, 32, 35, 48, 49	
Antosianin	v, vii, viii, x, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 53	
Asam asetat	7, 11	
Asam klorida	xi, 7, 13, 23	
Asam organik	7, 48	
Asam sitrat	7, 10, 16, 23, 24, 38	
Aseton dingin	12	
B		
Bahan dan pelarut	3, 11, 15	
		Box Behnken Design (BBD) viii, 17, 18, 19, 27, 28
		Bunga mawar 9
	C	
	C ₂ H ₅ OH	12
	Campuran metanol-aseton	12
	<i>Central Composite Design</i> (CCD)	18, 19
	<i>Cyanidin</i>	5, 7
	D	
	Dadap merah	i, iii, iv, v, vii, viii, x, xi, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 15, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 32, 35, 37, 43, 48
	Degenerasi saraf	7, 49
	Degradasi termal ekstrak	26
	<i>Delphinidin</i>	7
	Denaturalisasi	16
	Distilasi	2, 9, 12, 25, 49, 52
	<i>Distilasi steam</i>	9
	<i>Dye Sensitizer Solar Cell</i> (DSSC)	32

E		I	
Ekstraksii, iii, iv, v, vii, viii, x, xi, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 35, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 51, 53		Industri kesehatan	1, 32
Ekstraksi antosianini, iii, iv, v, vii, viii, x, 3, 9, 11, 13, 14, 16, 22, 26, 27, 28, 32, 35, 37, 43, 47		Industri kosmetik	1, 30
Ekstraktor kaca	24	Industri makanan	1, 29, 30, 31
Etanol	x, xi, 3, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 23, 24, 25, 49	K	
F		Karotenoid	1, 7, 50
Fenolik	7, 43, 49	Klorofil	1, 32, 50
Flavilium	7, 13, 53	Koefisien regresi	28
Flavonoid	1, 6, 13, 29, 43, 48, 49	Kondensor	24
<i>Foeniculum vulgare</i>	16, 37	M	
G		<i>Malvidin</i>	7
Glikosilasi polihidroksi	7	Maserasi	2, 3, 9, 10, 11, 32, 37, 50, 53
Gugus hidroksi	6, 12, 49, 50	Metabolisme	7, 29, 50
Gugus hidroksil (OH)	12	Metanol	10, 11, 12
H		Metode Ekstraksi <i>Pulsed Electric Field</i> (PEF)	2
Hidroksilasi/ dimetoksilasi	6	Metode konvensional	9, 16, 26, 32
		Metode maserasi (konvensional)	2
		Metode <i>Microwave Assisted Extraction</i> (MAE)	vii, 2, 9
		Metode <i>Pressurized Liquid Extraction</i> (PLE)	2
		Metode sonikasi	30
		Metode <i>Ultrasound Assisted Extraction</i> (UAE)	2

<i>Microwave</i>	iii, iv, v, vii, x, 2, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 24, 26, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 51	Pewarna alami	1, 2, 29, 30, 31, 32, 38
Mikrosirkulasi Tubuh	29	Pigmen	v, 1, 5, 7, 11, 12, 13, 29, 32, 38, 39, 42, 44, 48, 50
Minyak atsiri	9, 37, 42	Pompa air	24
N		Propilen glikol	12
N-butanol	12	R	
O		Radikal bebas	7, 48, 49
Oksonium	13	Reaksi oksidasi	7
P		Refluks	2, 52
Pektin	9, 37, 42, 44	Rendemen ekstrak	3
<i>Pelargonidin</i>	7	<i>Response Surface Methodology (RSM)</i>	17, 34
Pelarutvii, xi, 2, 3, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 23, 24, 25, 27, 28, 32, 37, 38, 39, 42, 44, 46, 49, 50, 51, 53		S	
Pembangkitan uap intraseluler	15	Senyawa aktif	3
Pengembangan sel surya	1	Senyawa kimia	2, 7, 53
Penyakit kardiovaskular	7, 51	Sokletation	2, 53
<i>Peonidin</i>	7	Solubilisasi-desorpsi	15
Perkolasi	2, 52	T	
Perpindahan panas dan massa	15	Tokoferol	7, 53
<i>Petunidin</i>	7	V	
		<i>Vaccinium corymbosum</i>	13, 42
		Vitamin C	7

W

Waktu ekstraksi viii, 3, 8, 9,
15, 16, 26, 27, 28, 43, 51

Y

Yield 9, 14, 27, 39

deepublish / publisher

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Astrilia Damayanti

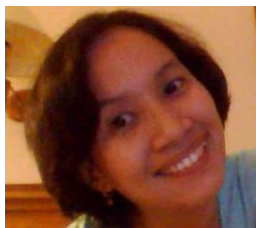
Astrilia Damayanti lahir di Semarang 8 September 1973. Ia lulus sebagai Sarjana Teknik Kimia dari Universitas Diponegoro, pada tahun 1996. Tahun 1998 ia mengajar di Universitas Muhammadiyah Semarang (Unimus) dan Universitas Pandanaran (Unpand). Penulis melanjutkan pendidikan magister di Institut Teknologi Bandung 2002 dan lulus tahun 2005, serta memperoleh gelar Doktor tahun 2018 dari Universitas Gadjah Mada, dan tahun 2021 memperoleh gelar Insinyur dari Universitas Diponegoro. Dari mulai April 2006 hingga saat ini ia aktif sebagai staf pengajar di Jurusan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang.



Bayu Triwibowo

Bayu Triwibowo lahir di Mojokerto pada 22 November 1988. Ia lulus sebagai sarjana dari Institut Teknologi Sepuluh November di Surabaya, tahun 2010. Setelah lulus sarjana kemudian ia melanjutkan pendidikan Magister Teknik Kimia di Institut Teknologi Sepuluh November di Surabaya dan lulus pada tahun 2013. Dari mulai September 2013 hingga saat ini ia aktif sebagai staf pengajar di Jurusan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang. Tugas tambahan yang diembannya adalah sebagai Tim Akselerasi Kinerja Rektor bidang

Peningkatan Prestasi Mahasiswa Nasional dan Internasional pada tahun 2020.



Megawati

Megawati lahir di Kediri pada 06 November 1972. Ia lulus sebagai Sarjana Teknik Kimia dari Institut Teknologi Sepuluh November di Surabaya, tahun 1996. Sejak tahun 1996 ia menjadi *engineer* di PT Aweco Perkasa, selama 6 tahun. Tahun 2004, ia memperoleh gelar Magister Teknik dari Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Jurusan Teknik Kimia. Mulai tahun 2006 hingga saat ini ia aktif sebagai staf pengajar di Jurusan Teknik Kimia Universitas Negeri Semarang. Tahun 2011, ia memperoleh gelar Doktor dari Universitas Gadjah Mada.



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202123861, 17 Mei 2021

Pencipta

Nama : **Astrilia Damayanti, Bayu Triwibowo dkk**
Alamat : Jalan Durian Selatan I/3 Srandol Wetan , Semarang, JAWA TENGAH,
50263
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Astrilia Damayanti, Bayu Triwibowo dkk**
Alamat : Jalan Durian Selatan I/3 Srandol Wetan , Semarang, JAWA TENGAH,
50263
Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Buku**
Judul Ciptaan : **MONOGRAF EKSTRAKSI ANTOSIANIN BUNGA DADAP MERAH MENGGUNAKAN MICROWAVE-ASSISTED EXTRACTION**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali : 12 Mei 2021, di Semarang
di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor pencatatan : 000250346

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL



Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Astrilia Damayanti	Jalan Durian Selatan I/3 Spondol Wetan
2	Bayu Triwibowo	Jl. Raya Trowulan No. 1 Bejjong 03/01
3	Megawati	Kampoeng Harmoni H6, Mapagan, Bandarjo

LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Astrilia Damayanti	Jalan Durian Selatan I/3 Spondol Wetan
2	Bayu Triwibowo	Jl. Raya Trowulan No. 1 Bejjong 03/01
3	Megawati	Kampoeng Harmoni H6, Mapagan, Bandarjo

