

LAPORAN PENELITIAN TERAPAN

EFISIENSI EKSTRAKSI BETASIANIN DAN BETAXANTHIN DARI BUAH BIT MERAH (*Beta vulgaris* L.) DENGAN BANTUAN GELOMBANG MIKRO (MAE)

*(Efficiency of Betacyanin and Betaxanthin Extraction from Red Beets (*Beta vulgaris* L.)
using Microwave Assisted Extraction (MAE))*



**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Studi Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro
Semarang**

Disusun Oleh:

SATYA PRAMUDIKA

40040121655010

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Satya Pramudika
NIM : 40040121655010
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Universitas : Diponegoro
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Vita Paramita, S.T., M.M., M.Eng.
Judul Bahasa Indonesia : Efisiensi Ekstraksi Betasianin dan Betaxanthin dari Buah Bit Merah (*Beta vulgaris L.*) dengan Bantuan Gelombang Mikro (MAE)
Judul Bahas Inggris : *Efficiency of Betacyanin and Betaxanthin Extraction from Red Beets (Beta vulgaris L.) using Microwave Assisted Extraction (MAE)*

Laporan Penelitian Terapan ini telah diperiksa dan disetujui pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 14 Desember 2023

Semarang, 14 Desember 2023

Dosen Pembimbing,

Dr.Eng Vita Paramita, S.T., M.M., M.Eng.

NIP. 198102152005012001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Satya Pramudika

NIM : 40040121655010

Judul Penelitian Terapan : Efisiensi Ekstraksi Betasianin dan Betaxanthin dari Buah Bit Merah (*Beta vulgaris L.*) dengan Bantuan Gelombang Mikro (MAE)

Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa penelitian ini merupakan hasil karya saya didampingi Pembimbing saya ibu Dr.Eng. Vita Paramita, S.T., M.M., M.Eng dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Laporan Penelitian ini, maka kami bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini kami buat dalam keadaan sadar tanpa ada paksaan dari siapapun.

Semarang, 14 Desember 2023

3x4
Latar
merah

Satya Pramudika

NIM. 40040121655010

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah limpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Penelitian Terapan dengan baik. Laporan Penelitian Terapan ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan di Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.

Atas bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, penyusun dapat melaksanakan dan menyelesaikan Laporan Penelitian Terapan ini. Oleh karena itu, penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. M. Endy Yulianto, S.T, M.T, selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri
2. Dr. Eng. Vita Paramita, S.T., M.M., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing, terima kasih atas bimbingan, arahan dan dorongan selama ini hingga Laporan Penelitian Terapan ini dapat diselesaikan dengan baik
3. Hermawan Dwi Ariyanto, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Wali Kelas Program Lintas Jalur Studi Sarjana Terapan Teknik Rekayasa Kimia Industri
4. Dosen Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri atas perhatian, dorongan dan ilmu yang tak ternilai harganya.
5. Ibu dan Bapak atas doa, dukungan dan kasih sayang kalian.
6. Kepada sahabat-sahabat dan teman-teman yang lain yang telah membantu dalam bentuk dukungan semangat sehingga laporan ini bisa diselesaikan.

Penyusun menyadari keterbatasan dan kemampuan dalam penyusunan laporan ini, oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga dapat bermanfaat bagi penyusun untuk menyempurnakan laporan Penelitian Terapan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penyusun maupun bagi pembaca.

Semarang, Agustus 2023

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
ABSTRAK.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Buah Bit (<i>Beta vulgaris L.</i>).....	9
2.1.1 Betalain.....	9
2.1.2 Betasianin.....	10
2.1.3 Betaxanthin.....	11
2.1.4 Komposisi buah bit.....	12
2.2 Ekstraksi.....	13
2.2.1 Ekstraksi menggunakan gelombang mikro.....	13
2.2.2 Parameter Penting pada Ekstraksi dengan Bantuan Gelombang Mikro.....	14
2.2.3 Perbandingan Ekstraksi dengan Bantuan Gelombang Mikro (MAE) dengan Teknik Ekstraksi Padat-Cair Lainnya.....	17
2.3 Pelarut.....	18
2.3.1 Aquades.....	19
2.3.2 Etanol.....	19
2.3.3 Asam Sitat.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Alat dan Bahan yang Digunakan.....	21
3.2 Variabel Penelitian.....	22
3.2.1 Tabel Rincian Variabel.....	22
3.2.2 Rancangan Percobaan.....	22
3.3 Prosedur Penelitian.....	23
3.3.1 Diagram Blok Porsedur Penelitian.....	24

3.4 Analisa Hasil.....	25
3.4.1 Penentuan Kadar Betasianin dalam Buah Bit (<i>Beta vulgaris L.</i>).....	25
3.4.2 Penentuan Kadar Betaxanthin dalam Buah Bit.....	25
3.4.3 Penentuan Hasil Rendemen	25
3.4.4 Analisa Densitas.....	26
3.4.5 Analisa Viskositas.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Analisa Nilai Betasianin Buah Bit Merah (<i>Beta vulgaris L.</i>).....	27
4.2 Analisa Nilai Betaxanthin Buah Bit Merah (<i>Beta vulgaris L.</i>).....	28
4.3 Analisa Fisikokimia.....	29
4.4 <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA) <i>Two Way</i>	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN I.....	37
LAMPIRAN 2	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Penelitian Terdahulu	3
Tabel 2. 1 Komposisi daging buah bit merah mentah per 100 g (Ceclu dkk, 2020).....	12
Tabel 3. 1 Alat untuk Penelitian Ekstraksi Buah Bit.....	21
Tabel 3. 2 Variasi variabel bebas	22
Tabel 3. 3 Rancangan Percobaan	22
Tabel 4. 1 Nilai Betasianin Buah Bit Merah	27
Tabel 4. 2 Nilai Betaxanthin Buah Bit Merah.....	28
Tabel 4. 3 Nilai Densitas, Viskositas, dan Rendemen pada Buah Bit Merah	30
Tabel 4. 4 Analisa Perbandingan Interaksi Bahan	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur umum betalain. (A) Asam betalamat; (B) betaxanthin; (C) betasianin.	10
Gambar 3. 1 Alat Microwave Assisted Extraction.....	21
Gambar 3. 2 Diagram skema prosedur penelitian	24

ABSTRAK

Buah bit (*Beta vulgaris L.*) merupakan umbi-umbian yang mengandung karbohidrat dengan kadar kalori yang rendah dengan warna yang spesifik, yaitu merah keunguan yang pekat. Buah Bit mengandung kadar betasianin yang berpotensi untuk pewarna makanan alami dan saat ini pemanfaatan pewarna produk pangan yang alami dan aman sangat terbatas. Proses ekstraksi non konvensional seperti ekstraksi menggunakan bantuan gelombang mikro (MAE) lebih efisien dan hemat energi dibandingkan ekstraksi konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari variabel paling efisien pada proses ekstraksi buah bit merah dengan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) dalam ekstraksi betasianin dan betaxanthin serta mengetahui kondisi ekstraksi yang paling optimal pada variasi pelarut dan daya *microwave*. Pengolahan data menggunakan metode ANOVA 2 arah. Kandungan betasianin berkisar antara 23,77 hingga 59,28 mg/100g sedangkan betaxanthin berkisar antara 13,60 hingga 30,54 mg/100g. Daya gelombang mikro yang lebih tinggi secara signifikan meningkatkan hasil betasianin ($p < 0,05$), sedangkan jenis pelarut tidak. Kandungan betaxanthin juga dipengaruhi oleh daya gelombang mikro dan polaritas pelarut, dengan daya yang lebih tinggi dan pelarut polar pada variabel etanol + asam sitrat menghasilkan kadar yang lebih besar. MAE terbukti efektif untuk mengekstraksi kedua pigmen tersebut, dengan kondisi optimal tergantung senyawa target yang diinginkan.

Kata Kunci : buah bit, *microwave asissted extraction*, betasianin, betaxanthin

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Buah bit merah merupakan salah satu bahan pangan yang memiliki banyak manfaat. Salah satunya adalah memberikan warna alami pada produk pangan. Pigmen yang terdapat dalam buah bit merah adalah betalain, yang termasuk dalam golongan antioksidan. Buah bit memiliki kandungan gizi yaitu protein, lemak, kalsium, fosfor, besi, vitamin A, vitamin B, vitamin C, air serta kandungan terbesarnya pati dan serat. Kandungan pati pada buah bit sebesar 35,81% dan serat 2,14% dari 100 g berat bahan (Widyaningrum dan Suhartiningsih 2014). Betasianin merupakan zat warna yang bersifat polar sehingga larut dalam pelarut yang bersifat polar. Pigmen merah pada buah bit adalah senyawa bernitrogen yang memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi.

Bit merah (*Beta vulgaris*), mengandung dua pigmen betalain utama, betanin merah dan vulgaxanthin I kuning, telah lama dianggap sebagai sumber betalain yang unik. Bit merah dibudidayakan di seluruh dunia dan umum dan sering dikonsumsi. Produksi bit dunia diperkirakan sekitar 275 juta metrik ton pada tahun 2018. Betasianin merupakan sekitar 75-95% dari pigmen bit, 5-25% sisanya adalah betaxanthin (Fu Y dkk, 2020). Konsentrasi betalain dalam bit merah adalah 200-2100 mg/kg berat segar. Konten betalain bervariasi secara signifikan antara kultivar beberapa varietas baru mencapai kandungan betalain yang lebih tinggi (Ninfali dkk, 2013). Bit merah mengandung isobetanin sebuah epimer dari betanin.

Betasianin mudah larut dalam pelarut air, sehingga menjadi pilihan yang baik sebagai pewarna alami. Pigmen betasianin dapat ditemukan pada bagian bunga, buah, dan daun tumbuhan dengan warna merah keunguan. Namun, betasianin sangat sensitif terhadap beberapa faktor lingkungan seperti suhu, pH, cahaya, oksigen, dan ion logam, yang mempengaruhi stabilitas senyawa betasianin. Betasianin dapat diekstrak menggunakan berbagai pelarut seperti air, etanol, metanol, dan n-heksana. Namun, perlu diperhatikan bahwa penggunaan pelarut air dalam proses pemekatan yang melibatkan panas dapat menyebabkan kerusakan pada senyawa betasianin karena titik didih air yang cukup tinggi, yaitu 100°C (Rengku dkk., 2017). Pada penelitian Sari dkk, ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 80%, 50%, 20%, dan 0% diperoleh perlakuan terbaik pada pelarut etanol 50% dengan kadar betasianin 0,089 mg/100 g. Kemudian pada penelitian Novatama dkk menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 70% diperoleh kadar betasianin 37,64 mg/100 g. Kekurangan

dari kedua penelitian tersebut adalah lama waktu yang diperlukan untuk ekstraksi yaitu selama 48 jam.

Metode ekstraksi non-konvensional seperti *Microwave Assisted Extraction* (MAE) merupakan alternatif yang menjanjikan jika dibandingkan dengan metode ekstraksi konvensional, pada metode ini dapat dicapai kualitas dan kuantitas yang lebih baik pada produk yang diinginkan karena penggunaan pelarut yang lebih sedikit dan waktu pemaparan yang lebih rendah pada suhu tinggi (Yuan dkk, 2018). Keuntungan utama dari ekstraksi menggunakan gelombang mikro adalah pengurangan waktu operasi dan konsumsi pelarut, konsumsi energi yang lebih sedikit karena radiasi langsung ke matriks (Seoane dkk, 2017) Pada penelitian Cardoso-Ugarte dkk, jumlah konsentrasi betalain yang sama dapat dicapai dengan iradiasi gelombang mikro sepuluh kali lebih cepat daripada cara konvensional dengan hasil betalain ditingkatkan menjadi dua kali lipat. Namun, dengan pemanasan dielektrik, percepatan reaksi kimia senyawa target seperti epimerisasi, oksidasi, dan polarisasi selama pemrosesan gelombang mikro harus diperhatikan (Bastos, dkk, 2017)

Selama iradiasi gelombang mikro dalam proses MAE, sel-sel sampel mengalami peningkatan suhu dan tekanan secara termal, yang menyebabkan pecahnya dinding sel dan melepaskan senyawa intraseluler (Pap dkk., 2012). Mayoritas senyawa tumbuhan yang diekstraksi menggunakan MAE termasuk polifenol, seperti flavonoid (flavon, flavonol, isoflavon, katekin, flavanon, flavonon, dan turunan asam cinnamic), antosianin, dan karotenoid (Li, Fabiano-Tixier, Abert-Vian, & Chemat, 2013).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari efektivitas ekstraksi buah bit merah dengan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) dalam proses ekstraksi betasianin dan betaxanthin serta mengetahui kondisi ekstraksi yang paling optimal.

1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, diketahui bahwa salah satu sumber betasianin yang tersedia dan dapat diambil adalah buah bit. Buah bit dapat digunakan sebagai pewarna makanan karena mengandung warna merah keunguan yang dihasilkan dari gabungan pigmen ungu betasianin dan pigmen kuning betaxanthin. Mengingat potensi ini, maka pewarna alami dibuat menggunakan buah bit sebagai bahan utamanya.

Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilaksanakan disajikan pada Tabel 1.1 dibawah ini

Tabel 1. 1 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti (Tahun) dan Judul	Bahan baku dan Metode	Deskripsi dan Hasil
1	Setiawan dkk., 2015, Ekstraksi Betasianin dari Kulit Umbi Bit (<i>Beta vulgaris L.</i>) Sebagai Pewarna Alami	Bahan yang digunakan meliputi buah bit, pelarut tunggal berupa etanol, pelarut campuran berupa etanol ditambah asam sitrat, dan pelarut campuran berupa etanol ditambah dengan HCL. Metode yang dilakukan adalah ekstraksi maserasi dan dilakukan pengujian kadar abu, kadar air, kadar lemak, dan kadar serat. Dan pengujian ini dilakukan dengan 3 pelarut yang menggunakan Spektrofotometri UV- Visible dengan tiga Panjang gelombang yaitu 476, 538, dan 600	Pada kulit umbi bit memiliki kandungan air yang tinggi yaitu 82,85%, kadar lemak, kadar serat dan kadar abu yang rendah yaitu 0,31%, 5,95%, dan 1,33 persen. Karena rendahnya kandungan air, lemak, serat dan abu maka proses ekstraksi kulit umbi bit tidak terlalu sulit. Analisis kandungan betasianin antara tiga pelarut maksimal pada pelarut etanol:HCl dengan nilai sebesar 2,4535 mg/100 g.
2	Sari dkk., 2016, Uji Kadar Betasianin pada Buah Bit (<i>Beta vulgaris L.</i>) dengan Pelarut Etanol dan Pengembangannya sebagai Sumber Belajar Biologi.	Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi 400 gram buah bit untuk 4 perlakuan dan 6 kali ulangan dengan pelarut etanol pada persentase 80%, 50%, dan 20% serta 0% untuk perlakuan control. Jenis penelitian ini adalah eksperimen sesungguhnya atau <i>True Experimental Research</i> . Ekstrak betasianin menggunakan ekstraksi	Pada hasil penelitian tentang uji kadar antioksidan dan kadar betasianin pada buah Bit (<i>Beta vulgaris L.</i>) dengan pelarut etanol dihasilkan nilai 0,055 untuk presentase 80% dan control, kemudian pemberian ethanol 20% menunjukkan hasil dengan nilai 0,064 dan

		maserasi dengan pelarut etanol 80%, 50%, 20%, dan 0% sebagai control selama 48 jam, lalu mengambil ekstrak dengan cara menyaring dengan kain saring dan menuangnya pada labu alat bulat setelah itu diuapkan pada alat destilasi dengan tekanan sebesar 175 mbar.	hasil terbaik pada persentase 50% yang memiliki nilai sebesar 0,089. Penggunaan pelarut ethanol bertujuan untuk mengeluarkan zat warna betasianin secara maksimal dalam proses maserasi buah bit (<i>Beta vulgaris L.</i>)
3	Purnami dkk., 2022, Pengaruh Jenis Pelarut dan Waktu Ekstraksi pada Metode <i>Microwave Assited Extraction</i> Terhadap Karakteristik Pewarna Ekstrak Kulit Buah Naga Kuning (<i>Selenicereus megalanthus</i>)	Bahan yang digunakan yaitu kulit buah naga kuning. Pelarut yang digunakan dalam ekstraksi ada 3 macam yaitu etanol, etil asetat, dan n-heksana. Pembuatan ekstrak kulit buah naga kuning dengan rasio bahan dan pelarut 1:20 (b/v), dengan daya 450 watt dengan perlakuan waktu ekstraksi yaitu 6 menit, 8 menit, dan 10 menit. Filtrat dipekatkan dengan rotary evaporator dengan kecepatan 60-80 rpm dengan suhu 40°C.	Untuk perlakuan hasil karakteristik pewarna terbaik yaitu pada jenis pelarut n-heksana dengan waktu ekstraksi 10 menit dengan rendemen 10,00%, total karotenoid 33,40 mg/g, total padatan terlarut 19,54%, kecerahan 41,25, kemerahan 19,86, kekuningan 53,87, total fenolik 3,09 mg/GAE/g, aktivitas antioksidan 65,97% dan IC50 777,773 ppm.
4	Lembong & Utama, 2021, Potensi Pewarna dari Bit Merah (<i>Beta vulgaris L.</i>) Sebagai Antioksidan	Bahan yang digunakan yaitu buah bit merah, asam sitrat, asam karbonat dan asam tartarat. Ekstraksi pigmen buah bit merah dengan berbagai macam pelarut yaitu etanol dengan	Pada penelitian ini ekstrak umbi bit merah dengan pelarut etanol ditambah asam sitrat 2% mempunyai warna yang lebih terang dan menghasilkan aktivitas

		<p>tambahan asam sitrat (2%), pelarut etanol dengan tambahan asam askorbat (0,05 M) dan pelarut etanol dengan tambahan asam tartarat (3%). Ekstraksi dilakukan secara maserasi selama 24 jam pada suhu ruang, kedap udara, dan kedap cahaya. Perbandingan bahan dengan pelarut adalah 1:10. Lalu hasil ekstraksi disaring menggunakan kertas saring dan didapatkan filtrate. Lalu dipekatkan dengan rotary evaporator pada suhu 40°C.</p>	<p>antioksidan tertinggi dimana konsentrasi 2000 ppm, mampu menghambat radikal bebas sebesar 96,65 % sehingga dapat dikatakan umbi bit merah ini mempunyai potensi sebagai pewarna alami yang mengandung Antioksidan.</p>
5	<p>Cardoso-Ugarte dkk., 2014, Microwave-assisted extraction of betalains from red beet (<i>Beta vulgaris</i>)</p>	<p>Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi buah bit merah dipotong dadu. Pelarut yang digunakan campuran etanol dan air dengan rasio 1:1 dan 0,1:25 untuk rasio padatan terhadap solven menggunakan metode MAE dan ekstraksi konvensional. Daya yang digunakan 400, 800, dan 1200 watt. Waktu yang digunakan 0-160 detik. Penelitian ini menggunakan analisa ANOVA dua arah.</p>	<p>Diperoleh kadar betanin tertinggi 128,68 mg pigmen/100 g bit merah kering beku setelah dilakukan ekstraksi selama 100 detik dengan daya 400 watt. Hasil ekstraksi meningkat seiring bertambahnya waktu hingga mencapai puncak maksimum antara 100 dan 120 detik, setelah itu hasil menurun. Suhu maksimum ekstrak yang tercatat pada puncak ini berkisar antara 77,6 dan 79,9 C. Diperoleh kadar</p>

			betaxanthin tertinggi 101,41 mg pigmen/100 g bit merah kering beku pada daya 400 watt selama 140 detik. Hasil betaxanthin meningkat dengan peningkatan waktu ekstraksi dan konsentrasi maksimum diperoleh antara 140 dan 150 detik, dengan penurunan konsentrasi diamati pada waktu ekstraksi yang lebih lama.
6	Singh dkk., 2017, Optimizaton of extraction of betalain pigments from <i>Beta vulgaris</i> peels by microwave pretreatment	Bahan yang digunakan yaitu kulit bit merah, kemudian dikeringkan pada suhu 55°C selama 15-18 jam dan digiling menjadi bubuk berukuran 80 mesh. Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi adalah kristal asam sitrat dan etanol (99,9%). Bubuk kulit bit kering (1gm) dicampur dengan air (5ml) dan dibuat menjadi pasta, di ekstraksi selama 10 menit, setelahnya disentrifugasi selama 5 menit pada 2500 rpm. Metode Box-Behnken digunakan sebagai teknik optimasi RSM.	Pada pelarut asam sitrat dengan pH 5,2, daya 224,61 MW selama 57,06 detik diperoleh konsentrasi betanin 229,264 mg/l. Kemudian pada pelarut etanol dengan pH 4,74, daya 384,25 MW selama 74,91 detik diperoleh konsentrasi betanin 472,113 mg/l.
7	Nurbaya dkk., 2018	Bahan yang digunakan yaitu	Perlakuan terbaik

	<p>Pengaruh campuran pelarut aquades-etanol terhadap karakteristik ekstrak betasianin dari kulit buah naga merah (<i>Hylocereus polyrhizus</i>)</p>	<p>buah bit, menggunakan campuran pelarut aquades dengan etanol dalam proses ekstraksi bertujuan untuk memperbaiki karakteristik ekstrak. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor, yaitu rasio jenis pelarut. Jenis pelarut yang digunakan adalah aquades dan etanol dengan perbandingan 100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80, dan 0:100 (v/v)</p>	<p>terdapat pada perlakuan rasio aquades dibanding etanol 20:80 (v/v) dengan karakteristik kadar betasianin 99.27 mg/L, kadar pektin 0.48%, nilai kecerahan (L) 35.03, nilai kemerahan (a+) 49.78, nilai kekuningan (b+) 14.70, sudut hue 14.02o, dan nilai viskositas 2.25 cP. Ekstrak pigmen dari kulit buah naga merah yang diekstraksi menggunakan pelarut aquades-etanol berpotensi digunakan sebagai pewarna makanan alami</p>
8	<p>Slavov dkk., 2013, Antioxidant Activity of Red Beet Juices Obtained after Microwave and Thermal Pretreatments</p>	<p>Bahan yang digunakan yaitu buah bit, menggunakan pelarut aquades. Pra-perlakuan mikro bit merah dan ekstraksi – Bit merah yang telah dikupas (640 g) dipotong-potong berukuran 1 cm. Massa diiradiasi gelombang mikro 4 kali × 3 menit pada 450 W (setelah setiap iradiasi 3 menit massa dibiarkan dingin hingga suhu kamar) dan setelah itu dihomogenkan menggunakan</p>	<p>Eksperimen menunjukkan bahwa kekuatan medan gelombang mikro yang lebih tinggi dan periode waktu yang lebih lama meningkatkan suhu sampel di atas 60°C yang menyebabkan penghancuran betalain. Kondisi yang digunakan untuk perlakuan awal gelombang mikro – 450 W, 12 menit (4 × 3 menit)</p>

		blender, massa yang diperoleh ditekan melalui kain (perasan kain rak laboratorium (tekanan 15 MPa)) untuk mendapatkan jus.	dan pendinginan dalam gelap setelah setiap 3 menit, dipilih untuk mencegah peningkatan suhu bit merah yang dimicrowave di atas 50–55 °C
--	--	--	---

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses ekstraksi buah bit merah (*Beta vulgaris L.*) dengan bantuan gelombang mikro (MAE). Secara khusus penelitian bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh kondisi operasi dengan variasi pelarut dan daya *microwave* pada proses ekstraksi buah bit merah

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai ekstraksi buah bit merah terhadap pengaruh rasio bahan dengan pelarut, waktu ekstraksi dan daya *microwave*. Sehingga dapat menjadi bahan belajar untuk penelitian selanjutnya dan memberikan informasi kepada industri terkait betasianin dan betaxanthin sebagai pewarna alami menggunakan ekstraksi dengan bantuan gelombang mikro (MAE).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Bit (*Beta vulgaris L.*)

Buah bit atau *beetroot* (*Beta vulgaris L.*) adalah jenis sayuran yang mengandung karbohidrat dengan kalori rendah dan memiliki warna khas, yaitu merah keunguan yang intens. Warna merah keunguan ini disebabkan oleh gabungan pigmen ungu betasianin dan pigmen kuning betaxanthin. Pigmen merah dalam buah bit adalah senyawa bernitrogen yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi dan larut dalam air, namun mudah terdegradasi oleh pengaruh pH, cahaya, dan udara. Senyawa ini stabil pada suhu rendah di bawah 14°C dan dalam kondisi yang gelap pada rentang pH 5,6 (Fatmasari, Supriyana, dan Sukmawati 2017).

Klasifikasi buah bit (*Beta vulgaris L.*) sebagai berikut:

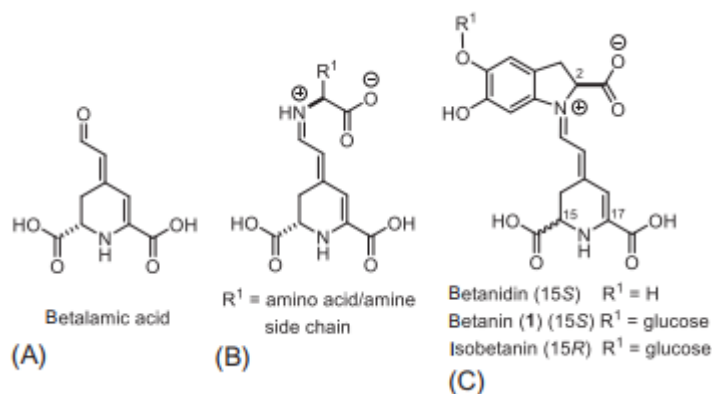
Kingdom : *Plantae*
Sub kingdom : *Tracheobionta*
Super Divisi : *Spermatophyta*
Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Magnoliopsida (Dikotil)*
Sub Kelas : *Hamamelidae*
Ordo : *Caryophyllales*
Famili : *Chenopodiaceae*
Genus : *Beta*
Spesies : *Beta vulgaris L.*

2.1.1 Betalain

Betalain adalah jenis pigmen yang dapat larut dalam air dan mengandung gugus nitro. Betalain disintesis dari asam amino tirosin dan dapat dibagi menjadi dua kelompok struktural, yaitu kelompok merah-ungu (betasianin) atau kuning (betaxanthin). Betalain ditemukan di berbagai bagian tumbuhan dan terkonsentrasi dalam vakuola sel, terutama di jaringan epidermis dan sub epidermis (Khan MI, 2016). Vakuola pada sel dewasa bisa mencapai hampir 90% dari volume sel, sehingga sisa isi sel dipadatkan dengan membran sel. Pigmen betalain tersimpan dalam cairan vakuolar atau dalam kromatoplast di sel parenkim sekitar plasmalemma. Betalain merupakan metabolit sekunder yang larut dalam air, menjadi senyawa alkaloid fenolik dengan manfaat kesehatan bagi manusia, terutama dalam hal aktivitas antioksidan, anti-inflamasi, antivirus, dan bahkan anti-tumor. Stabilitas warna betalain dipengaruhi oleh pH dan

pemanasan. Warna betalain tetap stabil pada rentang pH 3-4 hingga 6-7, namun paling tahan terhadap panas pada pH 4 hingga 5 (Manchali S, dkk, 2013).

Studi juga menunjukkan bahwa betaxanthin lebih rentan terhadap suhu dibandingkan betasianin (Nistor OV, dkk, 2017). Betalain sering digunakan sebagai aditif makanan di industri karena sifat pewarna alaminya, kelarutan tinggi dalam air, dan kurangnya toksisitas. Sumber utama betalain adalah akar bit merah (Koubairer dkk, 2014). Betalain dapat digunakan baik untuk menjaga stabilitas warna makanan atau untuk meningkatkan kandungan nutrisi dalam makanan (Singh B, 2014).



Gambar 2. 1 Struktur umum betalain. (A) Asam betalamat; (B) betaxanthin; (C) betasianin

- Hasil beberapa penelitian tentang efek pemrosesan buah bit merah dikemukakan bahwa
- Betalain rentan terhadap pH, oksigen, ion logam, suhu, aktivitas air, paparan cahaya dan aktivitas enzimatik;
 - Suhu tinggi, perubahan pH atau keberadaan enzim dapat mengubah betanin menjadi betanidin;
 - Konsentrasi fenolik tergantung pada perlakuan masing-masing dan berkorelasi dengan hasil aktivitas anti oksidan;
 - Sejumlah besar polifenol, antioksidan, dan senyawa bernilai tambah lainnya hadir dalam produk sampingan bit merah, seperti pomace dan kulitnya, yang merupakan produk limbah tak bisa dikonsumsi dalam pembuatan jus.

2.1.2 Betasianin

Betasianin adalah turunan dari betalain yang merupakan pigmen kelompok flavonoid yang terikat dengan gula sehingga bersifat polar, pigmen bernitrogen dan merupakan pengganti antosianin pada sebagian besar famili tanaman ordo Caryophyllales, termasuk Amaranthaceae, serta bersifat mutual eksklusif dengan pigmen antosianin tidak pernah ditemukan bersama-sama pada satu tanaman. Betasianin yang paling sederhana adalah betanidin (asam betalamat + siklo-DOPA).

Betasianin memiliki dua puncak penyerapan maksimum, satu terjadi dalam rentang UV (270-280 nm) yang dipengaruhi oleh residu siklo-DOPA, dan yang kedua terletak dalam rentang hijau tampak (535-540 nm) yang dapat berubah tergantung pada pelarut yang digunakan. Efek dari esterifikasi bergantung pada sifat substituen yang digunakan: esterifikasi dengan gugus asil alifatik memiliki dampak kecil pada penyerapan maksimum betasianin, sementara esterifikasi dengan asam aromatik menyebabkan pergeseran batokromik (peningkatan panjang gelombang penyerapan maksimum). Pergeseran batokromik ini diduga terjadi karena adanya asosiasi intramolekul yang mirip dengan ko-pigmentasi. Selain itu, puncak penyerapan maksimum ketiga muncul dalam kisaran 300-330 nm ketika terjadi asilasi dengan asam hidroksisinamat.

2.1.3 Betaxanthin

Betaxanthin adalah produk kondensasi asam betalamic dengan amina atau asam amino. Betaxanthin yang paling umum adalah vulgaxanthin I (glutamin-Bx) dan inixanthin (prolin-Bx), masing-masing ditemukan dalam bit kuning dan pir kaktus. Rantai samping asam amino atau amina yang berbeda menentukan warna betaxanthin (Sporna-Kucab dkk dan Nemzer B dkk, 2011).

Betaxanthin dapat mengalami pergeseran hipsokromik atau batokromik akibat perlekatan asam amino atau amina yang berbeda. Saat betaxanthin mengalami konjugasi dengan asam amino, penyerapan maksimumnya cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan amina. Betalain, terutama betaxanthin menunjukkan sifat fluoresensi. Spektrum fluoresensinya memiliki puncak eksitasi di kisaran 463–535 nm dan puncak emisi di kisaran 508–608 nm.

Peningkatan fluoresensi dapat diharapkan ketika elektron ditarik dari sistem beresonansi. Misalnya, fluoresensi miraksantin I yang tinggi mengandung metionin sulfoksida, dibandingkan dengan metionin-betaxanthin. Efek serupa juga terlihat pada fluoresensi vulgaxanthin II yang lebih tinggi (CAS 1047-87-6) yang mengandung residu asam glutamat dibandingkan dengan vulgaxanthin I yang mengandung residu glutamin, hal ini disebabkan oleh efek penarikan elektron dari gugus karboksil. Terdapat pula contoh lain di mana substitusi gugus metil pendonor elektron pada molekul betalain menghasilkan molekul dengan hasil fluoresensi yang lebih tinggi. Meskipun betaxanthin memiliki daya antioksidan yang lebih rendah daripada betasianin, jumlah residu hidroksil dan imino yang lebih tinggi dalam betaxanthin dapat meningkatkan kemampuannya dalam menangkap radikal bebas.

2.1.4 Komposisi buah bit

Bit merah adalah jenis sayuran rendah lemak tetapi kaya akan karbohidrat, pati, serat larut, dan protein, menjadikannya makanan dengan jumlah kalori sedang. Akar bit mengandung vitamin C, A, E, dan K. Mereka juga mengandung berbagai vitamin B yang penting seperti tiamin (B1), riboflavin (B2), niacin (B3), pantothenic acid (B5), pyridoxine (B6), folates (B9), dan cyanocobalamin (B12), serta asam folat dan antioksidan kuat seperti triterpen, seskuiterpenoid, karotenoid, kumarin, dan flavonoid seperti tiliroside, astragaline, rhamnocitrin, rhamnetin, dan kaempferol. Bit juga mengandung betalains dan senyawa fenolik. Beberapa senyawa bioaktif lain yang ditemukan dalam bit adalah saponin, alkaloid seperti calystegine B1, calystegine B2, calystegine C1, calystegine B3, dan ipomine, serta asam amino seperti threonine, valine, cystine, methionine, isoleucine, leucine, lysine, phenylalanine, tidinnya, arginine, asam glutamat, proline, alanine, dan tirosin yang terdapat pada daunnya. Bit juga merupakan sumber mineral yang baik, termasuk mangan yang baik untuk kesehatan tulang, magnesium, kalium, natrium, fosfor, besi, seng, tembaga, boron, silika, dan selenium (Ceclu dkk, 2020)

Tabel 2. 1 Komposisi daging buah bit merah mentah per 100 g (Ceclu dkk, 2020)

Senyawa	Nilai	
	Umbi	Daun
Air (g)	91,3 ± 4,29	91,00 ± 4,00
Protein (g)	1,89 ± 0,3	2,20 ± 0,5
Karbohidrat (g)	7,23 ± 2,33	4,33 ± 1,5
Serat, diet total (g)	3,25 ± 0,55	3,7
Gula, total (g)	6,76 ± 1,23	0,50
Total lipid (lemak) (g)	0,15 ± 0,05	0,13
Abu (g)	1,08 ± 0,72	2,33
α-Carotene (µg)	22,0 ± 2,0	3,5 ± 0,5
β-Carotene (µg)	0	11,64
Lycopene (µg)	30 ± 0,3	0
Lutein + zeaxanthin (µg)		1,503
Betaine (µg)	128,7 ± 22,0	0
Folate (µg)	109	15
Niacin (mg)	0,334	0,400
Vitamin A, IU	0	6,326
Vitamin B6	0,067	0,106
Vitamin C (mg)	7,2 ± 2,5	30
Sodium, Na (mg)	78,0 ± 5,0	226
Potassium, K (mg)	325 ± 4,5	762
Phosphorus, P (mg)	40,00	41
Magnesium, Mg (mg)	23,0 ± 2,0	70
Calcium, Ca (mg)	16 ± 3,5	117
Manganese, Mn (mg)	0,359 ± 0,04	0,391

Zinc, Zn (mg)	0,365 ± 0,015	0,38
Copper, Cu (mg)	0,075	0,191
Iron, Fe (mg)	0,80	2,57

2.2 Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan satu atau lebih komponen dari suatu campuran homogen menggunakan pelarut cair (solven) sebagai *separating agent*. Ekstraksi menggunakan gelombang mikro merupakan salah satu metode ekstraksi padat-cair atau biasa disebut *leaching*. Ekstraksi padat-cair merupakan suatu proses pemisahan komponen atau zat dari suatu padatan dengan cara mengontakkannya menggunakan pelarut cair. Prinsip dasar dari ekstraksi padat-cair adalah komponen yang terlarut dari padatan yang mengandung matriks inert dan bahan aktif diekstraksi menggunakan pelarut. Hasil ekstraksi dapat ditemukan dalam bentuk padatan atau larutan cair.

Teknologi ekstraksi yang ideal bergantung pada jenis senyawa yang akan diekstraksi, sedangkan efisiensi metode ekstraksi bergantung pada tingkat perolehan tertinggi dari konstituen yang efektif, waktu pemrosesan yang lebih singkat, biaya produksi yang lebih rendah, dan penggunaan pelarut organik yang minimal.

Dalam ekstraksi senyawa bioaktif dari tanaman, metode Ekstraksi dengan Gelombang Mikro (MAE) telah terbukti lebih efisien daripada teknik konvensional seperti Soxhlet dan metode ekstraksi lanjutan seperti ekstraksi dengan bantuan *ultrasound* (UAE), ekstraksi cair bertekanan (PLE), dan ekstraksi cairan super kritis (SFE), yang dianggap sebagai teknologi hemat energi. Selama beberapa tahun terakhir, prosedur berbasis MAE telah menggantikan beberapa metode ekstraksi konvensional dan telah menjadi pilihan di laboratorium dan industri.

2.2.1 Ekstraksi menggunakan gelombang mikro

Proses ekstraksi menggunakan gelombang mikro (MAE) berbeda dengan metode konvensional (ekstraksi padat-cair atau sederhana) karena ekstraksi terjadi karena perubahan struktur sel yang diinduksi oleh gelombang elektromagnet. Selama proses ekstraksi, laju pemulihan ekstrak tidak mengikuti fungsi linier dari waktu karena konsentrasi zat terlarut dalam padatan bervariasi, menciptakan kondisi yang tidak stabil atau tidak stasioner.

Proses ekstraksi melalui tiga langkah yang berbeda. Pertama, ada fase kesetimbangan di mana terjadi fenomena kelarutan dan partisi campuran, di mana substrat dihilangkan dari permukaan luar partikel dengan kecepatan yang mendekati konstan. Kemudian, tahap ini berlanjut menjadi tahap transisi perantara menuju difusi. Resistensi terhadap perpindahan massa mulai terlihat pada antarmuka padat-cair, di mana perpindahan massa melalui konveksi dan difusi berlaku. Pada fase terakhir, zat terlarut harus mengatasi interaksi yang mengikatnya

ke matriks dan berdifusi ke dalam pelarut pengestraksi. Tingkat ekstraksi pada tahap ini relatif rendah, karena terjadi penghilangan ekstrak melalui mekanisme difusi. Tahap ini merupakan langkah yang tidak dapat diubah dalam proses ekstraksi, sering kali dianggap sebagai langkah pembatas dalam proses tersebut.

MAE semakin populer dalam ekstraksi produk alami sebagai alternatif dari teknik ekstraksi tradisional karena beberapa alasan: mengurangi waktu ekstraksi, mengurangi konsumsi pelarut, dan mengurangi pencemaran lingkungan karena meningkatkan efisiensi dan transfer energi bersih ke dalam matriks; hasil ekstraksi dan kualitas produk yang lebih baik karena bahan dapat dengan cepat dipanaskan dan sering diproses pada suhu yang lebih rendah; penghematan energi hingga 70% dibandingkan dengan bentuk energi konvensional karena kepadatan energi yang tinggi dan penyerapan energi langsung oleh bahan; ukuran sistem yang lebih padat, sekitar 20% dari ukuran sistem konvensional; serta penyerapan energi selektif berdasarkan sifat dielektrik bahan dan desain aplikatif.

Namun, ada beberapa kerugian seperti: memerlukan filtrasi atau sentrifugasi tambahan untuk menghilangkan residu padat setelah proses; efisiensi gelombang mikro yang buruk ketika senyawa target atau pelarutnya bersifat non polar atau mudah menguap; dan penggunaan suhu tinggi yang dapat menyebabkan degradasi senyawa bioaktif yang sensitif terhadap panas.

2.2.2 Parameter Penting pada Ekstraksi dengan Bantuan Gelombang Mikro

a. Pengaruh Rasio Pelarut terhadap Umpan

Salah satu faktor yang sangat berpengaruh dalam proses MAE adalah pemilihan pelarut yang tepat. Pemilihan pelarut yang sesuai akan meningkatkan efisiensi proses ekstraksi. Pemilihan pelarut ini dipengaruhi oleh kelarutan senyawa yang diinginkan, penetrasi pelarut ke dalam sampel, interaksi antara pelarut dengan sampel, dan konstanta dielektriknya, serta kinetika perpindahan massa dari proses tersebut.

Pelarut yang optimal harus memiliki selektivitas tinggi terhadap senyawa yang ingin diekstraksi dan tidak mencakup komponen matriks yang tidak diinginkan. Selain itu, pelarut yang ideal tidak bisa dipilih secara langsung, hal ini tergantung pada kapasitas pelarut untuk menyerap energi gelombang mikro dan akibat dari pemanasan sampel. Konsentrasi air yang lebih tinggi menyebabkan hasil ekstraksi menurun karena peningkatan kandungan air meningkatkan polaritas campuran ke tingkat yang tidak lagi menguntungkan untuk ekstraksi.

Parameter rasio pelarut-ke-sampel juga penting untuk dioptimalkan. Volume pelarut harus mencukupi untuk memastikan seluruh sampel terendam dalam pelarut selama seluruh proses iradiasi, terutama jika menggunakan matriks yang akan mengembang selama ekstraksi. Selain itu, volume pelarut merupakan faktor kritis yang harus diperhatikan karena terlalu

banyak pelarut pengestraksi dapat menyebabkan waktu dan energi yang lebih lama diperlukan untuk memadatkan larutan ekstraksi pada langkah selanjutnya dan proses pemurnian. Di sisi lain, pemakaian MAE dapat menyebabkan hasil yang lebih rendah karena distribusi yang tidak seragam dan paparan terhadap gelombang mikro yang tidak merata.

b. Pengaruh Waktu dan Siklus Ekstraksi

Dalam proses MAE, waktu pemanasan menjadi faktor penting yang harus dipertimbangkan. Waktu ekstraksi dalam MAE biasanya sangat singkat dibandingkan dengan teknik konvensional dan berada dalam rentang waktu beberapa menit hingga setengah jam. Hal ini bertujuan untuk menghindari kemungkinan degradasi termal dan oksidasi pada senyawa target yang sensitif terhadap pemanasan berlebih dari sistem zat terlarut-pelarut.

Overheating atau pemanasan berlebih dapat terjadi karena sifat dielektrik tinggi dari beberapa pelarut, terutama etanol dan metanol. Pengenceran lebih lanjut dengan air juga dapat meningkatkan kapasitas panas kombinasi pelarut, yang dapat menyebabkan *overheating*. Umumnya, waktu ekstraksi yang lebih lama cenderung meningkatkan hasil ekstraksi. Namun, peningkatan hasil ini ternyata sangat kecil dengan waktu yang lebih panjang.

c. Pengaruh Daya Mikrowave dan Suhu Ekstraksi

Daya gelombang mikro dan suhu dalam proses MAE sangat terkait erat. Daya gelombang mikro yang tinggi dapat meningkatkan suhu sistem secara signifikan, yang dapat berpengaruh pada hasil ekstraksi. Pada suhu yang tinggi, daya pelarut meningkat karena penurunan viskositas dan tegangan permukaan, yang memfasilitasi pelarut untuk melarutkan zat terlarut dan meningkatkan penetrasi sel pada sampel. Jika MAE dilakukan dalam bejana tertutup, suhu dapat mencapai titik didih pelarut, yang dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi dengan membantu zat terlarut desorpsi dari situs aktif dalam sel. Namun, ada suatu titik optimal untuk suhu ekstraksi terkait dengan stabilitas dan hasil senyawa target, sehingga efisiensi ekstraksi cenderung menurun dengan kenaikan suhu di atas titik optimal.

Daya gelombang mikro juga berkaitan langsung dengan jumlah sampel dan waktu ekstraksi yang diperlukan. Penambahan daya akan memberikan pemanasan lokal pada sampel, yang berperan dalam memecah sel tanaman untuk memungkinkan zat terlarut berdifusi keluar dan larut dalam pelarut. Oleh karena itu, peningkatan daya umumnya akan meningkatkan hasil ekstraksi dan memperpendek waktu ekstraksi. Namun, daya gelombang mikro yang terlalu tinggi dapat menyebabkan hasil ekstraksi yang buruk karena degradasi senyawa yang sensitif terhadap panas. Pecahnya dinding sel juga dapat terjadi dengan cepat pada suhu yang lebih tinggi saat menggunakan daya yang lebih tinggi, sehingga dapat mengakibatkan pengotor juga larut dalam pelarut bersama dengan zat terlarut yang diinginkan. Oleh karena itu, penting

untuk memilih daya MAE dengan tepat untuk meminimalkan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu yang diharapkan selama ekstraksi. Selain itu, paparan berlebih terhadap radiasi gelombang mikro, bahkan pada suhu rendah atau daya operasi rendah, dapat menyebabkan penurunan hasil ekstraksi karena kerusakan struktur kimia senyawa aktif.

d. Pengaruh Luas Permukaan Kontak dan Kadar Air

Diketahui bahwa efisiensi ekstraksi meningkat pada area permukaan kontak yang lebih besar. Partikel yang lebih halus juga memfasilitasi penetrasi gelombang mikro lebih baik. Namun, partikel yang sangat halus dapat menyebabkan beberapa masalah teknis, sehingga sering diterapkan teknik sentrifugasi atau filtrasi. Dalam langkah persiapan sampel, haluskan dan homogenkan untuk meningkatkan area kontak antara matriks dan pelarut. Ukuran partikel biasanya berada dalam kisaran 100 μ m hingga 2 mm. Pada beberapa kasus, perendaman bahan tanaman kering dalam pelarut pengestraksi sebelum ekstraksi gelombang mikro telah menghasilkan hasil yang lebih baik. Proses ini disebut ekstraksi pra-pencucian. Dalam banyak kasus, pemulihan hasil ekstraksi dapat ditingkatkan dengan meningkatkan kelembaban matriks, yang berfungsi sebagai pelarut. Kelembaban dalam matriks dipanaskan, diuapkan, dan menciptakan tekanan internal dalam sel, yang memecahkan sel dan melepaskan zat terlarut, sehingga meningkatkan hasil ekstraksi. Ketika polaritas pelarut meningkat, penambahan air memiliki efek positif pada kemampuan menyerap gelombang mikro dan memfasilitasi proses pemanasan. Selain itu, tambahan air juga mendorong hidrolisis, mengurangi risiko oksidasi senyawa.

e. Pengaruh Pengadukan

Pengadukan memiliki dampak langsung pada proses perpindahan massa dalam fase pelarut dan menghasilkan konveksi di ruang udara di atasnya. Hal ini memungkinkan tercapainya kesetimbangan antara fase air dan fase uap lebih cepat. Penggunaan pengadukan dalam ekstraksi gelombang mikro (MAE) mempercepat proses ekstraksi dengan meningkatkan desorpsi dan disolusi senyawa aktif yang terikat pada matriks sampel. Pengadukan juga membantu mengatasi kelemahan penggunaan rasio pelarut-ke-padatan (S/F) yang rendah dengan mengurangi penghalang perpindahan massa yang dihasilkan oleh zat terlarut yang kental di daerah lokal karena kurangnya pelarut yang cukup. Dalam penelitian oleh Kovács dkk, perbedaan antara suspensi yang diaduk dan tidak diaduk diamati. Penulis menemukan bahwa ketika suspensi diaduk menggunakan pengaduk magnetik, suhu mencapai nilai maksimum lebih cepat, dan perbedaan suhu di dalam setiap wadah tidak signifikan.

2.2.3 Perbandingan Ekstraksi dengan Bantuan Gelombang Mikro (MAE) dengan Teknik Ekstraksi Padat-Cair Lainnya

a. MAE dengan metode Soxhlet

Soxhlet adalah metode ekstraksi padat-cair yang telah lama menjadi standar dan acuan utama dalam mengevaluasi kinerja teknik ekstraksi padat-cair lainnya. Metode ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi. Efisiensi ekstraksi dengan metode Soxhlet sangat tergantung pada karakteristik tanaman dan ukuran partikel, karena difusi internal dapat menjadi faktor penghambat selama ekstraksi. Selain itu, suhu ekstraksi dan penguapan juga berpengaruh terhadap kualitas produk akhir.

Studi-studi telah menunjukkan bahwa Metode Ekstraksi dengan Gelombang Mikro (MAE) memungkinkan pengurangan waktu dan konsumsi pelarut, serta peningkatan hasil ekstraksi secara keseluruhan. Sebagai contoh, penelitian oleh Kaufmann dan kolega yang mengekstraksi tutup whitano dari *Lochroma gesneroides* menunjukkan penggunaan pelarut yang drastis lebih sedikit (5 ml vs 100 ml) dan waktu ekstraksi yang jauh lebih singkat (40 detik vs 6 jam) jika dibandingkan dengan metode Soxhlet.

b. MAE dengan *Supercritical Fluid Extraction (SFE)*

Penggunaan *Supercritical Fluid Extraction (SFE)* menarik karena memungkinkan zat terlarut mudah dipulihkan dan pelarut dapat didaur ulang dengan mengatur suhu dan/atau tekanan secara sederhana. Fluida superkritis memiliki densitas mirip dengan cairan, namun viskositasnya mendekati gas biasa, dan difusivitasnya sekitar dua kali lipat lebih tinggi daripada cairan konvensional.

Dari segi ekonomi, Metode Ekstraksi dengan Gelombang Mikro (MAE) lebih layak karena biaya pengaturan peralatannya moderat dan jauh lebih murah dibandingkan dengan SFE. Selain itu, MAE memiliki risiko yang lebih rendah dan tidak ada masalah keamanan utama karena sebagian besar ekstraksi dilakukan di bawah kondisi atmosfer. Sebuah penelitian oleh Hao dan rekan-rekannya membandingkan SFE dan MAE dalam mengekstraksi artemisinin dari *Artemisia annua* L. Mereka menemukan bahwa MAE menghemat banyak waktu (12 menit) dan memberikan tingkat ekstraksi yang tinggi (92,1%)

c. MAE dengan *Ultrasound-Assisted Extraction (UAE)*

UAE telah diaplikasikan dalam berbagai proses industri kimia dan makanan, teknik ini merupakan metode cepat yang mengkonsumsi sedikit energi fosil dan memungkinkan pengurangan penggunaan pelarut, sehingga menghasilkan produk yang

lebih murni dan hasil yang lebih tinggi. Mekanisme ekstraksi melibatkan dua fenomena fisik yaitu difusi melalui dinding sel dan pencucian isi sel setelah dinding sel rusak. Gelombang ultrasonik mengubah sifat fisik dan kimia bahan tanaman yang terkena, dan efek kavitasi membantu pelepasan senyawa yang dapat diekstraksi serta meningkatkan transportasi massa dengan mengganggu dinding sel tanaman. Pada ekstraksi saponin triterpen dari tanduk kuning (*Xanthoceras sorbifolia* Bunge.), MAE menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi (11,62%) dibandingkan dengan Ekstraksi dengan Bantuan Ultrasound (UEA) (6,78%) dan ekstraksi refluks (10,82%).

d. MAE dengan *Pressurized Liquid Extraction (PLE)*

Penggunaan teknik *Pressurized Liquid Extraction (PLE)* merupakan alternatif menarik karena memungkinkan ekstraksi yang cepat dan mengurangi konsumsi pelarut. PLE memungkinkan penggunaan pelarut atau campuran pelarut dengan polaritas berbeda di bawah tekanan tinggi (hingga 20 MPa), menjaga pelarut ekstraksi dalam keadaan cair, dan suhu berkisar dari suhu kamar hingga 200°C.

Pada teknik ini, pelarut bertekanan pada suhu yang ditentukan dialirkan ke dalam bejana ekstraksi yang berisi matriks sampel. Penggunaan suhu tinggi mempercepat proses ekstraksi dengan meningkatkan kelarutan analit dalam pelarut dan, oleh karena itu, meningkatkan laju kinetik desorpsi zat terlarut dari matriks sampel. Keuntungan penggunaan suhu tinggi terjadi karena pelarut tetap dalam keadaan cair jauh di atas titik didihnya, memungkinkan ekstraksi suhu tinggi. Penurunan viskositas dan tegangan permukaan dari pelarut menyebabkan peningkatan yang cukup besar dalam laju perpindahan massa. Walaupun kedua metode ekstraksi memberikan tingkat pemulihan yang baik, MAE memberikan keuntungan dalam hal penanganan sampel, biaya, waktu analisis, dan konsumsi pelarut.

2.3 Pelarut

Pelarut merupakan faktor penting yang mempengaruhi proses ekstraksi, ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam memilih jenis pelarut. Dua pertimbangan utama dalam memilih pelarut adalah pelarut tersebut memiliki daya larut yang tinggi dan aman atau tidak beracun. Sebuah zat akan larut dalam pelarut jika memiliki polaritas yang sama, misalnya zat polar seperti garam meja dan gula/sukrosa akan larut dalam pelarut polar seperti air, tetapi tidak larut dalam pelarut non polar seperti n-heksana. Sebaliknya, zat non polar seperti minyak dan lilin akan larut dalam pelarut non polar, tetapi tidak larut dalam pelarut polar.

Beberapa pelarut yang sering digunakan dalam proses ekstraksi antara lain air, etanol, etil asetat, petroleum eter, kloroform, dan n-heksana. Perlu dipilih dengan cermat pelarut yang

paling sesuai untuk ekstraksi berdasarkan sifat dan polaritas senyawa yang akan diekstraksi agar dapat mengoptimalkan hasil ekstraksi dan menjaga keamanan dalam proses ekstraksi.

2.3.1 Aquades

Aquades merupakan air yang diperoleh dari proses penyulingan yang bersifat murni sehingga terbebas dari zat-zat pengotor. Aquades berwarna bening, tidak berbau, dan tidak memiliki rasa. Aquades biasa digunakan untuk membersihkan alat-alat laboratorium dari zat pengotor, yang dapat mengganggu hasil percobaan. Aquades bersifat netral dan tidak berbahaya karena memiliki kandungan mineral yang sangat rendah. Kelemahannya adalah proses evaporasi (penguapan) memerlukan waktu lebih lama karena titik didihnya lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut lainnya.

Aquades adalah salah satu jenis pelarut yang sangat cocok untuk ekstraksi. Dikarenakan tingkat polaritasnya yang sangat tinggi, aquades memiliki efisiensi rendemen yang lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak pelarut lainnya.

Berikut adalah beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penggunaan aquades:

1. Sebagai cairan pembersih alat-alat laboratorium

Aquades sering digunakan di laboratorium sebagai bahan pembersih untuk mencuci alat-alat gelas bekas praktikum atau penelitian. Hal ini telah menjadi hal umum dalam penggunaan aquades sebagai cairan pembersih yang terhubung dengan peralatan kimia.

2. Sebagai pelarut

Selain berperan sebagai cairan pembersih, aquades juga digunakan sebagai pelarut untuk melarutkan bahan kimia padat atau serbuk menjadi cairan atau larutan. Karena aquades memiliki tingkat kelarutan yang tinggi, banyak bahan kimia padat atau serbuk yang dapat larut dalam air, sehingga membuatnya sangat cocok sebagai pelarut.

3. Pemanfaatan dalam industri

Aquades juga digunakan dalam industri sebagai pendingin mesin. Pada mesin-mesin yang beroperasi, air digunakan sebagai pendingin, dan aquades yang merupakan air murni menjadi pilihan yang cocok untuk tujuan ini.

2.3.2 Etanol

Etanol merupakan kelompok senyawa organik yang terdiri dari unsur C, H, dan O. Dalam ilmu kimia, etanol dikenal sebagai etil alkohol dengan rumus kimia C_2H_5OH . Struktur etanol mirip dengan air, namun salah satu atom hidrogen pada etanol digantikan oleh gugus alkohol, yang dikenal sebagai gugus hidroksil.

Karakteristik etanol berwujud cairan, tidak berwarna, memiliki bau khas, mudah terbakar dan menguap, serta dapat larut dalam air dalam segala perbandingan. Secara umum,

etanol digunakan sebagai pelarut untuk zat organik maupun anorganik dalam industri, termasuk bahan dasar seperti asam cuka, ester, spiritus, dan asetaldehid. Etanol yang dihasilkan melalui proses fermentasi dengan bantuan mikroba disebut bioetanol.

Etanol (C_2H_5OH) memiliki titik didih mencapai $78,32\text{ }^\circ C$, dan larut dalam air dan eter. Spesifik panas etanol pada $20\text{ }^\circ C$ adalah $0,579\text{ cal/gr}^\circ C$, sedangkan densitasnya pada $15\text{ }^\circ C$ adalah $0,7937$. Panas pembakaran pada keadaan cairannya adalah sekitar 328 Kcal , dan viskositasnya pada $20\text{ }^\circ C$ adalah $1,17\text{ cp}$. Etanol memiliki flash point sekitar $70\text{ }^\circ C$ dan berat molekul sebesar $46,07\text{ gr/mol}$. Senyawa ini terbentuk melalui reaksi fermentasi monosakarida dan bereaksi dengan asam asetat, asam sulfat, asam nitrit, serta asam ionida (Sari & Ernawati, 2017).

2.3.3 Asam Sitrat

Asam sitrat adalah jenis asam organik yang larut dalam air dan sering digunakan dalam berbagai industri seperti pangan, kosmetik, dan farmasi. Rumus kimia asam sitrat adalah $C_6H_8O_7$ atau $CH_2(COOH)-COH(COOH)-CH_2(COOH)$. Keasaman asam sitrat berasal dari tiga gugus karboksil $COOH$ yang dapat melepaskan proton dalam larutan. Ketika melepaskan proton akan terbentuk ion sitrat. Asam sitrat biasanya diproduksi dalam bentuk kristal monohidrat ($C_6H_8O_7 \cdot H_2O$), yang tak berwarna, tak berbau dan rasanya asam. Mudah larut dalam air dingin daripada dalam air panas.

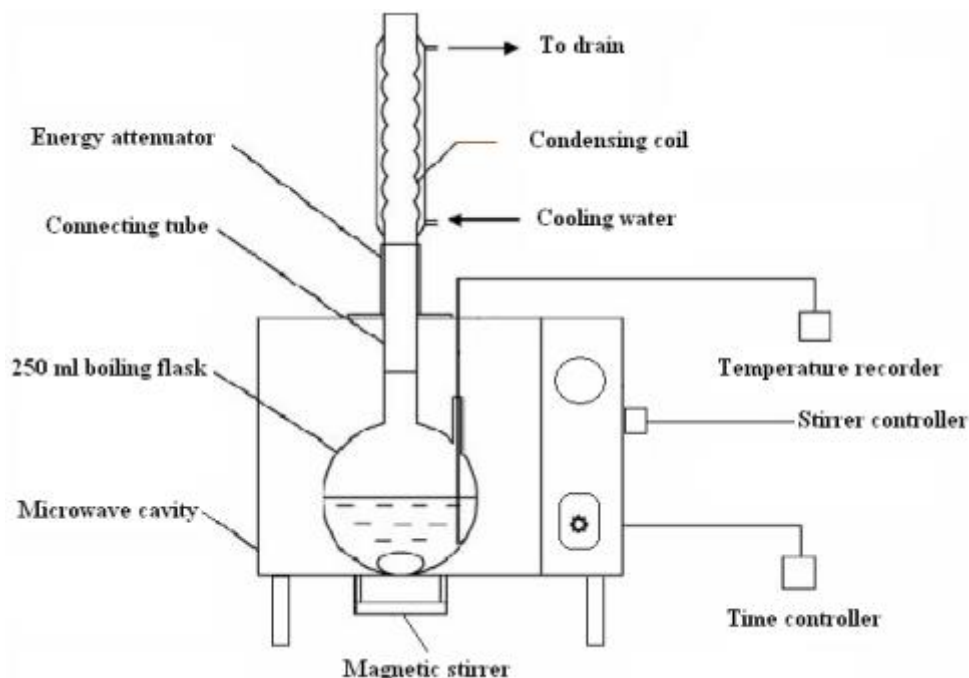
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan yang Digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian ini disajikan dalam tabel dibawah

Tabel 3. 1 Alat untuk Penelitian Ekstraksi Buah Bit

No	Nama Alat	Ukuran	Jumlah
1	Oven Gelombang Mikro	-	1
2	Labu Alas Bulat	500 ml	1
3	Gelas Beker	-	2
4	Neraca Analitik	-	1
5	Pipet	-	3
6	Kaca Arloji	-	1
7	Spektrofotometer Uv-Vis	-	1
8	Kertas Saring	-	Secukupnya
9	Gelas Ukur	-	1
10	Botol Aquades	-	1
11	Corong Pemisah	-	1
12	Kuvet	-	4
13	Erlenmayer	-	3
14	Kain Lap	-	1



Gambar 3. 1 Alat Microwave Assisted Extraction (Gharekhani, Ghorbani, and Rasoulnejad 2012)

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah bit (*Beta vulgaris L.*) sebanyak 20 gr dalam sekali percobaan yang diperoleh dari pasar buah di sekitar Tembalang,

Semarang. Bahan lainnya yaitu aquades, etanol, larutan buffer pH 1 dan buffer pH 4,5 yang diperoleh dari toko kimia Indrasari Semarang.

3.2 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini analisa data menggunakan analisa ragam (ANOVA) dua arah, yang termasuk variabel tetap adalah massa buah bit sebesar 20 gram, rasio bahan dengan pelarut 1 gr : 20 gr (b/v), dan waktu reaksi 10 menit setiap percobaan.

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian yaitu daya yang digunakan selama ekstraksi menggunakan *microwave* yaitu 200, 400, dan 600 watt. Selain itu juga divariasikan pada jenis pelarut yang digunakan yaitu aquades, etanol, dan asam sitrat 2%.

3.2.1 Tabel Rincian Variabel

Faktor I-Daya *microwave* (A) yang terdiri

A₁ : 200 watt, A₂ : 400 watt, A₃ : 600 watt

Faktor II- Pelarut (X)

X₁ : Aquades, X₂ : Etanol, X₃ : Asam Sitrat + Etanol

Tabel 3. 2 Variasi variabel bebas

Variabel	Daya <i>microwave</i> (watt)	Pelarut
A ₁ X ₁	200	Aquades
A ₁ X ₂	200	Etanol
A ₁ X ₃	200	Asam Sitrat + Etanol
A ₂ X ₁	400	Aquades
A ₂ X ₂	400	Etanol
A ₂ X ₃	400	Asam Sitrat + Etanol
A ₃ X ₁	600	Aquades
A ₃ X ₂	600	Etanol
A ₃ X ₃	600	Asam Sitrat + Etanol

3.2.2 Rancangan Percobaan

Tabel 3. 3 Rancangan Percobaan

Daya (Watt)	Pelarut		
	Aquades (X ₁)	Etanol (X ₂)	Etanol + Asam Sitrat (X ₃)
200 (A ₁)	A ₁ X ₁	A ₁ X ₂	A ₁ X ₃
400 (A ₂)	A ₂ X ₁	A ₂ X ₂	A ₂ X ₃
600 (A ₃)	A ₃ X ₁	A ₃ X ₂	A ₃ X ₃

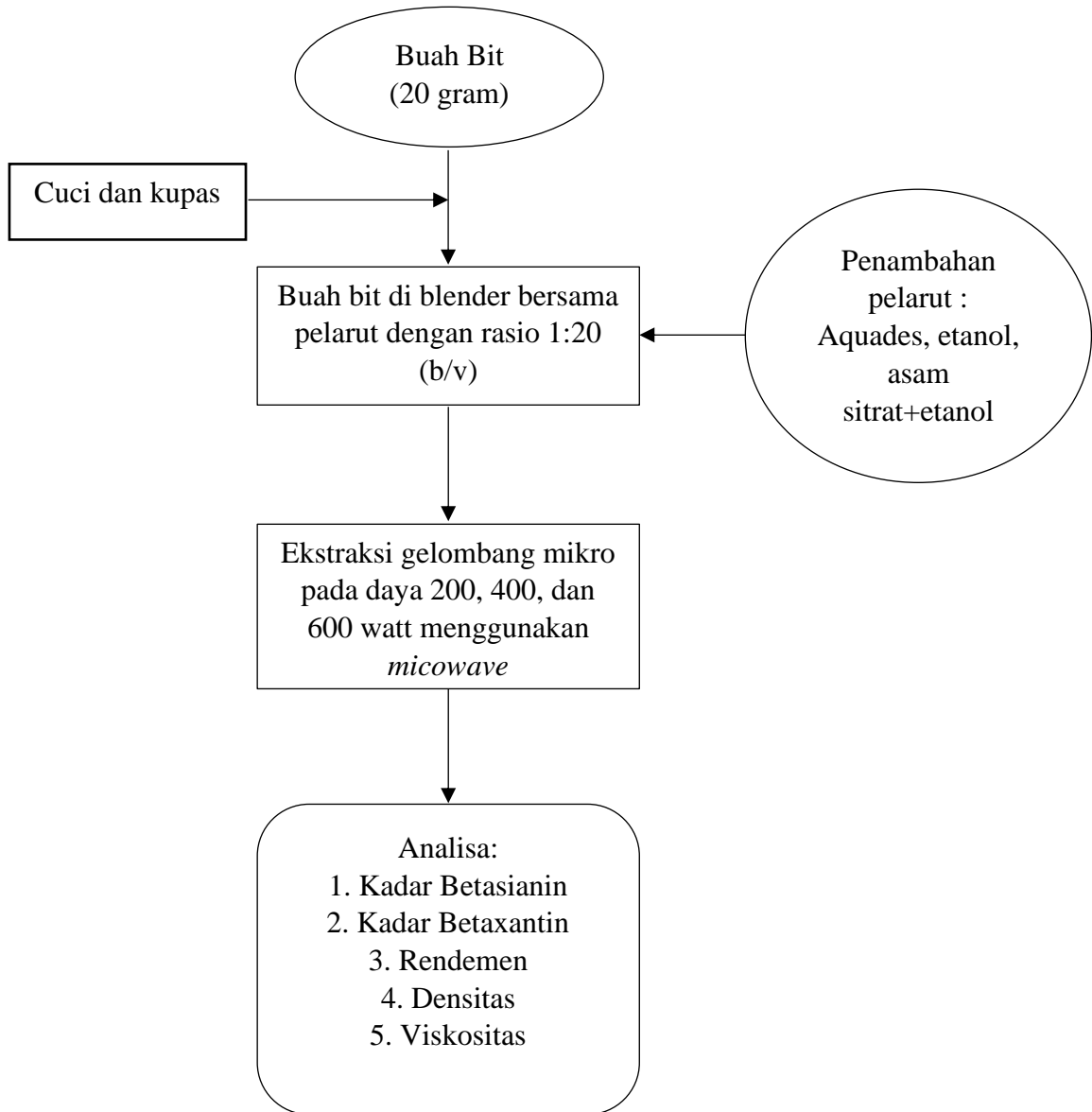
3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan meliputi dua tahapan utama yaitu tahap pra eksperimen dan tahap eksperimen. Pada tahap pra eksperimen dilakukan studi literatur dan menyiapkan alat dan bahan yang digunakan pada eksperimen. Sedangkan pada tahap eksperimen meliputi ekstraksi pati dari buah bit merah (*Beta vulgaris L.*) dan penentuan kadar betasianin dalam buah bit (*Beta vulgaris L.*). Pada tahap ekstraksi pati dari buah bit merah (*Beta vulgaris L.*) dilakukan proses persiapan bahan dengan cara mengupas buah bit merah, kemudian mencucinya hingga bersih, selanjutnya potong bit merah dengan ukuran yang kecil, kemudian buah bit merah ditimbang sebanyak 100 gram menggunakan neraca digital, setelahnya dihaluskan menggunakan blender. Kemudian campurkan buah bit yang sudah diblender dengan pelarut aquades pada perbandingan bahan dan pelarut (1:20), lalu masukkan ke dalam labu ekstraktor. Selanjutnya menyalakan alat ekstraktor gelombang mikro, atur temperatur pada 30°C yang berada pada kontrol panel microwave, tunggu waktu ekstraksi selama 10 menit, kemudian ambil sampel. Ulangi langkah-langkah percobaan diatas dengan menggunakan variabel yang berbeda, setelah selesai matikan alat ekstraktor.

Pada penentuan kadar betasianin, sebelumnya dilakukan uji kualitatif dengan menggunakan DPPH untuk mengetahui kandungan antioksidan, sehingga dapat dilannjutkan untuk uji kandungan betasianin dan betaxanthin. Tahap penentuan kadar betasianin dalam buah bit (*Beta vulgaris L.*) meliputi, pengambilan sampel ekstrak buah bit sebanyak 0,5 mL dan dilarutkan ke dalam 4,5 mL etanol, kemudian masukkan sampel yang telah diencerkan ke dalam dua buah kuvet. Tambahkan larutan buffer pH 1 dan buffer pH 4,5 pada masing-masing kuvet. Kemudian ukur absorbansi sampel pada alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 537 nm dan 500 nm.

3.3.1 Diagram Blok Porsedur Penelitian

Pada proses ekstraksi pati dari buah bit merah (*Beta vulgaris L.*) dapat dituliskan dalam diagram blok seperti pada gambar berikut :



Gambar 3. 2 Diagram skema prosedur penelitian

3.4 Analisa Hasil

3.4.1 Penentuan Kadar Betasianin dalam Buah Bit (*Beta vulgaris L.*)

Penentuan kadar betasianin dalam buah bit dapat dilakukan dengan cara mengambil sampel ekstrak buah bit sebanyak 5 ml kemudian dimasukkan ke dalam dua buah kuvet, setelah itu ukur absorbansi sampel pada alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 537 nm. Dan hitung kadar betasianin dengan rumus sebagai berikut :Berikut hitung kadar betasianin dengan rumus sebagai berikut:

Persamaan (1) sebagai berikut :

$$\text{Kadar Betasianin} \left(\frac{mg}{100g} \right) = \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul}}{\sum x L}$$

Keterangan :

Absorbansi : Nilai absorbansi pada Panjang gelombang 537 nm

Berat molekul : 550 g/mol

\sum : Koefisien absorbansi = 60.000 l/mol

L : tebal kuvet 1 cm (Nurbaya, 2018)

3.4.2 Penentuan Kadar Betaxanthin dalam Buah Bit

Pada proses penentuan kadar betaxanthin dalam buah bit (*Beta vulgaris L.*) dapat digunakan dengan cara mengambil sampel ekstrak buah bit sebanyak 5 ml kemudian dimasukkan ke dalam dua buah kuvet, setelah itu ukur absorbansi sampel pada alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 480 nm.

Persamaan (2) sebagai berikut :

$$\text{Kadar Betaxantin} \left(\frac{mg}{100g} \right) = \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul}}{\sum x L}$$

Keterangan :

Δ Absorbansi : Nilai absorbansi pada Panjang gelombang 480 nm

Berat molekul : 308 g/mol

\sum : Koefisien absorbansi = 48.000 l/mol

L : tebal kuvet 1 cm (Nurbaya, 2018)

3.4.3 Penentuan Hasil Rendemen

Rendemen dihitung berdasarkan berat yang dihasilkan (setelah seluruh pelarut diuapkan) dibandingkan dengan berat bahan yang digunakan untuk ekstraksi (basiskering) (Diba,2014).

Rumus rendemen sebagai berikut :

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat ekstrak (g)}}{\text{berat bahan (g)}} \times 100\%$$

3.4.4 Analisa Densitas

Densitas merupakan pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Rumus untuk menentukan massa jenis adalah dengan : $\rho = \frac{m}{v}$, dimana:

$$\rho = \text{massa jenis (kg/m}^3\text{)}$$

$$m = \text{massa (kg)}$$

$$v = \text{volume (m}^3\text{)}$$

3.4.5 Analisa Viskositas

Viskositas adalah sifat kekentalan suatu fluida yang mempengaruhi daya tahan suatu gaya geser. Kekentalan fluida yang mendapat perubahan baik dengan tekanan atau tegangan. Dimana fluida merupakan zat yang dapat berubah-ubah bentuk sesuai dengan bentuk adahnya dan dapat mengalir. Viskositas menunjukkan kemampuan fluida tersebut untuk tidak mengalir. Adapun persamaan yang digunakan, yaitu:

$$\mu_x = \frac{t_x d_x}{t_o d_o} \mu_o$$

Keterangan:

- μ_x = viskositas yang dicari, cP
- t_x = waktu alir fluida cair, s
- d_x = densitas fluida cair, gr/mL
- μ_o = viskositas air, cP
- t_o = waktu alir air, s
- d_o = densitas air, gr/mL

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Nilai Betasianin Buah Bit Merah (*Beta vulgaris L.*)

Buah bit merah atau *beetroot* (*Beta vulgaris L.*) merupakan sejenis sayuran yang mengandung karbohidrat dengan kadar kalori yang rendah dengan warna yang spesifik, yaitu merah keunguan yang pekat. Warna merah yang terdapat pada buah bit dikarenakan adanya pigmen gabungan antara pigmen ungu betasianin dan pigmen kuning betaxanthin (Widyaningrum dan Suhartiningsih 2014).

Pada penelitian ini, pigmen betasianin diperoleh dari proses ekstraksi buah bit merah (*Beta vulgaris L.*) menggunakan *Microwave Assisted-Extraction (MAE)*. Analisa dilakukan menggunakan spektrofotometer Uv-Vis pada panjang gelombang 537 nm. Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian yaitu massa buah bit 20 gram, rasio bahan dengan pelarut 1 : 20 (b/v), dan waktu reaksi 10 menit setiap percobaan. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian yaitu daya *microwave* sebesar 200, 400, dan 600 watt. Selain itu juga divariasikan pada jenis pelarut yang digunakan yaitu aquades, etanol, dan asam sitrat 2%.

Tabel 4. 1 Nilai Betasianin Buah Bit Merah

Variabel	Pelarut	Daya Microwave (Watt)	Absorbansi (-)	Berat Molekul (g/mol)	Σ (l/mol)	L (cm)	Nilai Uji Betasianin (mg/100 g)
A ₁ X ₁	Aquadest	200	0,1577	550	60.000	1	28,91
A ₁ X ₂	Etanol	200	0,1297	550	60.000	1	23,77
A ₁ X ₃	Etanol+As.Sitrat	200	0,1870	550	60.000	1	34,28
A ₂ X ₁	Aquadest	400	0,2100	550	60.000	1	38,68
A ₂ X ₂	Etanol	400	0,2217	550	60.000	1	40,64
A ₂ X ₃	Etanol+As.Sitrat	400	0,3233	550	60.000	1	59,28
A ₃ X ₁	Aquadest	600	0,1637	550	60.000	1	30,01
A ₃ X ₂	Etanol	600	0,3073	550	60.000	1	56,34
A ₃ X ₃	Etanol+As.Sitrat	600	0,1847	550	60.000	1	33,86

Pada variabel ekstraksi menggunakan pelarut aquades dengan daya *microwave* 200 W, 400 W, dan 600 W masing-masing diperoleh hasil nilai betasianin yaitu sebesar 26,03 mg/100 g; 36,30 mg/100 g; dan 29,64 mg/100 g. Untuk ekstraksi menggunakan pelarut etanol dengan daya *microwave* 200 W, 400 W, dan 600 W masing-masing diperoleh hasil nilai betasianin

yaitu sebesar 23,77 mg/100 g; 37,77 mg/100 g; dan 40,82 mg/100 g. Kemudian pada variabel ekstraksi menggunakan pelarut asam sitrat + etanol dengan daya microwave 200 W, 400 W, dan 600 W masing-masing diperoleh hasil nilai betasianin yaitu sebesar 32,33 mg/100 g; 59,28; dan 33,86 mg/100 g. Nilai uji betasianin yang paling tinggi yaitu pada variabel pelarut etanol + asam sitrat pada daya 400 W yakni sebesar 59,28 mg/100 g. Hal ini disebabkan karena selama pemanasan terjadi pemutusan ikatan yang menyebabkan pengurangan warna menjadi merah pucat atau berubah menjadi kuning cerah. Hal ini menunjukkan bahwa asam betalamin dan senyawa siklo-DOPA-5-O- β -glikosida (tidak berwarna) terbentuk. Pemanasan dapat menyebabkan energi kinetik elektronik meningkat sehingga elektron akan tereksitasi dan menyebabkan putusannya ikatan. Pemutusan ikatan terjadi pada atom nitrogen pusat (Moreno *et al.*, 2008).

Pada gelombang mikro sebesar 400 W untuk seluruh variabel, etanol menghasilkan kadar betasianin yang lebih besar jika dibandingkan aquades, dan penambahan asam sitrat pada etanol menghasilkan kadar betasianin yang lebih besar lagi, hal ini dikarenakan penambahan asam sitrat menyebabkan sampel menjadi asam karena senyawa betalain menjadi stabil pada pH 3-7 (Enriquez dkk, 2020)

Pada Tabel 4.1 menunjukkan hubungan antara absorbansi dengan kadar betasianin yang dihasilkan. Dimana berdasarkan hukum Lambert Beer, absorbansi merupakan ukuran dari seberapa banyak cahaya yang dapat diserap oleh sampel yang diuji. Dengan demikian, tingginya konsentrasi sampel menandakan kandungan ion yang semakin rapat sehingga cahaya yang dapat melewati sampel akan menurun dan mengakibatkan nilai absorbansi menjadi besar, begitupun sebaliknya (Hardesty & Attili, 2010). Sehingga penelitian hubungan antara nilai absorbansi dengan kadar betasianin yang dihasilkan pada penelitian ini sesuai dengan hukum Lambert Beer, dimana keduanya berbanding lurus.

4.2 Analisa Nilai Betaxanthin Buah Bit Merah (*Beta vulgaris L.*)

Nilai betaxanthin adalah nilai pigmen kuning. Hasil analisa nilai betaxanthin yang diperoleh dalam penelitian terdapat pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Nilai Betaxanthin Buah Bit Merah

Variabel	Pelarut	Daya Microwave (Watt)	Absorbansi (-)	Berat Molekul (g/mol)	Σ (l/mol)	L (cm)	Nilai Uji Betasianin (mg/100 g)
A ₁ X ₁	Aquadest	200	0,1420	308	48.000	1	18,22
A ₁ X ₂	Etanol	200	0,1100	308	48.000	1	14,12

A ₁ X ₃	Etanol+As.Sitrat	200	0,1287	308	48.000	1	16,51
A ₂ X ₁	Aquadest	400	0,1680	308	48.000	1	21,56
A ₂ X ₂	Etanol	400	0,1060	308	48.000	1	13,60
A ₂ X ₃	Etanol+As.Sitrat	400	0,2380	308	48.000	1	30,54
A ₃ X ₁	Aquadest	600	0,1450	308	48.000	1	18,61
A ₃ X ₂	Etanol	600	0,1177	308	48.000	1	15,10
A ₃ X ₃	Etanol+As.Sitrat	600	0,1510	308	48.000	1	19,38

Pada Tabel 4.2 menunjukkan hasil nilai betaxanthin yang paling besar yaitu pada variabel pelarut etanol + asam sitrat dengan daya microwave 400 W yaitu sebesar 30,54 mg/100 g. Hal ini disebabkan karena selama pemanasan terjadi pemutusan ikatan yang menyebabkan pengurangan warna menjadi merah pucat atau berubah menjadi kuning cerah. Hal ini menunjukkan bahwa asam betalaminat dan senyawa siklo-DOPA-5-O-β-glikosida (tidak berwarna) terbentuk. Pemanasan dapat menyebabkan energi kinetik elektron meningkat sehingga elektron akan tereksitasi dan menyebabkan putusanya ikatan. Pemutusan ikatan terjadi pada atom nitrogen pusat (Moreno *et al.*, 2008).

Pada Tabel 4.2 juga menunjukkan hubungan antara absorbansi dengan kadar betaxanthin yang dihasilkan. Sama seperti analisa kadar betasianin, absorbansi merupakan ukuran dari seberapa banyak cahaya yang dapat diserap oleh sampel yang diuji. Sehingga tingginya konsentrasi sampel menandakan kandungan ion yang semakin rapat sehingga cahaya yang dapat melewati sampel akan menurun dan mengakibatkan nilai absorbansi menjadi besar, begitupun sebaliknya (Hardesty & Attili, 2010). Dapat disimpulkan pada penelitian hubungan antara nilai absorbansi dengan kadar betaxanthin yang dihasilkan sesuai dengan hukum Lambert Beer, dimana keduanya berbanding lurus.

4.3 Analisa Fisikokimia

Densitas adalah salah satu sifat dasar materi yang didefinisikan sebagai massa per satuan volume dari suatu material, sedangkan viskositas merupakan kekentalan suatu fluida yang disebabkan adanya gaya gesekan antar molekul yang menyusun fluida. Rendemen merupakan perbandingan berat kering ekstrak dengan jumlah bahan baku. Nilai rendemen berkaitan dengan banyaknya kandungan bioaktif yang terkandung. Semakin tinggi rendemen maka semakin tinggi kandungan zat yang terdapat pada suatu bahan baku. Data dari hasil penelitian diperoleh nilai densitas, viskositas, dan rendemen yang disajikan dalam Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Nilai Densitas, Viskositas, dan Rendemen pada Buah Bit Merah

Variabel	Pelarut	Daya Microwave (Watt)	Densitas (gr/ml)	Viskositas (Cp)	Yield (%)
A ₁ X ₁	Aquadest	200	1,013	1,0048	4,85%
A ₁ X ₂	Etanol	200	0,899	0,8106	6,25%
A ₁ X ₃	Etanol+As.Sitrat	200	0,981	0,7961	6,10%
A ₂ X ₁	Aquadest	400	1,093	1,2320	4,56%
A ₂ X ₂	Etanol	400	0,845	0,5715	4,66%
A ₂ X ₃	Etanol+As.Sitrat	400	0,923	0,5826	4,24%
A ₃ X ₁	Aquadest	600	1,024	0,7848	5,74%
A ₃ X ₂	Etanol	600	0,912	0,5756	5,03%
A ₃ X ₃	Etanol+As.Sitrat	600	0,928	1,1297	4,49%

Dari data yang disajikan pada Tabel 4.3 diperoleh bahwa densitas bervariasi pada 0,845 gr/ml sampai 1,093 gr/ml, densitas terendah diperoleh pada variabel ekstraksi dengan pelarut etanol dan daya 400 watt, sedangkan densitas tertinggi diperoleh pada variabel ekstraksi dengan pelarut aquades dan daya 400 watt.

Nilai viskositas bervariasi sesuai dengan jenis pelarut yang digunakan. Hal ini dikarenakan pelarut dapat mengendapkan pektin (Castellar et al., 2006). Pektin yang mengalami penggumpalan tidak akan ikut tersaring saat proses penyaringan sehingga viskositas ekstrak menjadi rendah. Pektin merupakan polisakarida yang merupakan polimer dari asam D-galakturonat dengan ikatan α -1,4 glikosidik (Thirugnanasambandham et al., 2014). Letaknya terdapat di dalam dinding sel tanaman. Pektin banyak terdapat di lapisan lamela tengah yang berada di antara dinding sel primer yang saling berdampingan (Thakur et al., 1997; Chan et al., 2017). Pektin bersifat dapat larut di dalam air dan memiliki karakteristik membentuk gel (Chia dan Chong, 2015). Ketika buah bit dihaluskan, akan terjadi gaya mekanik yang menyebabkan daging buah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Hal tersebut menyebabkan pektin yang letaknya di lapisan lamela tengah menjadi keluar sehingga memproduksi slurry yang memiliki viskositas tinggi (Chia dan Chong, 2015).

Kadar rendemen bervariasi pada rentang 4,24% sampai 6,25%, rendemen paling sedikit diperoleh pada variabel etanol + asam sitrat menggunakan daya 400 W, sedang rendemen

paling banyak pada variabel etanol menggunakan daya 200 W. Hal ini disebabkan karena tingkat kepolaran senyawa yang terekstrak pada buah bit merah

4.4 Analysis of Variance (ANOVA) Two Way

Proses dalam mengolah data dengan menggunakan ANOVA dua arah diawali dengan cara analisa persebaran data. Tujuan dilakukannya analisa menurut (Pandis, 2016) persebaran data adalah untuk mengetahui bahwa data yang akan diperoleh apakah sudah tersebar rata dengan baik atau belum sehingga data bisa dilanjutkan untuk penggunaan metode ANOVA atau tidaknya.

Tabel 4. 4 Analisa Perbandingan Interaksi Bahan

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Betacyanin Content						
Sample	1370.0412	2	685.02059	34392.562	5.7409E-33	3.5545571
Columns	490.05747	2	245.02873	12302.062	5.9638E-29	3.5545571
Interaction	1665.3708	4	416.3427	20903.156	9.9102E-33	2.9277442
Within	0.3585185	18	0.0199177			
Total	3525.828	26				
Betaxanthin Content						
Sample	153.7526	2	76.87632	15753.87	6.45E-30	3.554557
Columns	288.2421	2	144.1211	29534	2.26E-32	3.554557
Interaction	199.4584	4	49.8646	10218.5	6.2E-30	2.927744
Within	0.087837	18	0.00488			
Total	641.541	26				

Perlakuan dengan daya microwave 200, 400, dan 600 watt memiliki rata-rata nilai yang berturut-turut adalah 28.98704, 46.2, dan 40.06852. Berdasarkan nilai F-hitung yang diperoleh, yaitu 2.92774, yang lebih besar dari nilai F-kritis sebesar 2.38877, maka hipotesis alternatif (H_a) yang menyatakan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai pada perlakuan dengan daya microwave 200, 400, dan 600 watt diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa daya microwave berpengaruh secara signifikan terhadap rata-rata nilai. Pengaruh daya microwave terhadap rata-rata nilai dapat dijelaskan dengan teori bahwa daya microwave yang lebih tinggi menghasilkan energi yang lebih besar. Energi yang lebih besar ini akan menyebabkan pemanasan yang lebih cepat dan lebih merata, sehingga ekstraksi akan berlangsung lebih efisien. Hal ini menyebabkan diperolehnya rata-rata nilai yang lebih tinggi.

Rata-rata nilai tertinggi terdapat pada perlakuan dengan daya microwave 600 watt, diikuti oleh daya microwave 400 watt, dan daya microwave 200 watt. Hal ini dapat dijelaskan

dengan teori bahwa daya microwave yang lebih tinggi menghasilkan energi yang lebih besar. Energi yang lebih besar ini akan menyebabkan pemanasan yang lebih cepat dan lebih merata, sehingga ekstraksi akan berlangsung lebih efisien. Hal ini menyebabkan diperolehnya rata-rata nilai yang lebih tinggi. Secara umum, dapat disimpulkan bahwa daya microwave berpengaruh secara signifikan terhadap rata-rata nilai. Daya microwave yang lebih tinggi menghasilkan rata-rata nilai yang lebih tinggi pula.

Sedangkan variasi pelarut tidak berpengaruh secara signifikan terhadap rata-rata nilai. Hal ini terlihat dari nilai F-hitung yang diperoleh, yaitu 0.588527, yang lebih kecil dari nilai F-kritis sebesar 6.944272. Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) yang menyatakan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai pada pelarut aquades, etanol, dan asam sitrat diterima. Hal ini dapat dijelaskan dengan teori bahwa pelarut yang berbeda memiliki kemampuan untuk melarutkan senyawa-senyawa tertentu dengan baik. Namun, untuk rata-rata nilai yang diamati dalam penelitian ini, perbedaan kemampuan pelarut untuk melarutkan senyawa-senyawa tersebut tidak cukup signifikan untuk menghasilkan perbedaan yang signifikan pada rata-rata nilai.

Kemudian pada ekstraksi betaxanthin dari buah bit, daya microwave yang digunakan berpengaruh terhadap yield ekstraksi. Semakin tinggi daya microwave, semakin tinggi yield ekstraksi. Hal ini disebabkan karena daya microwave yang tinggi akan menghasilkan suhu yang lebih tinggi, sehingga proses ekstraksi akan berlangsung lebih cepat dan efisien, hal ini terjadi karena peningkatkan difusi pelarut ke dalam matriks bahan, kontak yang tinggi antara pelarut dan senyawa-senyawa akan meningkatkan proses ekstraksi

Variasi pelarut juga berpengaruh terhadap yield ekstraksi. Pelarut yang lebih polar akan lebih efektif dalam mengekstraksi senyawa-senyawa yang polar, hal ini dikarenakan interaksi yang lebih mudah antara pelarut dan senyawa-senyawa akan meningkatkan proses ekstraksi. Pada gambar tersebut, terlihat bahwa yield ekstraksi tertinggi adalah pada variabel pelarut etanol+asam sitrat dengan daya 400 W, yaitu sebesar 30,54 mg/100 g

Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa daya microwave dan variasi pelarut berpengaruh terhadap yield ekstraksi. Semakin tinggi daya microwave dan semakin polar pelarut yang digunakan, maka semakin tinggi yield ekstraksi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini menggunakan metode ekstraksi Microwave Assisted Extraction (MAE) karena prosesnya lebih cepat. Hal ini dikarenakan, perpindahan massa dan panas dari gelombang mikro menuju material bahan padat menyebabkan peningkatan panas dan absorpsi energi gelombang mikro yang lebih selektif. Analisa yang dilakukan pada penelitian ini yaitu analisa Spektrofotometer UV-Vis. Hubungan antara absorbansi dengan kadar betasianin dan betaxanthin adalah berbanding lurus. Artinya, semakin tinggi nilai absorbansi, maka semakin tinggi pula kadar betasianin dan betaxanthin yang dihasilkan.

Dari penelitian ini, MAE terbukti menjadi cara ekstraksi betacyanin dan betaxanthin dari buah bit merah. Penambahan asam sitrat meningkatkan kadar betasianin, dan daya microwave secara signifikan mempengaruhi kandungan betacyanin, variabel asam sitrat+etanol pada daya 600W menghasilkan 59,28 mg/100g betasianin sementara pada daya 400 W menghasilkan 40,64 mg/100g betasianin. Daya microwave yang lebih tinggi menghasilkan kandungan betacyanin rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan daya yang lebih rendah. Jenis pelarut tidak secara signifikan mempengaruhi kandungan betacyanin, hal ini seperti pada sampel asam sitrat+etanol pada daya 400 W menghasilkan betaxanthin 30,54 mg/100g dibandingkan variabel aquades pada daya 200 W menghasilkan 18,22 mg/100g. Ketiga pelarut yang digunakan menunjukkan kinerja yang serupa dalam mengekstrak betacyanin. Daya microwave dan polaritas pelarut mempengaruhi kandungan betaxanthin. Daya microwave yang lebih tinggi dan pelarut yang lebih polar meningkatkan efisiensi ekstraksi betaxanthin.

5.2 Saran

Dalam penelitian masih keterbatasan alat yang digunakan belum maksimal, analisa masih dilakukan secara individu sehingga memungkinkan terjadinya human eror, serta hasil yang didapat pada penelitian ini kurang maksimal karena beberapa faktor di antaranya alat yang digunakan belum maksimal, proses ekstraksi yang terbilang belum optimal serta kesulitan untuk menentukan temperatur kondisi operasi menyebabkan kadar pigmen betasianin dan betaxanthin tidak terekstrak secara maksimal, oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat mempertimbangkan kondisi operasi dan analisa agar didapatkan kadar betasianin dan betaxanthin yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Bastos, E.L.; Gonçalves, L.C.P. (2017). Microwave-Assisted extraction of betalains. In *Water Extraction of Bioactive Compounds: From Plants to Drug Development*; González, H.D., Muñoz, M.J.G., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, pp. 245–267
- Cardoso-Ugarte, G.A.; Sosa-Morales, M.E.; Ballard, T.; Liceaga, A.; San Martín-González, M.F. (2014). Microwave-Assisted extraction of betalains from red beet (*Beta vulgaris*). *LWT Food Sci. Technol.* 59, 276–282.
- Castro-Enríquez, D.D.; Montañón-Leyva, B.; Del Toro-Sánchez, C.L.; Juárez-Onofre, J.E.; Carvajal-Millan, E.; Burruel-Ibarra, S.E.; Tapia-Hernández, J.A.; Barreras-Urbina, C.G.; Rodríguez-Félix, F. Stabilization of Betalains by Encapsulation—A Review. *J. Food Sci. Technol.* 2020, 57, 1587–1600.
- Ceclu, L., and Nistor, O. V. (2020). Red Beetroot: Composition and Health Effects - A Review. *J. Nutri Med Diet Care.* 6:043
- Coy-Barrera, E. (2020). Analysis of betalains (betacyanins and betaxanthins). Chapter 17 : *Recent Advances in Natural Products Analysis*
- Fu, Y.; Shi, J.; Xie, S.Y.; Zhang, T.Y.; Soladoye, O.P.; Aluko, R.E. (2020). Red Beetroot Betalains: Perspectives on Extraction, Processing, and Potential Health Benefits. *J. Agric. Food Chem.* 68, 11595–11611.
- Gharekhani, M., M. Ghorbani, and N. Rasoulnejad. (2012). “MICROWAVE-ASSISTED EXTRACTION OF PHENOLIC AND FLAVONOID COMPOUNDS FROM *Eucalyptus Camaldulensis* Dehn LEAVES AS COMPARED WITH ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION.” *Latin American Applied Research* 42(July):305–310.
- Hardesty, J. H., & Attili, B. (2010). *Spectrophotometry and the Beer-Lambert Law: An Important Analytical Technique in Chemistry* (p. 49).
- Lazăr (Mistrieanu), Silvia, Oana Emilia Constantin, Nicoleta Stănciuc, Iuliana Aprodu, Constantin Croitoru, and Gabriela Râpeanu. 2021. "Optimization of Betalain Pigments Extraction Using Beetroot by-Products as a Valuable Source" *Inventions* 6, no. 3: 50.
- Lembong, E., & Utama, G. L. (2021). Potensi pewarna dari bit merah (*Beta vulgaris* L.) sebagai Antioksidan. *Jurnal Agercolere*, 3(1), 7–13.
- Ninfali, P.; Angelino, D. (2013). Nutritional and functional potential of *Beta vulgaris* cicla and rubra. *Fitoterapia*, 89, 188–199.
- Nurbaya, S. R., Putri, W. D. R., & Murtini, E. S. (2018). PENGARUH CAMPURAN PELARUT AQUADES-ETANOL TERHADAP KARAKTERISTIK EKSTRAK

- BETASIANIN DARI KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 19(3), 153–160.
- Petrucci, Ralph H. 1987. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Righi Pessoa da Silva, H., da Silva, C., & Bolanho, B. C. (2018). Ultrasonic-assisted extraction of betalains from red beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Food Process Engineering*, 41(6).
- Polturak, G., and Aharoni, A. (2018). “La Vie en Rose”: Biosynthesis, Sources, and Applications of Betalain Pigments. *Molecular Plant* 11, 7–22.
- Purnami, G. A. I., Puspawati, G. ayu K. D., & Pratiwi, I. D. P. K. (2022). Pengaruh Jenis Pelarut dan Waktu Ekstraksi pada Metode Microwave Assited Extraction Terhadap Karakteristik Pewarna Ekstrak Kulit Buah Naga Kuning (*Selenicereus megalanthus*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 11(2), 309–321.
- Sari, N. M. I., Hudha, A. M., & Prihanta, W. (2016). UJI KADAR BETASIANIN PADA BUAH BIT (*Beta Vulgaris* L.) DENGAN PELARUT ETANOL DAN PENGEMBANGANNYA SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI. *JURNAL PENDIDIKAN BIOLOGI INDONESIA*, 2, 72–77.
- Seoane, P.R.; Flórez-Fernández, N.; Piñeiro, E.C.; González, H.D. (2017). Microwave-assisted water extraction. In *Water Extraction of Bioactive Compounds: From Plants to Drug Development*; González, H.D., Muñoz, M.J.G., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, pp. 163–198.
- Setiawan, M. A. W., Nugroho, E. K., & Lestario, L. N. (2015). EKSTRAKSI BETASIANIN DARI KULIT UMBI BIT(*Beta vulgaris*) SEBAGAI PEWARNA ALAMI. *AGRIC*, 27(1), 38–43.
- Singh, A., Ganesapillai, M., & Gnanasundaram, N. (2017). Optimizaton of extraction of betalain pigments from beta vulgaris peels by microwave pretreatment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 263(3)..
- S.J. Calva-Estrada, M. Jim´enez-Fern´andez , E. Lugo-Cervantes. (2022). Betalains and their applications in food: The current state of processing, stability and future opportunities in the industry. *Food Chemistry: Molecular Sciences* 4 100089
- Slavov, A.; Karagyozov, V.; Denev, P.; Kratchanova, M.; Kratchanov, C. (2013). Antioxidant activity of red beet juices obtained after microwave and thermal pretreatments. *Czech J. Food Sci.* 31, 139–147.

- Spórna-Kucab, A., Tekieli, A., Grzegorzczak, A., Swiatek, L., Boguszevska, A., and Skalicka-Woźniak, K. (2023). Betaxanthin Profiling in Relation to the Biological Activities of Red and Yellow Beta vulgaris L. Extracts, 13, 408
- Veggi, P. C., Martinez, J., & Meireles, M. A. A. (2013). Fundamentals of microwave extraction. Dalam *Food Engineering Series* (hlm. 15–52). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4830-3_2
- Yuan, Y.; Zhang, J.; Fan, J.; Clark, J.; Shen, P.; Li, Y.; Zhang, C. (2018). Microwave assisted extraction of phenolic compounds from four economic brown macroalgae species and evaluation of their antioxidant activities and inhibitory effects on α -amylase, α -glucosidase, pancreatic lipase and tyrosinase. *Food Res. Int.* 113, 288–297.
- Zin, M. M., Anucha, C. B., & Bánvölgyi, S. (2020). Recovery of phytochemicals via electromagnetic irradiation (Microwave-Assisted-Extraction): Betalain and phenolic compounds in perspective. *Foods* (Vol. 9, No 7). MDPI AG.

LAMPIRAN I DATA PENELITIAN

L.1.1 Komposisi Data Penelitian

- a. Buah Bit Merah : 20 gram
- b. Lama ekstraksi : 10 menit
- c. Rasio bahan dengan pelarut 1 : 20 (b/v)
- d. Daya ekstraksi : - 200 watt
- 400 watt
- 600 watt
- e. Pelarut : - Aquadest
- Etanol
- Etanol + Asam sitrat

L.1.2 Data Keseluruhan Uji Penelitian

Tabel L.1.1 Data Uji Penelitian

Varia bel	Pelarut	Daya Microwa ve (Watt)	Uji Betasiani n (mg/ 100g)	Uji Betaxant hin (mg/ 100g)	Uji Rendem en	Uji Densit as (gr/ml)	Uji Viskosit as (cP)
A ₁ X ₁	Aquadest	200	28,91	18,22	4,85%	1,013	1,0048
A ₁ X ₂	Etanol	200	23,77	14,12	6,25%	0,899	0,8106
A ₁ X ₃	Etanol+As.Sitrat	200	34,28	16,51	6,10%	0,981	0,7961
A ₂ X ₁	Aquadest	400	38,68	21,56	4,56%	1,093	1,2320
A ₂ X ₂	Etanol	400	40,64	13,60	4,66%	0,845	0,5715
A ₂ X ₃	Etanol+As.Sitrat	400	59,28	30,54	4,24%	0,923	0,5826
A ₃ X ₁	Aquadest	600	30,01	18,61	5,74%	1,024	0,7848
A ₃ X ₂	Etanol	600	56,34	15,10	5,03%	0,912	0,5756
A ₃ X ₃	Etanol+As.Sitrat	600	33,86	19,38	4,49%	0,928	1,1297

L.1.3 Uji Nilai Betasianin

L.1.3.1 Data Uji Nilai Betasianin

Tabel L.1.2 Data Nilai Uji Betasianin

Variabel	Pelarut	Daya Microwave (Watt)	Absorbansi (-)	Berat Molekul (g/mol)	Σ (l/mol)	L (cm)	Nilai Uji Betasianin (mg/100 g)
A ₁ X ₁	Aquadest	200	0,1577	550	60.000	1	28,91
A ₁ X ₂	Etanol	200	0,1297	550	60.000	1	23,77
A ₁ X ₃	Etanol+As.Sitrat	200	0,1870	550	60.000	1	34,28
A ₂ X ₁	Aquadest	400	0,2100	550	60.000	1	38,68
A ₂ X ₂	Etanol	400	0,2217	550	60.000	1	40,64

A ₂ X ₃	Etanol+As.Sitrat	400	0,3233	550	60.000	1	59,28
A ₃ X ₁	Aquadest	600	0,1637	550	60.000	1	30,01
A ₃ X ₂	Etanol	600	0,3073	550	60.000	1	56,34
A ₃ X ₃	Etanol+As.Sitrat	600	0,1847	550	60.000	1	33,86

L.1.3.2 Perhitungan Uji Nilai Betasianin

Menghitung kadar betasianin dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Betasianin} \left(\frac{mg}{100g} \right) = \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\sum x L}$$

Keterangan :

Absorbansi : Nilai absorbansi pada Panjang gelombang 537 nm

Berat molekul : 550 g/mol

\sum : Koefisien absorbansi = 60.000 l/mol

L : tebal kuvet 1 cm

a) Nilai Betasianin dengan daya microwave 200 watt dan pelarut aquades

$$\begin{aligned} \text{Kadar Betasianin} \left(\frac{mg}{100g} \right) &= \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\sum x L} \\ &= \frac{0,1577 \times 20 \times 550 \times 1000}{60.000 \times 1} \\ &= 28,91 \text{ mg/100 g} \end{aligned}$$

b) Nilai Betasianin dengan daya microwave 200 watt dan pelarut etanol

$$\begin{aligned} \text{Kadar Betasianin} \left(\frac{mg}{100g} \right) &= \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\sum x L} \\ &= \frac{0,1297 \times 20 \times 550 \times 1000}{60.000 \times 1} \\ &= 23,77 \text{ mg/100 g} \end{aligned}$$

c) Nilai Betasianin dengan daya microwave 200 watt dan pelarut etanol + asam sitrat

$$\begin{aligned} \text{Kadar Betasianin} \left(\frac{mg}{100g} \right) &= \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\sum x L} \\ &= \frac{0,1870 \times 20 \times 550 \times 1000}{60.000 \times 1} \\ &= 34,28 \text{ mg/100 g} \end{aligned}$$

d) Nilai Betasianin dengan daya microwave 400 watt dan pelarut aquades

$$\text{Kadar Betasianin} \left(\frac{mg}{100g} \right) = \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\sum x L}$$

$$= \frac{0,2110 \times 20 \times 550 \times 1000}{60.000 \times 1}$$

$$= 38,68 \text{ mg/100 g}$$

e) Nilai Betasianin dengan daya microwave 400 watt dan pelarut etanol

$$\text{Kadar Betasianin} \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right) = \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\sum x L}$$

$$= \frac{0,2217 \times 20 \times 550 \times 1000}{60.000 \times 1}$$

$$= 40,64 \text{ mg/100 g}$$

f) Nilai Betasianin dengan daya microwave 400 watt dan pelarut etanol + asam sitrat

$$\text{Kadar Betasianin} \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right) = \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\sum x L}$$

$$= \frac{0,3233 \times 20 \times 550 \times 1000}{60.000 \times 1}$$

$$= 59,28 \text{ mg/100 g}$$

g) Nilai Betasianin dengan daya microwave 600 watt dan pelarut aquades

$$\text{Kadar Betasianin} \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right) = \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\sum x L}$$

$$= \frac{0,1637 \times 20 \times 550 \times 1000}{60.000 \times 1}$$

$$= 30,01 \text{ mg/100 g}$$

h) Nilai Betasianin dengan daya microwave 600 watt dan pelarut etanol

$$\text{Kadar Betasianin} \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right) = \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\sum x L}$$

$$= \frac{0,3073 \times 20 \times 550 \times 1000}{60.000 \times 1}$$

$$= 56,34 \text{ mg/100 g}$$

i) Nilai Betasianin dengan daya microwave 600 watt dan pelarut etanol + asam sitrat

$$\text{Kadar Betasianin} \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right) = \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\sum x L}$$

$$= \frac{0,1847 \times 20 \times 550 \times 1000}{60.000 \times 1}$$

$$= 33,86 \text{ mg/100 g}$$

L.1.4 Uji Nilai Betaxanthin

L.1.4.1 Data Uji Nilai Betaxanthin

Tabel L.1.3 Data Nilai Uji Betaxanthin

Variabel	Pelarut	Daya Microwave (Watt)	Absorbansi (-)	Berat Molekul (g/mol)	Σ (l/mol)	L (cm)	Nilai Uji Betasianin (mg/100 g)
A ₁ X ₁	Aquadest	200	0,1420	308	48.000	1	18,22
A ₁ X ₂	Etanol	200	0,1100	308	48.000	1	14,12
A ₁ X ₃	Etanol+As.Sitrat	200	0,1287	308	48.000	1	16,51
A ₂ X ₁	Aquadest	400	0,1680	308	48.000	1	21,56
A ₂ X ₂	Etanol	400	0,1060	308	48.000	1	13,60
A ₂ X ₃	Etanol+As.Sitrat	400	0,2380	308	48.000	1	30,54
A ₃ X ₁	Aquadest	600	0,1450	308	48.000	1	18,61
A ₃ X ₂	Etanol	600	0,1177	308	48.000	1	15,10
A ₃ X ₃	Etanol+As.Sitrat	600	0,1510	308	48.000	1	19,38

L.1.4.2 Perhitungan Nilai Betaxanthin

Menghitung kadar dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Betaxanthin} \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right) = \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\Sigma x L}$$

Keterangan :

Absorbansi : Nilai absorbansi pada panjang gelombang 470 nm

Berat molekul : 308 g/mol

Σ : Koefisien absorbansi = 48.000 l/mol

L : tebal kuvet 1 cm

a.) Nilai Betaxanthin dengan daya microwave 200 watt dan pelarut aquades

$$\begin{aligned} \text{Kadar Betaxanthin} \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right) &= \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\Sigma x L} \\ &= \frac{0,1420 \times 20 \times 308 \times 1000}{48.000 \times 1} \\ &= 18,22 \text{ mg/100 g} \end{aligned}$$

b.) Nilai Betaxanthin dengan daya microwave 200 watt dan pelarut etanol

$$\begin{aligned} \text{Kadar Betaxanthin} \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right) &= \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\Sigma x L} \\ &= \frac{0,1100 \times 20 \times 308 \times 1000}{48.000 \times 1} \end{aligned}$$

$$48.000 \times 1$$

$$= 14,12 \text{ mg}/100 \text{ g}$$

c.) Nilai Betaxanthin dengan daya microwave 200 watt dan pelarut etanol + asam sitrat

$$\text{Kadar Betaxanthin } \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right)$$

$$= \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\sum x L}$$

$$= \frac{0,1287 \times 20 \times 308 \times 1000}{48.000 \times 1}$$

$$= 16,51 \text{ mg}/100 \text{ g}$$

d.) Nilai Betaxanthin dengan daya microwave 400 watt dan pelarut aquades

$$\text{Kadar Betaxanthin } \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right)$$

$$= \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\sum x L}$$

$$= \frac{0,1680 \times 20 \times 308 \times 1000}{48.000 \times 1}$$

$$= 21,56 \text{ mg}/100 \text{ g}$$

e.) Nilai Betaxanthin dengan daya microwave 400 watt dan pelarut etanol

$$\text{Kadar Betaxanthin } \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right)$$

$$= \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\sum x L}$$

$$= \frac{0,1060 \times 20 \times 308 \times 1000}{48.000 \times 1}$$

$$= 13,60 \text{ mg}/100 \text{ g}$$

f.) Nilai Betaxanthin dengan daya microwave 400 watt dan pelarut etanol + asam sitrat

$$\text{Kadar Betaxanthin } \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right)$$

$$= \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\sum x L}$$

$$= \frac{0,2380 \times 20 \times 308 \times 1000}{48.000 \times 1}$$

$$= 30,54 \text{ mg}/100 \text{ g}$$

g.) Nilai Betaxanthin dengan daya microwave 600 watt dan pelarut aquades

$$\text{Kadar Betaxanthin } \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right)$$

$$= \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\sum x L}$$

$$= \frac{0,1450 \times 20 \times 308 \times 1000}{48.000 \times 1}$$

$$= 18,61 \text{ mg/100 g}$$

h.) Nilai Betaxanthin dengan daya microwave 600 watt dan pelarut etanol

$$\text{Kadar Betaxanthin} \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right)$$

$$= \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\sum x L}$$

$$= \frac{0,1177 \times 20 \times 308 \times 1000}{48.000 \times 1}$$

$$= 15,10 \text{ mg/100 g}$$

i.) Nilai Betaxanthin dengan daya microwave 600 watt dan pelarut etanol + asam sitrat

$$\text{Kadar Betaxanthin} \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right)$$

$$= \frac{\text{Absorbansi} \times \text{Faktor pengenceran} \times \text{Berat molekul} \times 1000}{\sum x L}$$

$$= \frac{0,1510 \times 20 \times 308 \times 1000 \times 1000}{48.000 \times 1}$$

$$= 19,38 \text{ mg/100 g}$$

L.1.5 Perhitungan Densitas, Viskositas, dan Rendemen

L.1.5.1 Data Uji Densitas, Viskositas, dan Rendemen

Tabel L.1.4 Data uji Densitas, Viskositas, dan Rendemen

Variabel	Pelarut	Daya Microwave (Watt)	Densitas (gr/ml)	Viskositas (Cp)	Yield (%)
A ₁ X ₁	Aquadest	200	1,013	1,0048	4,85%
A ₁ X ₂	Etanol	200	0,899	0,8106	6,25%
A ₁ X ₃	Etanol+As.Sitrat	200	0,981	0,7961	6,10%
A ₂ X ₁	Aquadest	400	1,093	1,2320	4,56%
A ₂ X ₂	Etanol	400	0,845	0,5715	4,66%
A ₂ X ₃	Etanol+As.Sitrat	400	0,923	0,5826	4,24%
A ₃ X ₁	Aquadest	600	1,024	0,7848	5,74%
A ₃ X ₂	Etanol	600	0,912	0,5756	5,03%
A ₃ X ₃	Etanol+As.Sitrat	600	0,928	1,1297	4,49%

L.1.5.2 Perhitungan Densitas

Menghitung nilai densitas dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan :

ρ = massa jenis (kg/m³)

m = massa (kg)

v = volume (m³)

a) Perhitungan densitas pada daya microwave 200 watt dan pelarut aquades

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{10,13}{10}$$

$$\rho = 1,013 \text{ gr/ml}$$

b) Perhitungan densitas pada daya microwave 200 watt dan pelarut etanol

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{8,99}{10}$$

$$\rho = 0,899 \text{ gr/ml}$$

c) Perhitungan densitas pada daya microwave 200 watt dan pelarut etanol + as.sitrat

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{9,81}{10}$$

$$\rho = 0,981 \text{ gr/ml}$$

d) Perhitungan densitas pada daya microwave 400 watt dan pelarut aquades

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{10,93}{10}$$

$$\rho = 1,093 \text{ gr/ml}$$

e) Perhitungan densitas pada daya microwave 400 watt dan pelarut etanol

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{8,45}{10}$$

$$\rho = 0,845 \text{ gr/ml}$$

f) Perhitungan densitas pada daya microwave 400 watt dan pelarut etanol + as.sitrat

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{9,23}{10}$$

$$\rho = 0,923 \text{ gr/ml}$$

g) Perhitungan densitas pada daya microwave 600 watt dan pelarut aquades

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{10,24}{10}$$

$$\rho = 1,024 \text{ gr/ml}$$

h) Perhitungan densitas pada daya microwave 600 watt dan pelarut etanol

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{9,12}{10}$$

$$\rho = 0,912 \text{ gr/ml}$$

i) Perhitungan densitas pada daya microwave 600 watt dan pelarut etanol + as.sitrat

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{9,28}{10}$$

$$\rho = 0,928 \text{ gr/ml}$$

L.1.5.3 Perhitungan Viskositas

Menghitung nilai viskositas dengan rumus sebagai berikut :

$$\mu_x = \frac{t_x d_x}{t_o d_o} \mu_o$$

Keterangan:

- μ_x = viskositas yang dicari, cP
- t_x = waktu alir fluida cair, s
- d_x = densitas fluida cair, gr/mL
- μ_o = viskositas air, cP
- t_o = waktu alir air, s
- d_o = densitas air, gr/mL

a) Perhitungan viskositas pada daya microwave 200 watt dan pelarut aquades

$$\mu_x = \frac{t_x d_x}{t_o d_o} \mu_o$$

$$\mu_x = \frac{0,22 \times 1,013}{0,2 \times 0,997} \times 0,899$$

$$\mu_x = 1,0048 \text{ cP}$$

b) Perhitungan viskositas pada daya microwave 200 watt dan pelarut etanol

$$\mu_x = \frac{t_x d_x}{t_o d_o} \mu_o$$

$$\mu_x = \frac{0,2 \times 0,899}{0,2 \times 0,997} \times 0,899$$

$$\mu_x = 0,8106 \text{ cP}$$

c) Perhitungan viskositas pada daya microwave 200 watt dan pelarut etanol + as.sitrat

$$\mu_x = \frac{t_x d_x}{t_o d_o} \mu_o$$

$$\mu_x = \frac{0,18 \times 0,981}{0,2 \times 0,997} \times 0,899$$

$$\mu_x = 0,7961 \text{ cP}$$

- d) Perhitungan viskositas pada daya microwave 400 watt dan pelarut aquades

$$\mu_x = \frac{t_x d_x}{t_o d_o} \mu_o$$

$$\mu_x = \frac{0,25 \times 1,093}{0,2 \times 0,997} \times 0,899$$

$$\mu_x = 1,2320 \text{ cP}$$

- e) Perhitungan viskositas pada daya microwave 400 watt dan pelarut etanol

$$\mu_x = \frac{t_x d_x}{t_o d_o} \mu_o$$

$$\mu_x = \frac{0,25 \times 0,845}{0,2 \times 0,997} \times 0,899$$

$$\mu_x = 0,9524 \text{ cP}$$

- f) Perhitungan viskositas pada daya microwave 400 watt dan pelarut etanol + as.sitrat

$$\mu_x = \frac{t_x d_x}{t_o d_o} \mu_o$$

$$\mu_x = \frac{0,24 \times 0,923}{0,2 \times 0,997} \times 0,899$$

$$\mu_x = 0,9987 \text{ cP}$$

- g) Perhitungan viskositas pada daya microwave 600 watt dan pelarut aquades

$$\mu_x = \frac{t_x d_x}{t_o d_o} \mu_o$$

$$\mu_x = \frac{0,12 \times 1,024}{0,2 \times 0,997} \times 0,899$$

$$\mu_x = 0,7848 \text{ cP}$$

- h) Perhitungan viskositas pada daya microwave 600 watt dan pelarut etanol

$$\mu_x = \frac{t_x d_x}{t_o d_o} \mu_o$$

$$\mu_x = \frac{0,24 \times 0,912}{0,2 \times 0,997} \times 0,899$$

$$\mu_x = 0,9868 \text{ cP}$$

- i) Perhitungan viskositas pada daya microwave 600 watt dan pelarut etanol + as.sitrat

$$\mu_x = \frac{t_x d_x}{t_o d_o} \mu_o$$

$$\mu_x = \frac{0,27 \times 0,928}{0,2 \times 0,997} \times 0,899$$

$$\mu_x = 1,1297 \text{ cP}$$

L.1.5.4 Perhitungan Rendemen

Menghitung nilai rendemen menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat ekstrak (g)}}{\text{berat bahan (g)}} \times 100\%$$

- a) Perhitungan rendemen pada daya microwave 200 watt dan pelarut aquades

$$\begin{aligned}\text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{berat ekstrak (g)}}{\text{berat bahan (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{10,66 - 10,5}{3,3} \times 100\% \\ &= \frac{0,16}{3,3} \times 100\% \\ &= 4,85 \%\end{aligned}$$

- b) Perhitungan rendemen pada daya microwave 200 watt dan pelarut etanol

$$\begin{aligned}\text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{berat ekstrak (g)}}{\text{berat bahan (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{10,51 - 10,33}{2,88} \times 100\% \\ &= \frac{0,18}{2,88} \times 100\% \\ &= 6,25 \%\end{aligned}$$

- c) Perhitungan rendemen pada daya microwave 200 watt dan pelarut etanol + as.sitrat

$$\begin{aligned}\text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{berat ekstrak (g)}}{\text{berat bahan (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{14,06 - 13,88}{2,95} \times 100\% \\ &= \frac{0,18}{2,95} \times 100\% \\ &= 6,10 \%\end{aligned}$$

- d) Perhitungan rendemen pada daya microwave 400 watt dan pelarut aquades

$$\begin{aligned}\text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{berat ekstrak (g)}}{\text{berat bahan (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{10,32 - 10,18}{3,07} \times 100\% \\ &= \frac{0,16}{3,07} \times 100\% \\ &= 4,56 \%\end{aligned}$$

- e) Perhitungan rendemen pada daya microwave 400 watt dan pelarut etanol

$$\begin{aligned}\text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{berat ekstrak (g)}}{\text{berat bahan (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{10,16 - 10,01}{3,22} \times 100\%\end{aligned}$$

$$= \frac{0,15}{3,22} \times 100\%$$

$$= 4,66 \%$$

f) Perhitungan rendemen pada daya microwave 400 watt dan pelarut etanol + as.sitrat

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat ekstrak (g)}}{\text{berat bahan (g)}} \times 100\%$$

$$= \frac{10,38 - 10,26}{2,83} \times 100\%$$

$$= \frac{0,16}{2,83} \times 100\%$$

$$= 4,24 \%$$

g) Perhitungan rendemen pada daya microwave 600 watt dan pelarut aquades

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat ekstrak (g)}}{\text{berat bahan (g)}} \times 100\%$$

$$= \frac{10,42 - 10,28}{2,44} \times 100\%$$

$$= \frac{0,14}{2,44} \times 100\%$$

$$= 5,74 \%$$

h) Perhitungan rendemen pada daya microwave 600 watt dan pelarut etanol

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat ekstrak (g)}}{\text{berat bahan (g)}} \times 100\%$$

$$= \frac{10,38 - 10,23}{2,98} \times 100\%$$

$$= \frac{0,15}{2,98} \times 100\%$$

$$= 5,03 \%$$

i) Perhitungan rendemen pada daya microwave 600 watt dan pelarut etanol + as.sitrat

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat ekstrak (g)}}{\text{berat bahan (g)}} \times 100\%$$

$$= \frac{10,58 - 10,44}{3,12} \times 100\%$$

$$= \frac{0,14}{3,12} \times 100\%$$

$$= 4,49 \%$$

LAMPIRAN 2 DOKUMENTASI PENELITIAN



L.2.1 Foto Bahan Utama Buah Bit



L.2.2 Menimbang Bahan Buah Bit



L.2.3 Hasil buah bit setelah diblender



L.2.4 Foto Proses Ekstraksi MAE



L.2.5 Hasil Ekstraksi Buah Bit Menggunakan MAE



L.2.6 Pengujian Kadar Betasianin dan Betaxanthin dengan Metode Spektrofotometri UV-VIS