



e-ISSN Number
2655 2967

Available online at <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JCPE/index>

Journal of Chemical Process Engineering

Volume 5 Nomor 1 (2020)



SINTA Accreditation
Number 28/E/KPT/2019

Pengaruh Perbedaan Pelarut Asam Pada Ekstraksi Antosianin Bunga Dadap Merah (*Erythrina Crista-Galli*) Dengan Metode *Microwave Assisted Extraction*

*(The Effect of Differences of Acid Solution In Dadap Merah Flower (*Erythrina crista-galli*) Extraction Using Microwave Assisted Extraction Method)*

Astrilia Damayanti, Megawati, Nur Kholifah Chandra Mulyani, Eva Amalia Alvionita

Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Semarang, E1 Building, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229 Indonesia

Inti Sari

Penggunaan pewarna alami pada berbagai bidang teknologi sekarang ini dapat menggunakan tanaman karena dapat diperbaharui, bunga dadap merah menjadi salah satu sumber pigmen antosianin yang banyak ditemukan di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pelarut asam terbaik dalam proses ekstraksi ditinjau dari kadar total antosianinnya. Proses ekstraksi dadap merah dilakukan dengan metode gelombang mikro menggunakan *microwave*. Daya *microwave* yang digunakan sebesar 600 W. Ekstraksi antosianin dilakukan dengan perbedaan pelarut yaitu etanol yang diasamkan menggunakan 4% asam sitrat, 4% asam tartarat dan 1% HCl. Rasio pelarut yang digunakan sebesar 1:25 dan waktu selama 3, 6, 9, 12 dan 15 menit. Kadar antosianin tertinggi yang diperoleh masing-masing pelarut dilakukan uji karakteristik intensitas warnanya. Hasil ekstraksi antosianin tertinggi menggunakan 4% asam sitrat diperoleh sebesar 3,673754647 mg/L pada waktu 12 menit. Antosianin tertinggi menggunakan 4% asam tartarat diperoleh sebesar 8,098959108 mg/L pada waktu 3 menit. Antosianin tertinggi yang diperoleh menggunakan 1% HCl sebesar 28,52169517 mg/L pada waktu ekstraksi 12 menit. Intensitas warna antosianin tertinggi diperoleh pada pelarut etanol yang diasamkan menggunakan 1% HCl. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstraksi antosianin terbaik adalah ekstraksi menggunakan pelarut etanol yang diasamkan dengan 1% HCl.

Kata Kunci: Antosianin, Ekstraksi, Metode *Microwave Assisted Extraction*, Pelarut Asam

Key Words : *Anthocyanin, Extraction, Microwave Assisted Extraction Method, Acid Solution*

Abstract

The use of natural dyes in various fields of technology today can use plants because it can be renewed, dadap merah flowers become one of the sources of anthocyanin color pigments that are found in Indonesia. This study aims to determine the best acid solvents in the extraction process in terms of total anthocyanin levels. The dadap merah extraction process is carried out by microwave using the microwave method. Microwave power used was 600 W. Anthocyanin extraction was carried out with different solvents namely

Published by

Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Corresponding Author

astrilia.damayanti@mail.unnes.ac.id



Journal History

Paper received : 02 Januari 2020
Received in revised : 01 Maret 2020
Accepted : 19 Mei 2020

acidified ethanol using 4% citric acid, 4% tartaric acid and 1% HCl. The solvent ratio used is 1:25 and the time is 3, 6, 9, 12 and 15 minutes. The highest level of anthocyanin obtained by each solvent was tested for its color intensity characteristics. The highest anthocyanin extraction using 4% citric acid was obtained at 3.673754647 mg / L in 12 minutes. The highest anthocyanin using 4% tartaric acid was obtained at 8.098959108 mg / L at 3 minutes. The highest anthocyanin obtained using 1% HCl was 28.52169517 mg / L at 12 minutes extraction time. The highest color intensity of anthocyanin was obtained in the ethanol solvent which was acidified using 1% HCl. The results of this study indicate that the best anthocyanin extraction is extraction using an ethanol solvent acidified with 1% HCl.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi penggunaan pewarna alami pada berbagai bidang teknologi tekstil, sel surya peka-warna (DSSCs) dan makanan sekarang ini dapat menggunakan tanaman karena dapat diperbaharui dan berkelanjutan, tidak merusak lingkungan, tidak bersifat toksik dan karsinogenik dibandingkan dengan pewarna sintesis [1]. Pigmen pada tanaman salah satunya adalah antosianin [2].

Antosianin merupakan pigmen yang terdapat pada banyak buah-buahan, bunga dan daun (anggur, bunga telang, bawang merah, jagung ungu) dengan berbagai macam warna (oranye, merah atau biru) dan dapat larut dalam air [2]. Pigmen antosianin banyak ditemukan pada tumbuhan yang ada di Indonesia [3]. Dadap merah (*Erythrina crista-galli* L) dengan kelopak bunga merah tua menjadi salah satu sumber pigmen antosianin yang banyak ditemukan di Indonesia dan relatif murah serta mudah didapat [4].

Ekstraksi berbantu gelombang mikro (MAE) terbukti menjadi metode ekstraksi yang dapat digunakan untuk mengambil antosianin dari bahan tanaman [5]. Energi gelombang mikro pada MAE dapat dimanfaatkan untuk memanaskan pelarut dengan cepat dan efisien. Jika dibandingkan dengan ekstraksi konvensional, MAE lebih menguntungkan karena konsumsi pelarut lebih sedikit, waktu ekstraksi lebih singkat, dan recovery pelarut cukup tinggi [6].

Ekstraksi antosianin dilakukan menggunakan pelarut etanol yang dikombinasikan dengan asam [7] karena ekstraksi antosianin harus dalam kondisi asam untuk mencegah terjadinya degradasi antosianin [8] juga tidak stabil jika dilarutkan dalam larutan netral atau basa [7]. Penambahan asam ini juga bertujuan untuk mengoptimalkan pigmen antosianin yang terekstrak [7]. Ekstraksi antosianin dilakukan menggunakan pelarut 4% asam sitrat (b/v) dan 4% asam tartarat (b/v) [9] dalam 250 ml etanol. Asam sitrat dipilih karena merupakan pelarut organik yang

bersifat polar [7]. Ekstraksi antosianin dilakukan menggunakan pelarut 1% HCl - etanol, 1% HCl mengekstrak lebih banyak kadar total antosianin (648,75 mg/100g) [10]. Kondisi optimum untuk rasio liquid dengan solid adalah rasio 1:25 [11] sehingga rasio ini digunakan dalam penelitian ini.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [4] pelarut etanol (96%) dikombinasikan dengan asam klorida encer (1%) menghasilkan antosianin tertinggi dengan menggunakan metode *batch*. Asam sitrat 3% juga menjadi pengasam terbaik pada ekstraksi antosianin buah senggani yang dilakukan dengan metode maserasi pada penelitian [12]. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mendapatkan pelarut asam terbaik untuk ekstraksi dadap merah ditinjau dari kadar kadar total antosianinnya dengan metode MAE (*Microwave Assisted Extraction*). Secara umum, semakin tinggi daya maka semakin banyak hasil ekstraksi yang akan diperoleh [13]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan [14] kadar antosianin optimal dari kedelai hitam dengan rasio pelarut 40:1 menggunakan daya 569,46 W selama 262,54 detik didapatkan kadar antosianin sebesar 5021,47 mg/L. Sehingga, penelitian ini menggunakan daya 600 W diharapkan mendapat kadar antosianin optimal.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Dalam penelitian ini *Erythrina cristagali* diperoleh dari Kampoeng Harmoni Mapagan, Kec. Ungaran Barat, Semarang dan Wilayah Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. C_2H_5OH (Merck, 99%), serbuk $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ (Merck), serbuk $C_4H_6O_6$ (Merck) dan HCl (Merck, 37 %) digunakan sebagai pelarut. Serbuk $CH_3COONa \cdot 3H_2O$ (Merck), Potassium Chloride (Merck) dan aquades. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah blender (Miyako) digunakan untuk menghaluskan sampel, ayakan ukuran 35 mesh,

microwave (Samsung MS23K3515AS), dan Oven untuk menguapkan sisa pelarut etanol yang masih ada di dalam hasil ekstraksi. Spektrofotometer UV-Vis (Genesys 10 UV) digunakan untuk uji total anthocyanin. Pengukur pH (Eutech Instruments) untuk mengukur pH buffer yang akan digunakan dalam uji kadar kadar total antosianin.

Metode Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Persiapan bahan baku

Erythrina cristagali yang diperoleh dipisahkan dari kelopak bunga dengan sisa bunga. Kelopak bunga yang tidak cacat dari hasil pemisahan kemudian dikeringkan dengan bantuan sinar matahari hingga kering. Kelopak *Erythrina cristagali* kemudian dihaluskan menggunakan blender (Miyako) untuk membentuk serbuk. Serbuk *Erythrina cristagali* diayak menggunakan ayakan 35 mesh. Hasil serbuk saringan *Erythrina cristagali* kemudian disimpan dalam wadah tertutup.

2. Ekstraksi antosianin

Ekstraksi antosianin dadap merah menggunakan MAE pada daya 600 W dan rasio 1:25 adalah dengan mengambil 10 gram bubuk dadap merah dimasukkan ke dalam ekstraktor gelas dan ditambahkan pelarut (4% Asam sitrat-etanol) [9] sebanyak 250 ml dengan waktu ekstraksi yang berbeda yaitu 3 menit, 6 menit, 9 menit, 12 menit, dan 15 menit. Setiap setelah ekstraksi pada suatu waktu selesai maka hasil ekstraksi akan dikeluarkan terlebih dahulu sehingga sampel baru akan dimasukkan kembali ke dalam *microwave* dengan variasi waktu ekstraksi yang berbeda. Ekstraksi dengan pelarut 4% asam tartarat-etanol [9] dan 1% HCl-etanol [10] dilakukan sama seperti prosedur asam sitrat-etanol.

Setelah proses ekstraksi setiap variabel selesai, hasil ekstrak disaring menggunakan corong buchner dan pompa vakum untuk memisahkan filtrat dari residu. Filtrat didistilasi pada suhu 78°C. Solven etanol yang masih ada dalam distilat diuapkan menggunakan oven pada suhu 78°C sampai massa filtrat konstan.

3. Uji antosianin hasil ekstraksi

Kadar total antosianin dengan adanya kandungan cyanidin-3-glycoside diuji dengan metode perbedaan pH. Uji dengan larutan buffer 0,025 M KCl pH 1 dan buffer CH₃COONa 0,4 M pH 4,5. Larutan buffer pH 1 dibuat dengan 1,864 g potasium klorida (KCl) yang dilarutkan dalam 960 mL akuades. pH diatur menggunakan HCl pekat. Larutan dimasukkan ke labu ukur dan ditambahkan akuades sampai volum 1 L. Larutan buffer pH 4,5 dibuat dengan 32,814 g natrium asetat (CH₃COONa) yang dilarutkan dalam 960 mL akuades. pH diatur menggunakan HCl pekat. Larutan dimasukkan ke labu ukur dan ditambahkan akuades sampai volum 1 L. Sampel yang akan diuji dilarutkan dalam buffer KCl pH 1,0 (didiamkan 15 menit) dan buffer CH₃COONa.3H₂O pH 4,5 (didiamkan 5 menit). Absorbansi larutan sampel dengan buffernya dibaca pada panjang gelombang maksimum dan 700 nm. Panjang gelombang maksimum nya sebesar 515 nm. Absorbansi akhir dihitung dengan rumus (1).

$$A = [(A_{\lambda_{vis-maks}} - A_{700})_{pH\ 1,0} - (A_{\lambda_{vis\ maks}} - A_{700})_{pH\ 4,5}] \dots \dots \dots (1)$$

$A_{\lambda_{vis-maks}}$ adalah absorbansi di panjang gelombang maksimum [15]. Panjang gelombang maksimum diperoleh dengan pengujian sampel dari panjang gelombang 500-700 nm, hasil absorbansi terbesar pada panjang gelombang 515 nm sehingga absorbansi akhir dapat dihitung dengan rumus (2).

$$A = [(A_{515} - A_{700})_{pH\ 1,0} - (A_{515} - A_{700})_{pH\ 4,5}] \dots (2)$$

Kadar total antosianin dalam sampel dapat dihitung melalui rumus (3).

$$\text{Antosianin (mg/liter)} = \frac{A \times BM \times FP \times 1000mg}{\epsilon \times L} \dots \dots (3)$$

A adalah absorbansi, BM adalah berat molekul Sianidin-3-glukosida (449,2 g/mol), FP adalah faktor pengenceran (10), E adalah absorptivitas molar sianidin-3-glukosida (26900 L / mol.cm), L adalah lebar kuvet (1 cm) [16].

4. Karakterisasi intensitas warna

Tahapan intensitas warna dilakukan mengacu pada penelitian [17]. Panjang gelombang maksimum dari larutan diukur dengan cara sejumlah 20 mg sampel ditimbang, kemudian diencerkan dalam labu ukur 25 ml menggunakan larutan buffer asam sitrat - dibasic sodium phosphate pH 3, kemudian diukur absorbansinya sehingga absorbansi yang terukur sebesar 0,2 – 0,7. Sampel lainnya kemudian diukur absorbansinya (A) pada kuvet dengan tebal 1 cm

menggunakan larutan buffer asam sitrat - dibasic sodium phosphate pH 3, pada panjang gelombang maksimum yang telah ditentukan (515 nm). Larutan buffer asam sitrat - dibasic sodium phosphate pH 3 digunakan sebagai blankonya. Penentuan intensitas warna diukur dengan rumus :

$$\text{Intesitas warna} = \frac{A \times 25}{\text{berat sampel}} \dots\dots\dots(4)$$

Hasil intensitas warna yang diperoleh kemudian dilakukan uji lanjutan jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penetapan kadar total antosianin dengan metode perbedaan pH 1,0 dan 4,5. Jika pH mendekati 1,0 maka semakin besar kadar total antosianinnya karena banyak pigmen antosianin berada dalam bentuk kation flavilium atau oxonium yang berwarna. Kation flavilium berubah menjadi lebih stabil hemiketal yang tidak berwarna pada pH 4,5 [18].

Ekstraksi dengan pelarut 4% asam sitrat-etanol

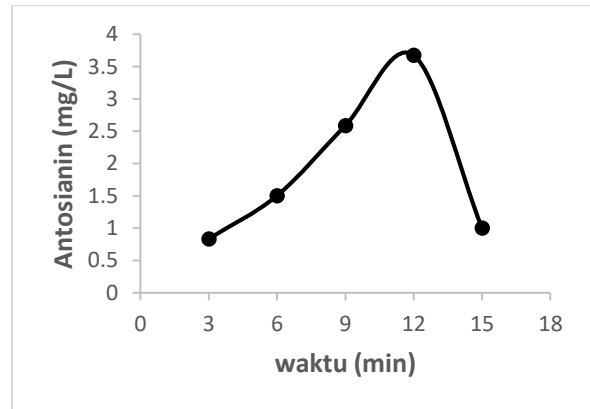
Antosianin stabil diekstrak pada larutan kondisi asam dan mudah larut dalam pelarut yang polar karena antosianin merupakan senyawa polar [7]. Kadar total antosianin dengan pelarut asam sitrat pada berbagai waktu dan daya *microwave* 600 W disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Kadar kadar total antosianin dengan pelarut 4% asam sitrat-etanol pada berbagai waktu dan daya 600 W

No	Waktu (menit)	Absorbansi	Antosianin (mg/L)
1	3	1,6698	0,8349
2	6	3,0057	1,5028
3	9	1,3359	2,5883
4	12	7,3475	3,6737
5	15	2,0038	1,0019

Tabel 1 dan Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar total antosianin tertinggi diperoleh pada waktu ekstraksi selama 12 menit dengan kadar total antosianin sebanyak 3,67375 mg/L. Kadar kadar total antosianin dalam ekstrak naik dan mencapai pada titik tertinggi lalu turun dikarenakan kadar kadar total antosianin terdegradasi oleh energi panas gelombang mikro [19]. Secara keseluruhan ekstraksi senyawa meningkat dengan meningkatnya waktu, namun dalam

beberapa kasus setelah peningkatan ke tingkat tertentu, hasil total menurun mungkin disebabkan oleh kerusakan termal [15].



Gambar 1. Kadar kadar total antosianin pada pelarut 4% asam sitrat-etanol

Ekstraksi antosianin bunga dadap merah yang telah dilakukan oleh [16] dengan larutan 1, 2 gram asam sitrat dalam 101 mL etanol dengan metode *batch* memperoleh hasil antosianin tertinggi sebesar 1,0019 mg/L dalam waktu 180 menit. Pada penelitian ini menggunakan pelarut 10 g asam sitrat dalam 250 mL etanol dengan metode MAE memperoleh hasil antosianin tertinggi sebesar 3,6737 mg/L dalam waktu 12 menit. Ini menunjukkan bahwa antosianin yang terekstrak lebih besar sehingga metode MAE lebih baik untuk ekstraksi dibandingkan dengan metode *batch* pada jenis pelarut yang sama dalam waktu yang relatif singkat.

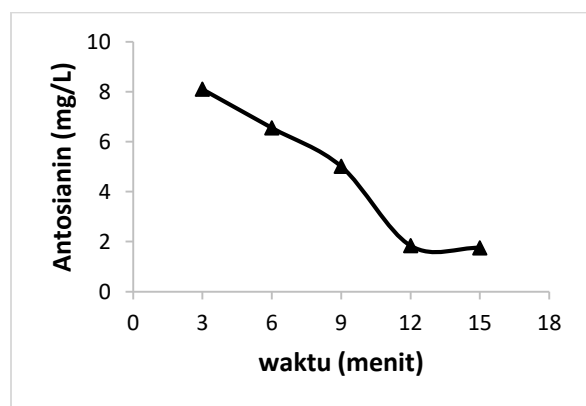
Ekstraksi dengan pelarut 4% asam tartarat-etanol

Kadar total antosianin dengan pelarut 4% asam tartarat-etanol pada berbagai waktu dan daya 600 W disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Tabel 2 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar total antosianin tertinggi di awal menit ketiga, namun pada menit berikutnya terus menurun (ke-6 hingga ke-15). Fenomena ini dapat dikaitkan dengan peningkatan difusi tingkat dalam partikel bahan dan kapasitas kelarutan dalam pelarut ekstrak dengan kenaikan variabel waktu maka suhu juga akan meningkat [19].

Tabel 2. Kadar kadar total antosianin dengan pelarut 4% asam tartarat-etanol pada berbagai waktu dan daya 600 W

No	Waktu (menit)	Absorbansi	Antosianin (mg/L)
1	3	16,1979	8,0989
2	6	1,0019	6,5543
3	9	10,0193	5,0096
4	12	3,6737	1,8368
5	15	3,5067	1,7533



Gambar 2. Kadar kadar total antosianin pada pelarut 4% asam tartarat-etanol

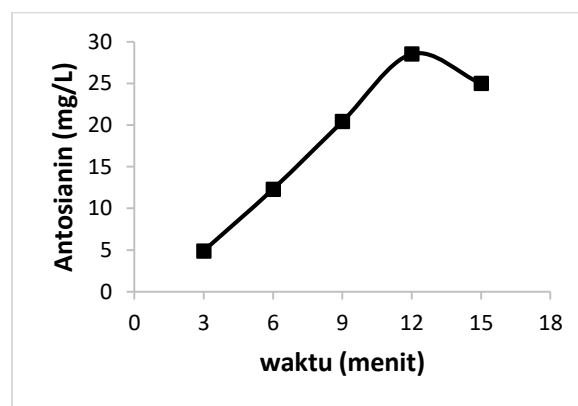
Ekstraksi dengan pelarut 1% HCl-etanol

Ekstraksi dadap merah dilakukan dengan menggunakan pelarut etanol p.a yang diasamkan dengan HCl 1% karena etanol bersifat polar (mengandung gugus hidroksi) dan non polar (memiliki gugus etil) [16]. HCl 1% ditambahkan bertujuan memberikan suasana asam pada metode MAE karena senyawa antosianin diketahui lebih stabil pada larutan asam [16]. Hasil ekstraksi antosianin variasi etanol yang diasamkan menggunakan 1% HCl disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa penggunaan 1% HCl mampu menghasilkan nilai kadar kadar total antosianin tertinggi hingga mencapai 28,52169 mg/L pada waktu 12 menit ekstraksi. Nilai tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan penggunaan 4% asam sitrat dan 4% asam tartarat. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh [20], bahwa pelarut HCl-etanol adalah jenis pelarut terbaik dalam ekstraksi betasianin kulit umbi bit.

Tabel 3. Kadar kadar total antosianin dengan pelarut 1% HCl-etanol pada berbagai waktu dan daya 600 W

No	Waktu (menit)	Absorbansi	Antosianin (mg/L)
1	3	0,0292	4,8760
2	6	0,0736	12,2903
3	9	0,0426	20,4060
4	12	0,1708	28,5216
5	15	0,1496	24,9815



Gambar 3. Kadar kadar total antosianin pada pelarut 1% HCl-etanol

Gambar 3 menunjukkan bahwa kadar kadar total antosianin tertinggi diperoleh pada waktu 12 menit. Waktu ekstraksi yang semakin meningkat maka yield yang dihasilkan juga semakin besar [20]. Hal ini disebabkan pada waktu ekstraksi 12 menit pelarut sudah mencapai titik jenuh, sehingga proses difusi pelarut ke komponen mencapai kondisi setimbang, jika kondisi sudah mencapai setimbang meski waktu ekstraksi lebih lama tidak akan berpengaruh pada peningkatan hasil yield [20].

Kadar kadar total antosianin dalam ekstrak naik dan mencapai pada titik tertinggi lalu turun dikarenakan kadar kadar total antosianin terdegradasi oleh energi panas gelombang mikro [19]. Kadar kadar total antosianin pada pelarut 1% HCl - etanol lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut 4% asam sitrat – etanol. Ini sejalan dengan jurnal [20] yang menyatakan bahwa penggunaan pelarut etanol - HCl menghasilkan kadar total antosianin lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut etanol - asam sitrat.

Intensitas Warna

Intensitas warna antosianin bunga dadap merah yang diekstrak dengan berbagai jenis pelarut disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Intensitas warna antosianin bunga dadap merah yang diekstrak dengan berbagai jenis pelarut

Jenis Pelarut	Intensitas Warna
1% HCL-etanol	232,75 a
4% asam tartarat-etanol	117,5 b
4% asam sitrat-etanol	15,5 c

Pemberian kode huruf hasil uji Duncan diurutkan dari nilai yang paling tinggi (simbol a). Berdasarkan data hasil analisis uji Duncan pada taraf 5% terhadap intensitas warna antosianin bunga dadap merah, penggunaan berbagai pelarut menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap intensitas warna. Ekstrak yang memiliki intensitas warna terbesar merupakan ekstrak yang memiliki kadar total antosianin yang paling tinggi [21]. Hal ini diduga karena semakin tinggi konsentrasi asam sitrat semakin rendah tingkat kecerahan antosianin [7]. Semakin asam suatu larutan berkaitan erat dengan tetapan disosiasi masing-masing asam yang digunakan, semakin besar tetapan disosiasi semakin kuat asam dan HCl memiliki tetapan disosiasi lebih besar dibandingkan dengan asam sitrat dan asam tartarat [22], keadaan ini yang menyebabkan antosianin yang terekstrak dengan pelarut yang konsentrasi asamnya lebih sedikit yaitu 1% HCl-etanol memiliki intensitas warna lebih tinggi dibanding dengan pelarut 4% sitrat - etanol dan 4% tartarat – etanol.

KESIMPULAN

Bunga Dadap Merah kaya akan pigmen antosianin. Perlakuan perbedaan jenis pelarut dan waktu ekstraksi dengan *microwave* memberi pengaruh pada kadar kadar total antosianin dan intensitas warna. Ekstrak terbaik (28,5216 mg/L) diperoleh pada perlakuan waktu ekstraksi 12 menit dengan menggunakan pelarut 1% HCl – etanol. Metode MAE memberikan efisiensi ekstraksi yang lebih baik dengan waktu yang lebih singkat (12 menit) dan menghasilkan kadar kadar total antosianin lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian menggunakan metode konvensional. Semakin tinggi temperatur ekstraksi yang disebabkan oleh semakin lama-nya waktu ekstraksi maka kadar kadar total antosianin yang dihasilkan semakin tinggi, tetapi pada titik tertentu akan menurun karena terdegradasi oleh panas

gelombang mikro. Kadar kadar total antosianin berbanding lurus dengan intensitas warna, semakin tinggi kadar kadar total antosianin maka semakin tinggi pula intensitas warna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin menunjukkan rasa terima kasih kami kepada Universitas Negeri Semarang (UNNES) untuk Universitas Negeri Semarang (UNNES) melalui Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian Dana DIPA UNNES Tahun 2019 Nomor:73.13.5/UN37/PPK.3.1/2019.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Shahid, Shahid-UI-Islam, and F. Mohammad, "Recent advancements in natural dye applications: A review," *J. Clean. Prod.*, vol. 53, pp. 310–331, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.031>
- [2] L. Ngamwonglumlert, S. Devahastin, and N. Chiewchan, "Natural colorants: Pigment stability and extraction yield enhancement via utilization of appropriate pretreatment and extraction methods," *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 57, no. 15, pp. 3243–3259, 2017. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1109498>
- [3] E. A. Saati, "Anthocyanin Pigment Identification of Batu Local Rose Flower as A Natural Colorant to Replace Harmful Rhodamin B Colorant," *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 6, no. 4, pp. 327–329, 2015.
- [4] P. Ani, - Sumarni, and P. Anom, "Koefisien Transfer Massa Pada Ekstraksi Antosianin Dari Bunga Dadap Merah," *J. Tek. Kim.*, vol. 10, no. 2, pp. 49–57, 2016.
- [5] W. Duan, S. Jin, G. Zhao, and P. Sun, "Microwave-assisted extraction of anthocyanin from Chinese bayberry and its effects on anthocyanin stability," *Food Sci. Technol.*, vol. 35, no. 3, pp. 524–530, 2015. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6731>
- [6] M. Torbati, M. A. Farajzadeh, M. R. Afshar Mogaddam, and M. Torbati, "Development of microwave-assisted liquid-liquid extraction combined with lighter than water in syringe dispersive liquid-liquid microextraction using deep eutectic solvents: Application in extraction of some herbicides from wheat," *Microchem. J.*, vol. 147, no. September 2018, pp. 1103–1108, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.04.044>
- [7] R. A. Widiyanti, "Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi 2015, yang

- diselenggarakan oleh Prodi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang, tema: 'Peran Biologi dan Pendidikan Biologi dalam Menyiapkan Generasi Unggul dan Berdaya Saing Global', Malang, 21," *Pengaruh Pemberian Sari Jahe Terhadap Jumlah Koloni Bakteri Pada Ikan Tongkol*, vol. 4, no. 2007, pp. 339–345, 2015.
- [8] A. Pratama, Y. Hartanto, and M. Inggred, "Jurnal Integrasi Proses Website : <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip> Kinetika Ekstraksi Zat Warna Antosianin Dari Bunga Rosella 1 Program Studi Teknik Kimia , Fakultas Teknologi Industri , Universitas Katolik Parahyangan Jalan Ciumbuleuit No . 94 B," vol. 7, no. 2, pp. 74–77, 2018.
- [9] P. S. Vankar and D. Bajpai, "Rose anthocyanins as acid base indicators," *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.*, vol. 9, no. 5, pp. 875–884, 2010.
- [10] K. R. Mohamed, A. Y. Gibriel, N. M. H. Rasmy, and F. M. Abu-salem, "Extraction of Anthocyanin Pigments from Evaluation of their Antioxidant Activity Hibiscus sabdariffa L . and," pp. 856–866, 2016.
- [11] A. Handaratri and Y. Yuniati, "Kajian Ekstraksi Antosianin dari Buah Murbei dengan Metode Sonikasi dan Microwave," vol. 4, no. 1, pp. 63–67, 2019. <https://doi.org/10.33366/rekabuana.v4i1.1162>
- [12] H. D. Kristiana, S. Ariviani, and L. U. Khasanah, "Ekstraksi Pigmen Antosianin Buah Senggani (*Melastoma malabathricum* Auct. non Linn) dengan Variasi Jenis Pelarut," *J. Teknosains Pangan*, vol. 1, no. 1, pp. 105–109, 2012.
- [13] Megawati, D. S. Fardhyanti, W. B. Sediawan, and A. Hisyam, "Kinetics of mace (*Myristicaceae* arillus) essential oil extraction using microwave assisted hydrodistillation: Effect of microwave power," *Ind. Crops Prod.*, vol. 131, no. September 2018, pp. 315–322, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.01.067>
- [14] M. Kumar *et al.*, "Evaluation of enzyme and microwave-assisted conditions on extraction of anthocyanins and total phenolics from black soybean (*Glycine max* L.) seed coat," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 135, pp. 1070–1081, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.06.034>
- [15] W. Routray and V. Orsat, "MAE of phenolic compounds from blueberry leaves and comparison with other extraction methods," *Ind. Crops Prod.*, vol. 58, pp. 36–45, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.03.038>
- [16] N. Meidayanti Putri, I. Gunawan, and I. Suarsa, "Aktivitas Antioksidan Antosianin Dalam Ekstrak Etanol Kulit Buah Naga Super Merah (*Hylocereus Costaricensis*) Dan Analisis Kadar Totalnya," *J. Kim.*, vol. 9, no. 2, pp. 243–251, 2015.
- [17] K. Yudiono, L. Kurniawati, and Andini, "Metode permukaan respon," *Semin. Nas. dan Gelar Prod. 2016*, pp. 20–26, 2016.
- [18] L. Simanjuntak and C. Sinaga, "Ekstraksi Pigmen Antosianin Dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*)," vol. 3, no. 2, pp. 25–29, 2014.
- [19] X. Zheng, X. Xu, C. Liu, Y. Sun, Z. Lin, and H. Liu, "Extraction characteristics and optimal parameters of anthocyanin from blueberry powder under microwave-assisted extraction conditions," *Sep. Purif. Technol.*, vol. 104, pp. 17–25, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2012.11.011>
- [20] M. Andree Wijaya Setiawan, E. Kado Nugroho, and L. Ninan Lestario, "Ekstraksi Betasianin Dari Kulit Umbi Bit (*Beta Vulgaris*) Sebagai Pewarna Alami Extraction Of Betacyanin From Beet (*Beta Vulgaris*) Peel For Natural Dyes," *Juli Desember*, vol. 27, no. 1, pp. 38–43, 2015.
- [21] A. L. Sampebarra, "Karakteristik Zat Warna Antosianin Dari Biji Kakao Non Fermentasi Sebagai Sumber Zat Warna Alam Characterization Of Antosianin Source Of Natural Dyes From Unfermented Cocoa Beans As A Source Of Natural Dyes," *Balai Besar Ind. Has. Perkeb.*, vol. 13, no. 1, pp. 63–70, 2018.
- [22] D. H. Adam, "Analisis total antosianin dari daun bayam merah (*Alternanthera amoena* voss.) berdasarkan pengaruh penambahan jenis asam," *Edu Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 9–12, 2015. <https://doi.org/10.36987/jes.v2i2.1006>