

**EKSTRAKSI PIGMEN ANTOSIANIN DARI KULIT BUAH NAGA MERAH
(*Hylocereus costaricensis*) SEBAGAI PEWARNA ALAMI MAKANAN DENGAN
MENGUNAKAN MICROWAVE
(KAJIAN WAKTU PEMANASAN DENGAN MICROWAVE DAN
PENAMBAHAN RASIO PELARUT AQUADES DAN ASAM SITRAT)**

Windha Ingrath*, Wahyunanto Agung Nugroho, Rini Yulianingsih

Jurusan Keteknikan Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: ahdniw.03@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia mempunyai banyak tanaman yang dapat dimanfaatkan, salah satunya kulit buah naga merah yang berpotensi sebagai pewarna makanan, karena mempunyai pigmen antosianin warna merah yang dapat memberikan warna pada makanan. Ekstraksi antosianin dari kulit buah naga merah dengan menggunakan *Microwave*. Pelarut yang digunakan adalah aquades dan asam sitrat 10%. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh waktu pemanasan dalam *microwave* dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) terhadap karakteristik antosianin kulit buah naga merah. Penelitian ini tersusun atas 2 faktor perlakuan yaitu waktu pemanasan dengan *microwave* (2, 4, 6 menit) dan penambahan rasio pelarut Aquades : Asam Sitrat 10% (4:1 dan 9:1). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan dengan waktu pemanasan dengan *microwave* 6 menit dan penambahan rasio pelarut aquades : asam sitrat 10% (4:1), yaitu menghasilkan rendemen 0,57 g/g; kadar antosianin sebesar 28,11 mg/100g; pada pH 2,73 dan nilai Red 57; Green 17,67; Blue 18.

Kata kunci: kulit buah naga merah, antosianin, ekstraksi, *microwave*

***EXTRACTION OF ANTHOCYANIN PIGMENTS FROM RED DRAGON FRUIT
PEEL (*Hylocereus costaricensis*) AS A NATURAL FOOD DYES USING
MICROWAVE (STUDY HEATING TIME IN THE MICROWAVE AND ADDITION
OF SOLVENT RATIO OF AQUADEST AND CITRIC ACID)***

ABSTRACT

Indonesia has a lot of plants that can be used, one of them is red dragon fruit peel potential as natural food coloring, because it has a red anthocyanin pigments that give color to food. Extraction of anthocyanins from red dragon fruit peel using microwave machines. The solvent used is aquadest and citric acid 10%. The purpose of this study was to determine the effect of heating time in the microwave and adding solvent ratio (aquadest : citric acid) on the characteristics of a red dragon fruit peel anthocyanin. This study is composed of two factors, namely treatment with microwave heating time (2, 4, 6 minutes) and the addition of solvent ratio Aquadest : Citric Acid 10% (4: 1 and 9: 1). Each treatment was repeated 3 times. The results showed that the best treatment was obtained at the time of extraction treatment with 6 minutes and the addition ratio (Aquadest : Citric Acid 10%) (4: 1), that produce the yield 0,57 g/g; anthocyanin content of 28.11 mg / 100 grams; at a pH of 2.73 and the value of Red 57; Green 17,67; Blue 18.

Keywords: red dragon fruit peel, anthocyanins, extraction, *microwave*

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari manusia membutuhkan makanan yang bergizi, sehat dan tidak banyak mengandung zat kimia. Salah satunya warna pada makanan merupakan salah satu daya tarik bagi konsumen. Namun sangat disayangkan apabila pewarna makanan yang digunakan adalah pewarna sintetis. Pewarna makanan sintetis membuat konsumen khawatir terhadap aspek keamanan pangan. Untuk menggantikan pewarna-pewarna sintetis digunakan pewarna alami salah satunya dengan memanfaatkan limbah dari kulit buah naga merah. Kulit buah naga merah berpotensi sebagai pewarna makanan karena mempunyai pigmen antosianin warna merah yang dapat memberikan warna pada makanan.

Antosianin merupakan pewarna yang paling penting dan tersebar luas dalam tumbuhan. Pigmen yang berwarna kuat dan larut dalam air ini merupakan penyebab hampir semua warna merah jambu, merah marak, merah, ungu, dan biru dalam daun bunga, daun dan buah pada tumbuhan tinggi. Secara kimia semua antosianin merupakan turunan suatu struktur aromatik tunggal, yaitu sianidin, dan semuanya terbentuk dari pigmen sianidin ini dengan penambahan atau pengurangan gugus hidroksil atau dengan metilisasi atau glikosilasi (Harborne, 1987). Secara kimiawi antosianin bisa dikelompokkan dalam golongan flavonoid. Senyawa golongan flavonoid termasuk senyawa polar dan dapat diekstraksi dengan pelarut yang bersifat polar pula. Kondisi asam akan mempengaruhi hasil ekstraksi. Antosianin stabil pada pH 3,5 dan suhu 50°C mempunyai berat molekul 207,08 gram/mol dan rumus molekul C₁₅H₁₁O (Fennema, 1996). Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas antosianin yaitu pH, enzim, cahaya, oksigen, suhu, oksidator, penyimpanan. Pelarut yang digunakan adalah air dan asam sitrat, dimana senyawa antosianin dan pelarut aquades memiliki sifat polar dan air mempunyai tingkat kepolaran yang tinggi. Serta penggunaan pelarut asam yang dapat merusak jaringan tanaman. Metode yang digunakan untuk ekstraksi antosianin menggunakan *microwave*, yaitu pemanasan menggunakan gelombang mikro berdasarkan tumbukan langsung dengan material polar atau pelarut dan diatur oleh dua fenomena yaitu konduksi ionik dan rotasi dipole (Delazar *et al.*, 2012). Metode MAE (*Microwave Assisted Extraction*) mempunyai keunggulan antara lain waktu yang dibutuhkan lebih singkat, pelarut yang dibutuhkan lebih sedikit, sesuai untuk konstituen termolabil, memberikan hasil ekstraksi yang efisien dan mengurangi emisi CO₂.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan sebuah penelitian Ekstraksi Pigmen Antosianin dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Costaricensis*) sebagai Pewarna Alami Makanan dengan Menggunakan *Microwave* (Kajian Waktu Pemanasan dengan *Microwave* dan Penambahan Rasio Pelarut Aquades : Asam Sitrat). Dengan penelitian diatas dapat diketahui karakteristik antosianin ekstrak kulit buah naga merah.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah *microwave* Panasonic (daya 425 Watt), *rotary vacuum evaporator*, oven, *blender*, neraca analitik, spektrofotometer *Uv-Vis*, corong kaca, gelas *beaker*, Erlenmeyer, gelas ukur, tabung reaksi, labu ukr, aluminium foil, cawan petri, spatula, pipet ukur, kertas saring halus, botol kaca, bola hisap, pipet tetes dan pH meter.

Bahan yang digunakan adalah kulit buah naga merah, aquades, asam sitrat 10%, buffer pH 1 dan buffer pH 4,5.

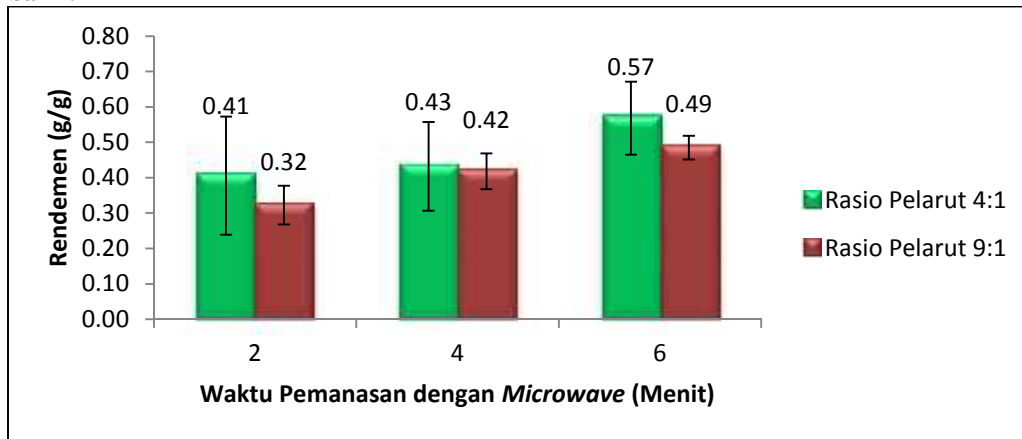
Metode Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang tersusun atas 2 faktor perlakuan yaitu Waktu Pemanasan dengan *Microwave* yang terdiri atas 3 level (2, 4, 6 menit) dan faktor perlakuan kedua yaitu penambahan rasio pelarut yang terdiri atas 2 level (4:1 dan 9:1). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 18 satuan percobaan. Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam atau ANOVA (*Analysis of Variance*) metode Rancangan Acak Kelompok dilanjutkan dengan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan selang kepercayaan 5%. Untuk penentuan perlakuan terbaik digunakan metode Indeks Efektivitas (*De Garmo*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Rendemen merupakan berat sampel ekstrak dibagi berat sampel awal sebelum diekstrak. Hasil rendemen ekstrak antosianin kulit buah naga merah dengan *microwave* berkisar 0,32 gram/gram sampai 0,57 gram/gram. Grafik rerata rendemen ekstrak antosianin kulit buah naga merah akibat pengaruh Waktu Pemanasan dengan Microwave dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) ditunjukkan pada **Gambar 1**.



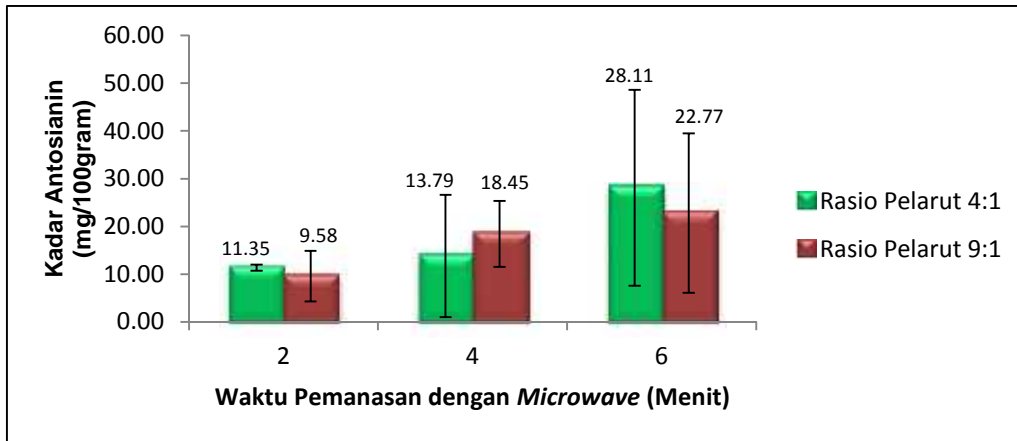
Gambar 1. Grafik Rerata Rendemen Ekstrak Antosianin Kulit Buah Naga Merah terhadap Perlakuan Waktu Pemanasan dengan *Microwave* dan Penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat)

Rendemen meningkat seiring lama waktu ekstraksi dan penambahan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat). Rerata rendemen tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan waktu pemanasan dengan *microwave* 6 menit dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) 4:1, yaitu 0,57 gram/gram. Sedangkan rerata rendemen terendah diperoleh pada perlakuan dengan Waktu pemanasan dengan *microwave* 2 menit dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) 9:1 (v/v), yaitu 0,32 gram/gram. Hasil analisa ragam terhadap rendemen menunjukkan bahwa perlakuan waktu pemanasan dengan *Microwave* dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) memberikan pengaruh nyata ($r = 0.05$) terhadap rendemen ekstrak pekat antosianin kulit buah naga merah, namun tidak terjadi interaksi antara kedua perlakuan tersebut.

Semakin lama waktu ekstraksi dengan *Microwave* maka suhu yang dihasilkan juga semakin meningkat. Suhu sebelum diekstraksi dengan *Microwave* dihitung sebagai suhu awal pada suhu ruang yaitu 27°C. Rerata suhu akhir pada proses pemanasan selama 2, 4 dan 6 menit berturut-turut yaitu $\pm 37^{\circ}\text{C}$, $\pm 43^{\circ}\text{C}$ dan $\pm 62^{\circ}\text{C}$. Seiring meningkatnya suhu akan mengakibatkan terjadinya penguapan. Semakin banyak bahan dan larutan pengeksrak yang digunakan maka kenaikan suhunya semakin rendah sehingga mengurangi terjadinya penguapan dan semakin banyak pelarut yang digunakan untuk mengekstrak antosianin. Routray and Orsat (2012) menyebutkan bahwa pada umumnya rendemen hasil ekstraksi berbanding lurus dengan waktu iradiasi dengan gelombang mikro sampai taraf tertentu.

Kadar Antosianin

Rerata kadar antosianin ekstrak kulit buah naga merah akibat pengaruh Waktu Pemanasan dengan Microwave dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) berkisar antara 9,58 mg/100 gram sampai 28,11 mg/100 gram. Grafik rerata kadar antosianin ekstrak pekat kulit buah naga merah akibat pengaruh Waktu Pemanasan dengan Microwave dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat), ditunjukkan pada **Gambar 2**.



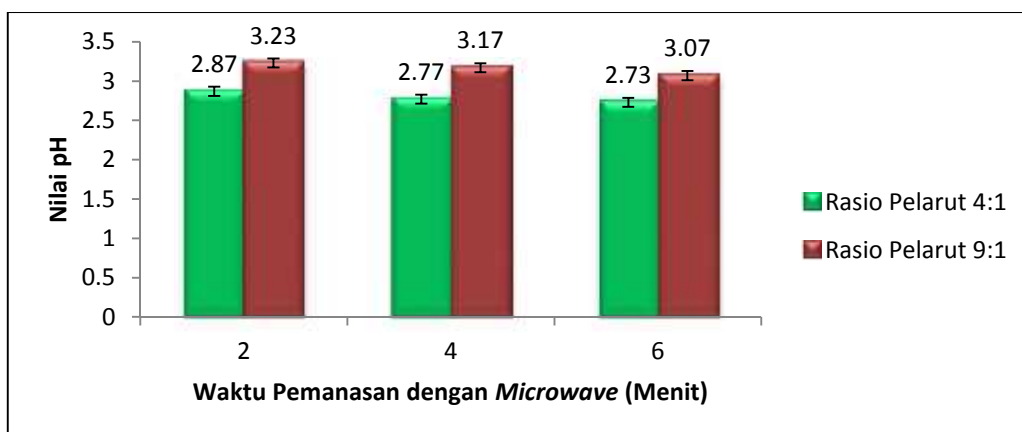
Gambar 2. Rerata Kadar Antosianin Ekstrak Peekat Kulit Buah Naga Merah terhadap Perlakuan Waktu Pemanasan dengan *Microwave* dan Penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat)

Kadar ekstrak antosianin mengalami peningkatan seiring dengan waktu pemanasan dengan *microwave*. Hasil total antosianin ditunjukkan oleh nilai absorbansi. Rerata total antosianin tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan waktu pemanasan dengan *microwave* 6 menit dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) 4:1, yaitu 28,11 mg/100 gram. Sedangkan rerata total antosianin terendah diperoleh pada perlakuan dengan waktu pemanasan dengan *microwave* 2 menit dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) 9:1, yaitu 9,58 mg/100 gram. Hasil analisa ragam terhadap kadar antosianin menunjukkan bahwa perlakuan waktu pemanasan dengan *Microwave* dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) tidak memberikan pengaruh nyata ($r = 0.05$) terhadap total antosianin ekstrak peekat kulit buah naga merah.

Terjadinya peningkatan kadar antosianin kulit buah naga merah disebabkan karena semakin lama waktu ekstraksi, semakin lama pula bahan terpapar radiasi gelombang mikro yang mengakibatkan pecahnya jaringan bahan sehingga mengeluarkan zat terlarut (*solute*) ke dalam pelarut (*solvent*) (Navas et al., 2012). Namun, penggunaan waktu yang terlalu lama perlu dihindari karena dapat meningkatkan degradasi senyawa antosianin.

Nilai pH

Hasil analisa rerata pH dari ekstrak kulit buah naga merah berkisar antara 2,73 – 3,23. Grafik rerata nilai pH ekstrak peekat antosianin kulit buah naga merah akibat pengaruh Waktu Pemanasan dengan *Microwave* dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat), ditunjukkan pada **Gambar 3**.



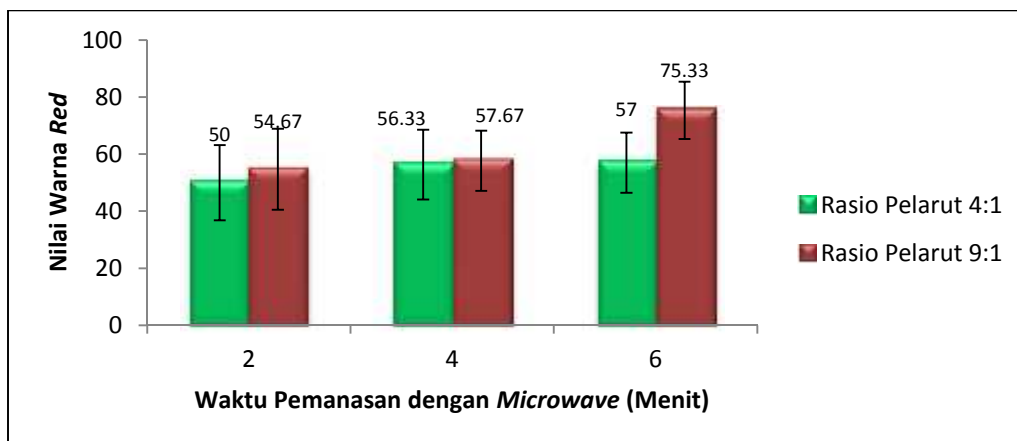
Gambar 3. Grafik Rerata Nilai pH Ekstrak Peekat Kulit Buah Naga Merah terhadap Perlakuan Waktu Pemanasan dengan *Microwave* dan Penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat)

Penambahan asam sitrat sangat berpengaruh terhadap nilai pH. Nilai pH cenderung mengalami penurunan seiring dengan waktu pemanasan dengan *microwave*. Rerata nilai pH tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan waktu pemanasan dengan *microwave* 2 menit dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) 9:1, yaitu 3,23. Sedangkan rerata nilai pH terendah diperoleh pada perlakuan lama ekstraksi 6 menit dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) 4:1, yaitu 2,73. Hasil analisa ragam terhadap nilai pH menunjukkan bahwa perlakuan waktu pemanasan dengan *Microwave* dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) memberikan pengaruh nyata ($r = 0.05$) terhadap nilai pH ekstrak pekat antosianin kulit buah naga merah, namun tidak terjadi interaksi antara kedua perlakuan tersebut.

Semakin rendah nilai pH maka antosianin akan lebih stabil. Sesuai dengan pendapat Pareira (2008) bahwa penambahan asam sitrat sebesar 5% dapat meningkatkan rendemen ekstrak antosianin sebesar 15% dan menurunkan pH sehingga antosianin pada bahan lebih stabil. Peningkatan nilai pH menunjukkan bahwa warna antosianin semakin memudar karena kation flavilium yang berwarna merah mengalami hidrasi menjadi karbinol tidak berwarna karbinol. Hal ini menyebabkan antosianin cepat rusak pada kondisi pH tinggi. Semakin lama waktu ekstraksi maka semakin rendah nilai pH yang dihasilkan. Menurunnya nilai pH akibat pengaruh waktu pemanasan dengan *Microwave* dikarenakan adanya asam-aam organik yang terdapat dalam kulit buah naga merah ikut terekstrak. Menurut Salisbury & Ross (1995) asam-asam organik tersebut tersimpan pada organ tanaman dapat berperan sebagai cadangan energi yang siap digunakan setelah organ tersebut dipisahkan dari tanaman.

Warna RGB

Nilai *Red* dinyatakan sebagai tingkat warna merah yang terdapat pada sampel, *Green* sebagai warna hijau dan *Blue* sebagai warna biru. Dengan nilai 0 untuk hitam (gelap) dan 255 untuk nilai putih (terang). Rerata nilai *Red* dari ekstrak kulit buah naga merah berkisar antara 50 – 75,33. Grafik rerata pengaruh Waktu Pemanasan dengan *Microwave* dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) terhadap nilai *Red* ditunjukkan pada **Gambar 4**.

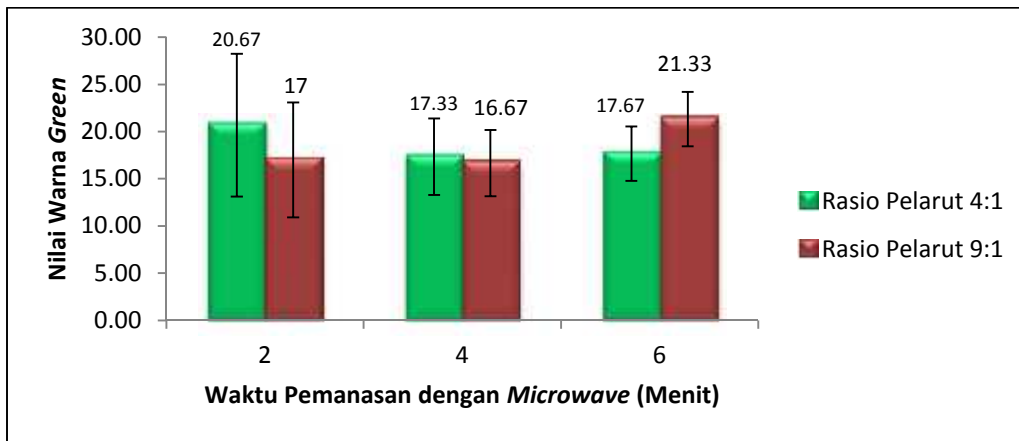


Gambar 4. Grafik rerata nilai *Red* pada uji RGB Ekstrak Pekat Kulit Buah Naga Merah terhadap perlakuan Waktu Pemanasan dengan *Microwave* dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat)

Rerata nilai R tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan waktu pemanasan dengan *microwave* 6 menit dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) 9:1, yaitu 75,33. Sedangkan rerata nilai R terendah diperoleh pada perlakuan waktu pemanasan dengan *microwave* 2 menit dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) 4:1, yaitu 50. Hasil analisa ragam terhadap rerata nilai R menunjukkan bahwa perlakuan waktu pemanasan dengan *Microwave* dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) tidak memberikan pengaruh nyata ($r = 0.05$) terhadap nilai *Red* pada ekstrak pekat kulit buah naga merah.

Semakin lama waktu pemanasan dengan *Microwave* semakin meningkatkan nilai Red (semakin cerah). Begitu pula sebaliknya, semakin pendek waktu pemanasan dengan *Microwave* maka semakin rendah nilai *Red* yang dihasilkan (semakin gelap). Hal ini sesuai dengan pernyataan Madhavi *et al.*, (1996) dalam Nuciferani (2004), yang mengemukakan bahwa antosianin merupakan salah satu zat pewarna alami berwarna kemerah-merahan yang larut dalam air dan tersebar luas di dunia tumbuh-tumbuhan.

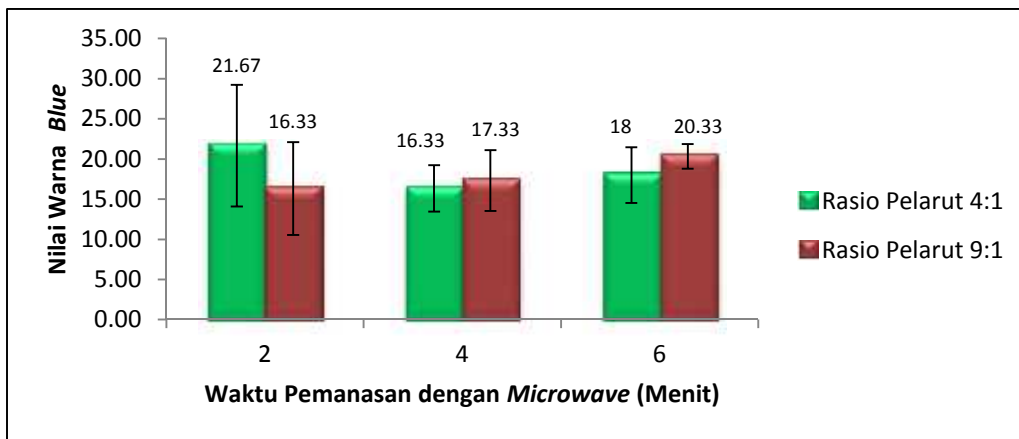
Rerata nilai *Green* dari ekstrak kulit buah naga merah berkisar antara 16,67 – 21,33. Grafik rerata pengaruh perlakuan Waktu Pemanasan dengan *Microwave* dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) terhadap nilai warna *Green* RGB ditampilkan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Grafik rerata nilai *Green* pada uji RGB Ekstrak Pekat Kulit Buah Naga Merah terhadap Perlakuan Waktu Pemanasan dengan *Microwave* dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat)

Rerata nilai *Green* tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan waktu pemanasan dengan *microwave* 6 menit dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) 9:1, yaitu 21,33. Sedangkan rerata nilai *Green* terendah diperoleh pada perlakuan waktu pemanasan dengan *microwave* 4 menit dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) 9:1, yaitu 16,67. Hasil analisa ragam terhadap rerata nilai *Green* menunjukkan bahwa perlakuan waktu pemanasan dengan *Microwave* dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) tidak memberikan pengaruh nyata ($r = 0.05$) terhadap nilai *Green* pada ekstrak pekat kulit buah naga merah.

Rerata nilai *Blue* dari ekstrak kulit buah naga merah berkisar antara 16,33 – 21,67. Grafik rerata pengaruh perlakuan Waktu Pemanasan dengan *Microwave* dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) terhadap nilai warna *Blue* RGB ditampilkan pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Grafik rerata nilai *Blue* pada uji RGB Ekstrak Pekat Kulit Buah Naga Merah terhadap Perlakuan Waktu Pemanasan dengan *Microwave* dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat)

Rerata nilai *Blue* tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan waktu pemanasan dengan *microwave* 2 menit dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) 4:1, yaitu 21,67. Sedangkan rerata nilai *Blue* terendah diperoleh pada perlakuan waktu pemanasan dengan *microwave* 2 menit dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) 9:1, yaitu 16,33. Hasil analisa ragam terhadap rerata nilai *Blue* menunjukkan bahwa perlakuan waktu pemanasan dengan *Microwave* dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) tidak memberikan pengaruh nyata ($r = 0.05$) terhadap nilai *Blue* pada ekstrak pekat kulit buah naga merah.

Secara kasat mata warna antosianin kulit buah naga merah yang nampak adalah merah tua (merah gelap). Warna merah gelap yang dihasilkan merupakan perpaduan antara warna hijau dan biru. Nilai *Red*

yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan nilai *Green* dan *Blue* sehingga warna yang dihasilkan dominan merah.

Perlakuan Terbaik

Pada penelitian ini, penentuan perlakuan terbaik dengan menggunakan indeks efektivitas. Penentuan perlakuan terbaik dengan memberikan bobot nilai pada setiap parameter, menghitung nilai efektivitas, kemudian nilai produk dari semua parameter pada masing-masing kelompok dijumlahkan dan perlakuan yang memiliki nilai NP tertinggi adalah kelompok terbaik. Perlakuan terbaik pada penelitian ini ekstraksi antosianin dari ekstrak pekat kulit buah naga merah pada waktu pemanasan dengan *microwave* 6 menit dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) 4:1 menghasilkan rendemen sebesar 0,5681 g/g; total antosianin sebesar 28,109 mg/100 gram; pada pH 2,73 dan nilai *Red* 57; nilai *Green* 17,67; nilai *Blue* 18.

Ekstraksi menggunakan pemanasan dengan *Microwave* menghasilkan rendemen dan kadar antosianin yang cukup tinggi dari penelitian sebelumnya. Perbandingan hasil analisa pada penelitian ini dengan penelitian terdahulu ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Perbandingan Perlakuan Terbaik dengan Penelitian Terdahulu

Parameter	Hasil Penelitian (Ingrath, 2015)	Tri Hidayah (2014)	Maria de Lourdes <i>et al.</i> (2013)	Enri Nugraheni S. (2010)	Citramukti (2008)
Metode	<i>Microwave</i>	Maserasi	HPLC	-	-
Rendemen	0,57 g/g	-	-	15,68 % (b/b)	10,02 %
Kadar Antosianin	28,11 mg/100g	8,3556 mg/100 g	44.3865 mg/100 g	0,15 mg/100 g	1,1 mg/100ml
pH	2,73	2-5	4	4,15	1,91
Warna RGB	57; 17,67; 18	-	-	-	-
Warna L*a*b	12	-	-	38,70	25,6

KESIMPULAN

Ekstrak antosianin kulit buah naga merah terbaik diperoleh pada perlakuan dengan lama ekstraksi 6 menit dan penambahan rasio pelarut (aquades : asam sitrat) 4:1 menghasilkan total antosianin sebesar rendemen sebesar 0,57 g/g; 28,11 mg/100 gram; pada pH 2,73 dan nilai *Red* 57; nilai *Green* 17,67; nilai *Blue* 18.

DAFTAR PUSTAKA

- Delazar, A., Nahar, L., Hamedeyazdan, S., and S. D. Sarker. 2012. *Microwave- Assisted Extraction in Natural Products Isolation*. Di dalam Satyajit D. Sarker and Lutfun Nahar (eds). *Natural Products Isolation, Methods in Molecular Biology, vol. 864*. Springer Science : New York
- Fennema, O.R. 1996. *Food Chemistry*. Marcell dekker Inc. New York
- Pareira, Macklin. 2008. *Pemanfaatan Kulit Buah Manggis untuk Dijadikan Pewarna Alami*. <http://www.macklin.onbuk.com/2008/12/pemanfaatankulit-buah-manggis-untuk-dijadikan-bahan-pewarna-alami/>. Diakses pada 17 januari 2015.
- Harborne, J B. 1987. *Metode Fitokimia*. Bandung : Penerbit ITB

- Navas, M. J., Jiménez-Moreno, A. M., Bueno, J. M., Sáez-Plaza, P., and A. G. Asuero. 2012. *Analysis and Antioxidant Capacity of Anthocyanin Pigments. Part IV: Extraction of Anthocyanins. Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 42:313-342
- Nuciferani, Niken Mahargyantini. 2004. *Potensi Pigmen Antosianin Bunga Mawar (Rosa Sp)Sortiran sebagai Zat Warna dan Antioksidan Alami pada Produk Yoghurt dan Sari Buah Jeruk (Kajian Warna Bunga dan Umur Simpan)*. <http://digilib.umm.ac.id>. Diakses pada 20 Januari 2015.
- Routray, Routray, W. and V. Orsat. 2012. *Microwave-Assisted Extraction of Flavonoids: A Review*. *Food Bioprocess Technol*, 5:409–424.
- Salisbury, F.B., dan C.W. Ross. 1995. *Fisiologi tumbuhan*. Jilid 1 Terjemahan Diah R. Lukman dan Sumaryo. ITB, Bandung