

**Produksi Ekstrak Bioaktif Untuk Aditif Pangan Dari Limbah Kulit Buah Naga:
Pengaruh Metode Pre-Treatment Dan Ekstraksi*****Production of Bioactive Materials for Food Additives from Dragon Fruit Skin Extracts:
Effect of Pre-treatment and Extraction Methods***Dian Shofinita^{1,2*}, Yazid Bindar^{1,2}, Ardiyan Harimawan², Arwinda Aprillia Jaelawijaya¹, Mifta Fawwaz¹¹Department of Food Engineering, Faculty of Industrial Technology, Institut Teknologi Bandung, Jalan Let. Jen. Purn. Dr. (HC). Mashudi No. 1. Jalan Raya Jatinangor KM 20,75, Sumedang 45363, Indonesia²Department of Chemical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesa No. 10, Bandung 40132, Indonesia

*Corresponding Author: shofi@che.itb.ac.id

Received: 2020-12-18

Received in revised: 2020-5-4

Accepted: 2020-5-15

Available online: 2020-5-31

Abstract

Dragon fruit is one of the tropical fruits can be grown in Indonesia. The skin of dragon fruit, which is accounted for 30-35% of the whole fruit usually thrown away as waste. This study aims to produce a bioactive extract from extraction of dragon fruit skin that is rich in phenolic and pigment compounds then it used as food additives. The variation that was used in this study includes the application of drying as pre-treatment of dragon fruit skin and the extraction methods (maceration and Soxhlet extraction). The obtained extracts were evaluated for the amount of total phenolic compounds and pigments (anthocyanin and betacyanin). Drying of dragon fruit skin was found to yield lower amounts of bioactive materials, which may occur due to the thermal degradation even though a low drying temperature was used. In addition, the maceration method was found to give a higher amount of bioactive materials compared with the Soxhlet method. The extraction with the highest yield of bioactive materials was obtained by the use of fresh dragon fruit skin and maceration for 240 minutes, which gave amounts of anthocyanin, betacyanin, and total phenolic compounds of 0.08, 0.04, dan 0.35 mg/g fresh dragon fruit skin, respectively.

Keywords: Extraction, antioxidant, natural colorant, food additive, drying.

Abstrak (Indonesian)

Buah naga adalah salah satu buah yang dapat tumbuh di Indonesia. Kulit buah naga, yang merupakan 30-35% dari massa buah, biasanya dibuang sebagai limbah. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa kulit buah naga mengandung material bioaktif, antara lain senyawa antioksidan, senyawa fenolik, dan pigmen alami (antosianin dan betasianin). Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan ekstrak bioaktif melalui proses ekstraksi kulit buah naga yang kaya akan senyawa fenolik dan pigmen alami sehingga dapat digunakan sebagai aditif pangan. Variasi yang digunakan antara lain adanya perlakuan awal kulit buah naga dan metode ekstraksi (maserasi dan ekstraksi Soxhlet). Ekstrak yang diperoleh selanjutnya dievaluasi kandungan senyawa fenolik total dan kandungan pigmennya (antosianin dan betasianin). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengeringan awal kulit buah naga dapat menurunkan kandungan senyawa bioaktif, yang dapat terjadi akibat degradasi termal meskipun temperatur pengeringan rendah digunakan. Selain itu, metode maserasi menghasilkan kandungan senyawa bioaktif yang lebih tinggi dalam ekstrak dibandingkan dengan metode Soxhlet. Perolehan senyawa bioaktif tertinggi dihasilkan oleh ekstraksi dengan kulit buah naga segar menggunakan metode maserasi selama 240 menit, yang memberikan kandungan antosianin, betasianin, dan senyawa fenolik total berturut-turut sebesar 0,08; 0,04; dan 0,35 mg/g kulit buah naga segar.

Kata Kunci: Ekstraksi, antioksidan, pewarna alami, aditif pangan, pengeringan.

PENDAHULUAN

Tanaman buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) merupakan tanaman yang berasal dari Meksiko, Amerika Tengah, dan Amerika Utara. Tanaman ini selanjutnya dibawa oleh orang Perancis pada tahun 1870-an ke Vietnam dan tersebar ke negara-negara di Asia, termasuk Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara tempat tanaman buah naga dapat bertumbuh. Di Indonesia, tanaman buah naga merah paling banyak dibudidayakan di daerah Kalimantan Timur.

Buah naga terdiri atas kulit buah dan daging buah. Daging buah naga telah dimanfaatkan untuk dikonsumsi, sebagai buah potong atau jus. Kulit buah naga mencapai 30- 35% berat buah. Namun, kulit buah naga jarang dimanfaatkan sehingga sering menjadi limbah. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa kulit buah naga memiliki kandungan-kandungan yang bermanfaat. Kandungan kulit buah naga yang dapat dimanfaatkan antara lain adalah kandungan antioksidan dan pigmen alami. Pigmen digunakan dalam industri pangan untuk menambah daya tarik produk. Selain itu, beberapa pigmen alami, seperti antosianin dan betasianin, termasuk ke dalam senyawa flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan.

Menurut penelitian Wu dkk. (2006) kulit buah naga memiliki aktivitas antioksidan yang lebih besar dibandingkan pada daging buahnya, sehingga kulit buah naga berpotensi untuk dikembangkan menjadi sumber antioksidan alami. Antioksidan yang terkandung dalam kulit buah naga antara lain vitamin C, flavonoid, tanin, alkaloid, steroid, dan saponin (Noor dkk., 2016). Antioksidan berfungsi sebagai penangkal radikal bebas. Antioksidan alami sering ditambahkan ke dalam bahan pangan dengan tujuan memperpanjang umur simpan bahan pangan (Shofinita dan Langrish, 2016). Proses ekstraksi antioksidan dari buah dan limbah buah sudah pernah diteliti sebelumnya, seperti dari kulit jeruk, buah kawista, biji kesumba keling, dan buah rukam (Shofinita dkk., 2015; Fadiyah dkk., 2020; Souhoka dkk., 2019; Rustiah dan Umriani, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan ekstrak kulit buah naga yang kaya akan kandungan antioksidan dan pigmen alami sehingga dapat digunakan untuk bahan aditif makanan yang aman. Variasi yang digunakan adalah adanya *pretreatment* berupa pengeringan pada kulit buah naga pada 50 °C dan metode ekstraksi (maserasi dan ekstraksi Soxhlet). Ekstrak yang dihasilkan diuji kandungan pigmen (antosianin dan betasianin) dan senyawa fenoliknya.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain spektrofotometer UV-Vis, *hotplate*, dan set ekstraktor Soxhlet. Bahan yang digunakan antara lain buah naga yang diperoleh dari supermarket lokal di Jatinangor, Jawa Barat. Metode analisis dilakukan dengan menggunakan beberapa bahan antara lain: reagen Folin Ciocalteu (Merck), senyawa Na_2CO_3 (Bratachem), dan senyawa asam galat (Sigma Aldrich).

Prosedur Kerja

Ekstraksi padat cair kulit buah naga

Buah naga disiapkan dengan dicuci, dikupas, dan dipotong dengan pisau. Jenis kulit buah naga yang diekstrak divariasikan, yaitu tanpa *pre-treatment* (menggunakan kulit buah naga segar) dan dengan *pre-treatment* berupa pengeringan kulit buah naga. Pengeringan kulit buah naga dalam pemanggang dilakukan pada temperatur 50 °C selama 22 jam untuk mengurangi kandungan air dalam kulit.

Buah naga yang sudah melalui *pre-treatment* maupun tanpa *pre-treatment* selanjutnya dicacah dengan menggunakan blender hingga berbentuk pasta. Pasta tersebut kemudian dicampurkan dengan pelarut berupa air dengan rasio pelarut dan padatan sebesar 1. Dua variasi metode ekstraksi dilakukan dalam penelitian ini, yaitu dengan metode maserasi dan ekstraksi Soxhlet. Maserasi dilakukan dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* pada kecepatan 150 rpm selama 4 jam pada suhu ruang. Ekstraksi dengan Soxhlet dilakukan selama 3 siklus atau 120 menit. Ekstrak hasil perendaman selanjutnya dipisahkan dengan menggunakan kertas saring dan disimpan hingga pengujian.

Pengujian kandungan total senyawa fenolik

Kandungan senyawa fenolik diukur dengan reagen Folin Ciocalteu dan diikuti dengan penambahan 7,5%-b/v Na_2CO_3 . Larutan kemudian diinkubasi selama 30 menit pada temperatur ruang dalam kondisi gelap. Absorbansi larutan selanjutnya diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 765 nm. Jumlah kandungan fenolik diperoleh dari persamaan kurva kalibrasi dengan menggunakan senyawa asam galat sebagai standar. Kandungan fenolik dinyatakan dalam satuan mg ekuivalen asam galat/g kulit buah naga.

Pengujian kandungan pigmen (senyawa betasianin dan antosianin)

Sampel ekstrak cair yang dilarutkan dengan pelarut aqua DM dimasukkan ke dalam wadah

sampel. Absorbansi sampel ekstrak cair yang telah dilarutkan kemudian diukur dengan spektrofotometri dengan panjang gelombang untuk identifikasi betasianin dan antosianin berturut-turut sebesar 535 nm dan 520 nm. Kuantifikasi pigmen selanjutnya ditentukan dengan menggunakan persamaan 1.

$$K_b = \frac{A \times DF \times Mr \times V_d}{\epsilon \times L \times W_d} \quad (1)$$

dimana:

A = Nilai absorbansi pada panjang gelombang tertentu

DF = Faktor pengenceran

Mr = Berat molekul (550 g/mol untuk betasianin dan 449,2 g/mol untuk antosianin)

V_d = Volume larutan (mL)

ε = Koefisien atenuasi molar [60000 L/(mol . cm) untuk betasianin dan 26900 L/(mol . cm) untuk antosianin]

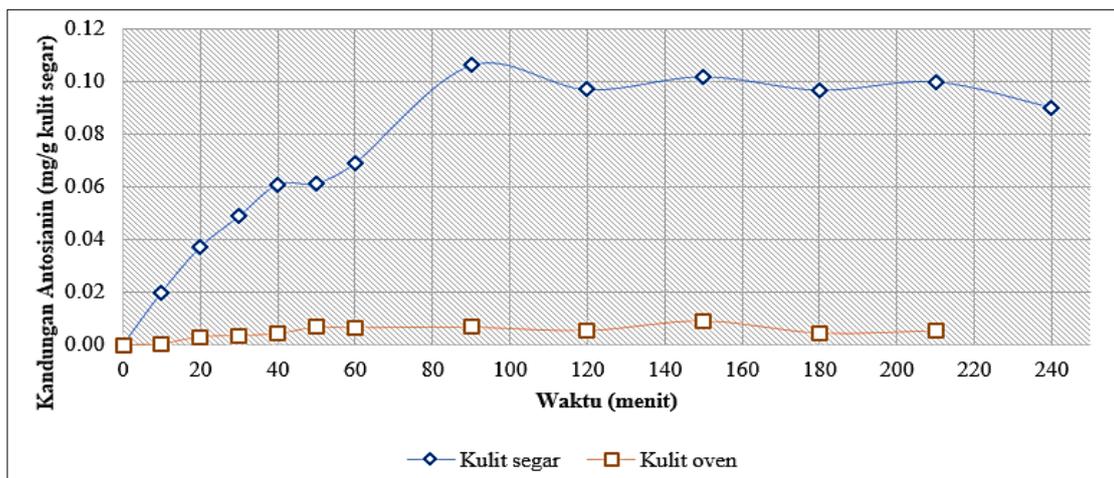
L = Panjang kuvet (1 cm)

W_d = Massa kulit buah (g)

menghasilkan perubahan kandungan air yang signifikan sehingga waktu pengeringan kulit ditambah. Dari proses pengeringan diketahui bahwa kandungan air (%-berat basah) dalam kulit buah naga sebesar 55±6%. Gambar 1, 2, dan 3 menunjukkan pengaruh waktu ekstraksi terhadap perolehan kandungan antosianin, betasianin, dan fenolik dalam ekstrak cair kulit buah hasil pengeringan dan kulit segar.

Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa kandungan antosianin dan betasianin untuk kulit segar dan kulit hasil pengeringan mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya waktu ekstraksi. Kandungan antosianin dan betasianin pada kedua variasi terus meningkat hingga waktu ekstraksi 90 menit dan cenderung konstan pada waktu ekstraksi selanjutnya. Kandungan antosianin tertinggi pada kulit buah segar adalah 0,1060 mg/g kulit segar pada menit ke-90, sedangkan pada kulit buah hasil pengeringan adalah 0,0090 mg/g kulit pada menit ke-180.

Hasil kandungan antosianin dalam ekstrak kulit



Gambar 1. Pengaruh pengeringan kulit buah naga terhadap kandungan antosianin dalam ekstrak (rasio padatan terhadap pelarut = 1:1, metode ekstraksi = maserasi, pelarut = air).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh *pre-treatment* pengeringan kulit buah naga terhadap kandungan bioaktif ekstrak

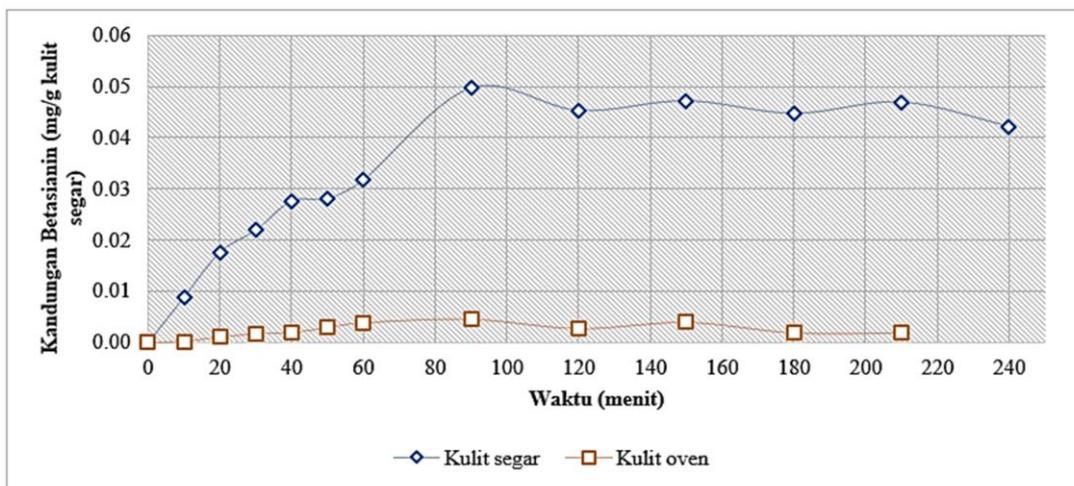
Pengeringan kulit buah naga dalam pemanggang dilakukan pada temperatur 50 °C selama 22 jam untuk mengurangi kandungan air dalam kulit. Temperatur 50 °C merupakan temperatur dimana antosianin diharapkan belum mengalami degradasi. Menurut Hillmann dkk. (2011) antosianin mengalami degradasi pada temperatur 70-90 °C. Pengeringan dilakukan selama 22 jam karena menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Purnomo dkk. (2016), pengeringan kulit dalam oven selama 18-21 jam tidak

buah naga segar berada pada rentang 0,020-0,106 mg antosianin/ g kulit segar, atau setara dengan 0,040-0,235 mg antosianin/g kulit kering. Nilai ini sesuai dengan yang sebelumnya telah dilaporkan oleh Lourdes dkk. (2013), dengan konsentrasi yang diperoleh sebesar 0,045 mg antosianin/ g kulit kering.

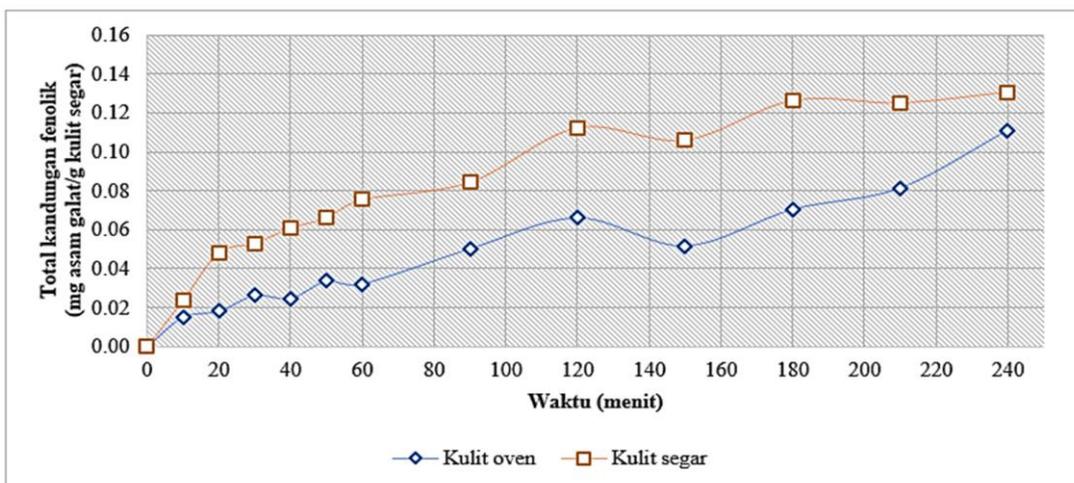
Gambar 2 menunjukkan kandungan betasianin paling tinggi berada pada waktu ekstraksi 90 menit yaitu 0,0538 mg/g kulit segar untuk kulit segar dan 0,0049 mg/g kulit oven untuk kulit yang dikeringkan. Hasil pengujian kandungan betasianin dalam ekstrak kulit buah naga segar berada pada rentang 0,009-0,054 mg betasianin/ g kulit segar. Nilai ini lebih

kecil bila dibandingkan dengan laporan dari Harivaindaran dkk. (2008) yang menyatakan kandungan betasianin dalam kulit buah naga merah sebesar 0,103 mg betasianin/ g kulit segar. Adapun perbedaan rentang kandungan antosianin dan betasianin hasil pengujian dan literatur dapat disebabkan oleh perbedaan sumber buah, lokasi perkebunan, tingkat kematangan, serta metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian (Shofinita dkk., 2015). Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa antosianin dan betasianin tetap mengalami degradasi akibat panas saat proses pengeringan dalam oven pada temperatur 50°C.

waktu. Hal ini sesuai dengan laporan dari Maslukhah, dkk. (2016) yang menyatakan bahwa semakin lama waktu kontak antara daun ketapang dan pelarut, semakin besar kandungan fenolik yang terlarut dalam pelarut hingga titik jenuh larutan tersebut. Total kandungan fenolik paling besar berada pada waktu ekstraksi 240 menit yaitu 0,1307 mg asam galat/g kulit segar untuk kulit segar dan 0,1489 mg asam galat/g kulit segar untuk kulit yang dikeringkan. Literatur sebelumnya menunjukkan bahwa kandungan fenolik dalam kulit buah naga sebesar 0,281 mg asam galat/ g kulit segar (Nurliyana, dkk. 2010). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan fenolik



Gambar 2. Pengaruh pengeringan kulit buah naga terhadap kandungan betasianin dalam ekstrak rasio padatan terhadap pelarut = 1:1, metode ekstraksi = maserasi, pelarut = air). (rasio padatan terhadap pelarut = 1:1, metode ekstraksi = maserasi, pelarut = air).



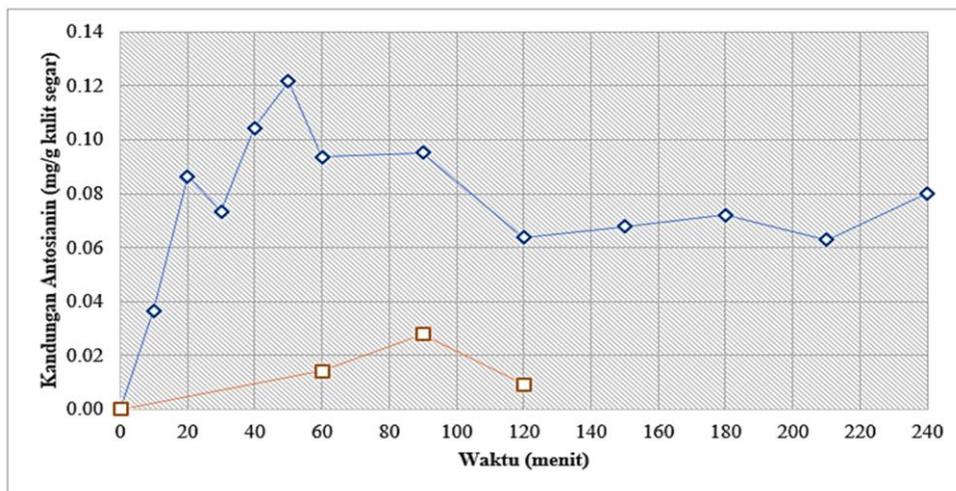
Gambar 3. Pengaruh pengeringan kulit buah naga terhadap kandungan senyawa fenolik dalam ekstrak (rasio padatan terhadap pelarut = 1:1, metode ekstraksi = maserasi, pelarut = air).

Total kandungan fenolik dalam ekstrak mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya

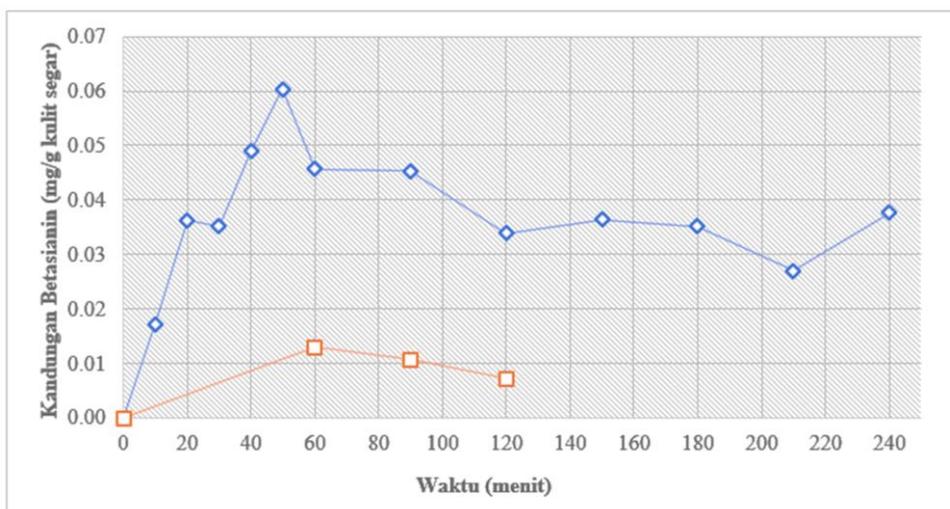
berada dalam rentang 0,024-0,139 mg asam galat/ g kulit segar. Nilai ini lebih kecil dibandingkan nilai

yang dilaporkan Nurliyana dkk. (2010). Ketidaksesuaian kandungan fenolik hasil penelitian dan literatur dapat disebabkan akibat perbedaan buah yang diuji, seperti tingkat kematangan buah yang menyebabkan perbedaan warna kulit dan iklim pertumbuhan buah (Shofinita dkk., 2015).

menggunakan panas pada waktu yang lama sehingga dapat merusak senyawa fenolik. Selain itu, kandungan air yang terdapat dalam dinding sel material segar dapat membantu proses ekstraksi senyawa fenolik, sedangkan pada material yang dikeringkan, seluruh komponen (membran dan organel sel) saling melekat



Gambar 4. Pengaruh metode ekstraksi terhadap kandungan antosianin dalam ekstrak kulit buah naga segar.



Gambar 5. Pengaruh metode ekstraksi terhadap kandungan betasianin dalam ekstrak kulit buah naga segar.

Hasil ekstraksi menunjukkan bahwa kandungan antosianin, betasianin, dan fenolik dalam kulit buah naga segar lebih banyak dibandingkan kulit buah naga yang dikeringkan. Li dkk. (2006) melaporkan tren yang sama dengan hasil penelitian ini, dimana kandungan senyawa fenolik untuk material yang dikeringkan lebih rendah daripada material segar. Dalam penelitiannya terkait ekstraksi senyawa fenolik dari kulit jeruk, Li dkk. (2006) menyatakan hal tersebut dapat terjadi akibat proses pengeringan

tanpa adanya air sehingga ekstraksi yang terjadi lebih sulit dan perolehan lebih rendah.

Namun, studi lain melaporkan kemungkinan tren yang berbeda dengan hasil penelitian ini. Harivaindaran dkk. (2008) menyatakan bahwa perolehan betasianin dalam ekstrak kulit buah naga meningkat seiring dengan peningkatan temperatur pengeringan. Kandungan betasianin tertinggi berada pada temperatur pengeringan 100 °C. Sampel ekstraksi hasil pengeringan 100 °C selama 5 menit

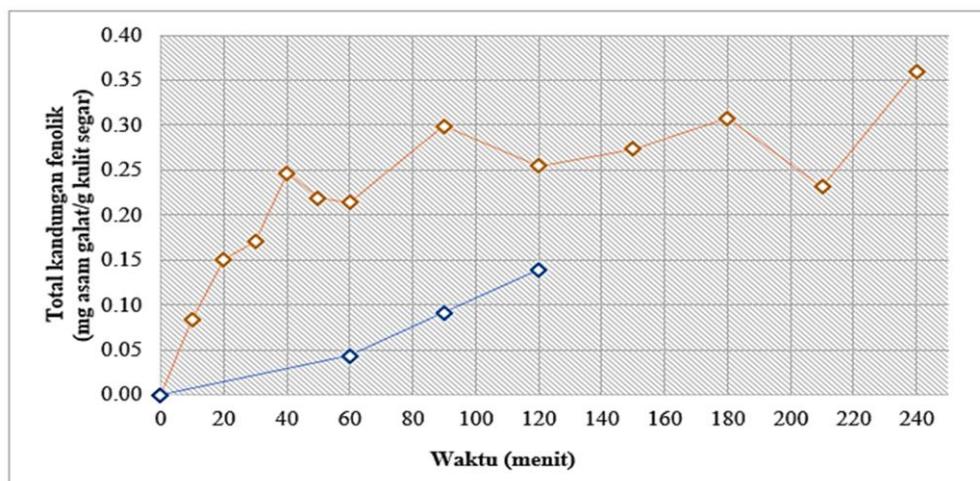
memiliki perolehan betasianin tertinggi walaupun telah terpapar pada panas temperatur tinggi. Hal ini disebabkan karena betasianin memiliki kemampuan untuk meregenerasi dengan cara rekondensasi produk hidrolisis (Stintzing dan Carle, 2007; Harivaindaran dkk., 2008). Hasil penelitian yang berkebalikan dari penelitian Harivaindaran dkk. (2008) disebabkan waktu pengeringan yang berbeda signifikan sehingga kandungan dalam ekstrak mungkin mengalami degradasi.

Pengaruh metode ekstraksi kulit buah naga terhadap kandungan bioaktif ekstrak

Data yang didapat dari variasi metode ekstraksi (Gambar 4 hingga 6) menunjukkan total kandungan antosianin, betasianin, dan fenolik yang terdapat pada ekstrak cair hasil soxhletasi berbeda signifikan dari total kandungan dalam ekstrak hasil maserasi. Total kandungan antosianin dengan metode maserasi berada dalam rentang 0,036-0,121 mg antosianin/ g kulit segar, sedangkan dengan metode soxhletasi berada dalam rentang 0,009-0,0278 mg antosianin/ g kulit segar. Total kandungan betasianin dengan metode maserasi berada dalam rentang 0,017-0,060 mg betasianin/g kulit segar, sedangkan dengan metode soxhletasi berada dalam rentang 0,007-0,013 mg betasianin/g kulit segar. Total kandungan fenolik dengan metode maserasi berada dalam rentang 0,083-0,359 mg asam galat/ g kulit segar, sedangkan dengan metode soxhletasi berada dalam rentang 0,043-0,139 mg asam galat/g kulit segar. Data tersebut menunjukkan bahwa total kandungan antosianin, betasianin, dan fenolik ekstrak hasil maserasi lebih banyak dibandingkan dalam ekstrak hasil soxhletasi.

Gambar 4 dan 5 menunjukkan bahwa ekstraksi dengan metode soxhletasi memiliki nilai tertinggi untuk setiap kandungan antosianin dan betasianin pada siklus yang berbeda, sedangkan pada metode maserasi nilai tertinggi untuk kandungan antosianin dan betasianin didapat pada waktu ekstraksi yang sama, yaitu pada menit ke-50. Pada metode soxhletasi, kandungan antosianin tertinggi didapat pada siklus ke-2 atau menit ke-90, sedangkan kandungan betasianin tertinggi didapat pada siklus ke-1 atau menit ke-60. Kandungan antosianin tertinggi pada metode soxhletasi sebesar 0,027 mg/g kulit segar, sedangkan pada metode maserasi sebesar 0,1216 mg/g kulit segar. Kandungan betasianin tertinggi pada metode soxhletasi adalah 0,0129 mg/g kulit segar, sedangkan pada metode maserasi adalah 0,0603 mg/g kulit segar. Kandungan antosianin dan betasianin dalam ekstrak hasil maserasi berbeda signifikan dengan ekstrak hasil soxhletasi. Hal ini disebabkan karena antosianin dan betasianin rentan terhadap temperatur tinggi sehingga total kandungan antosianin dan betasianin mengalami degradasi pada metode soxhletasi. Temperatur yang digunakan dalam metode soxhletasi merupakan titik didih dari air, yaitu 100 °C, sedangkan metode maserasi dilakukan pada temperatur ruang, yaitu 25 °C.

Kandungan fenolik hasil ekstraksi dengan metode maserasi dan soxhletasi disajikan pada Gambar 6. Total kandungan fenolik pada ekstrak hasil metode soxhletasi dan maserasi memiliki tren yang sama, yaitu terus meningkat seiring dengan bertambahnya waktu ekstraksi. Kedua metode memiliki total kandungan fenolik paling tinggi pada sampel pengujian terakhir. Kandungan fenolik



Gambar 6. Pengaruh metode ekstraksi terhadap kandungan senyawa fenolik dalam ekstrak kulit buah naga segar.

tertinggi pada metode soxhletasi sebesar 0,1394 mg asam galat/g kulit segar pada menit ke-120, sedangkan pada metode maserasi sebesar 0,3598 mg galat/g kulit segar pada menit ke-240. Hal ini disebabkan oleh kelarutan kandungan fenolik yang semakin lama semakin tinggi. Temperatur ekstraksi memberikan pengaruh nyata pada perolehan kandungan fenolik. Kandungan fenolik pada ekstrak hasil maserasi lebih besar hingga 2 kali dari kandungan fenolik pada ekstrak hasil soxhletasi. Peningkatan total kandungan fenolik seiring meningkatnya waktu sesuai dengan laporan yang dinyatakan oleh Sharma (2015) dimana pada enam varietas bawang bombay, total kandungan fenolik meningkat secara signifikan setelah pemanasan selama 30 menit pada 80, 100, dan 120 °C. Namun tren yang berbeda dilaporkan oleh Azofeifa dkk. (2015) yang menyatakan bahwa terjadi penurunan kandungan sianidin-3 glukosida, salah satu senyawa fenolik, dari 191 mg menjadi 181 mg/ g ekstrak ketika temperatur pasteurisasi dinaikkan dari 75 °C menjadi 92 °C dengan waktu yang sebentar pada temperatur tertinggi. Penurunan kandungan fenolik akibat pemanasan pasteurisasi juga dilaporkan oleh Gil-Izquierdo (2002) pada jus jeruk. Secara umum, jumlah kandungan fenolik meningkat ketika temperatur meningkat dari 120 °C hingga 140 °C. Namun, kandungan fenolik mulai menurun ketika temperatur terus meningkat (140-180 °C).

Proses seperti perebusan, penumisan, penggorengan, dan pemanggangan dapat dilakukan untuk melepaskan senyawa fenolik dari berbagai tanaman. Hal tersebut disebabkan akibat adanya pemotongan ikatan ester dan glikosil atau karena pembentukan produk reaksi Maillard sehingga kandungan senyawa fenolik meningkat setelah pemanasan. Namun, pemanasan sederhana tidak dapat memotong ikatan kovalen pada senyawa fenolik. Perbedaan kekuatan ikatan senyawa fenolik bergantung terhadap jenis tanaman (Lee dkk., 2003; Sharma dkk., 2015). Pengaruh temperatur ekstraksi total kandungan fenolik juga tidak dapat digeneralisasikan karena jenis tanaman yang berbeda mengandung jenis senyawa dengan karakteristik yang berbeda-beda (Spigno, 2007).

KESIMPULAN

Ekstrak kulit buah naga merah mengandung senyawa bioaktif berupa kandungan senyawa fenolik yang memiliki aktivitas antioksidan serta kandungan pigmen berupa senyawa antosianin dan betasianin. *Pre-treatment* berupa pengeringan kulit buah naga merah diamati menghasilkan ekstrak dengan

kandungan material bioaktif yang lebih rendah daripada penggunaan kulit buah naga segar. Selain itu, ekstraksi dengan metode maserasi menghasilkan kandungan material bioaktif yang lebih tinggi daripada dengan menggunakan metode Soxhletasi. Ekstraksi dengan kandungan bioaktif tertinggi dihasilkan dengan penggunaan kulit buah naga segar dan metode maserasi pada 240 menit, yaitu kandungan antosianin, betasianin, dan senyawa fenolik berturut-turut sebesar 0,08; 0,04; dan 0,35 mg/g kulit buah naga segar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai oleh Program Riset ITB tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Azofeifa, G., Quesada, S., Pérez, A.M., Vaillant, F., and Michel, A., 2015. Pasteurization of Blackberry Juice Preserves Polyphenol-Dependent Inhibition for Lipid Peroxidation and Intracellular Radicals, *J. Food Composition and Anal.*, 42, 56-62.
- Fadiyah, I., Lestari, I., and Mahardika, R., 2020. Kapasitas Antioksidan Ekstrak Buah Rukam (*Flacourtia Rukam*) Menggunakan Metode Microwave Assisted Extraction (MAE). *Indo. J. Chem. Res.*, 7 (2), 107-113.
- Gil-Izquierdo, A., Gil, M.I., and Ferreres, F., 2002. Effect of Processing Techniques at Industrial Scale on Orange Juice Antioxidant and Beneficial Health Compounds, *J. Agric. Food Chem.*, 50(18), 5107-5114.
- Harivaindaran, K.V., Rebecca, O.P.S., and Chandran, S., 2008. Study of Optimal Temperature, pH, and Stability of Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Peel for Use as Potential Natural Colorant, *Pakistan J. Biological Sci.*, 11(18), 2259-2263.
- Hillmann, M.C.R., Burin, V.M., and Bordignon-Luiz, M.T., 2011. Thermal Degradation Kinetics of Anthocyanins in Grape Juice and Concentrate, *Inter. J. Food Science & Technology*, 46, 1997–2000.
- Lee, S.-C., Kim, J.-H., Jeong, S.M., Kim, D.-R., Ha, J.-U., Nam, K.C., and Ahn, D.U., 2003. Effect of Far-Infrared Radiation on the Antioxidant Activity of Rice Hulls, *J. Agricultural and Food Chem.*, 51(15), 4400-4403.
- Li, B.B., Smith, B., and Hossain, M.M., 2006. Extraction of Phenolics from Citrus Peels: I. Solvent Extraction Method, *Separ., and Purification Tech.*, 48(2), 182-188.

- Lourdes, M. De, Abraham, J., Cortez, T., Duch, E.S., Lizama, A.P., Hernán, C., and Méndez, H., 2013. Extraction and Stability of Anthocyanins Present in the Skin of the Dragon Fruit (*Hylocereus undatus*), *Food and Nutrition Sci.*, 1221-1228.
- Maslukhah, L., Widyaningsing, T.D., Waziroh, E., Wijayanti, N., dan Sriherfyna, F.H., 2016. Faktor Pengaruh Ekstraksi Cincin Hitam (Mesona Palustris Bl) Skala Pilot Plant: kajian pustaka, *J. Pangan Dan Agroindustri*, 4(1), 245-252.
- Noor, M.I., Yuvita, E., and Zulfalina, 2006. Identifikasi Kandungan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah Menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR) dan Fitokimia, *J. Aceh Physics Soc.*, 5(1), 14-16.
- Nurliyana, R., Syed Zahir, I., Mustapha Suleiman, K., Aisyah, M.R., and Kamarul Rahim, K., 2010. Antioxidant Study of Pulps and Peels of Dragon Fruits: A Comparative Study, *Inter. Food Research J.*, 17, 367-375.
- Purnomo, B.E., Hamzah, F., and Johan, V.S., 2016. Pemanfaatan Kulit Nua Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*) sebagai Teh Herbal, *J. Online Mahasiswa Faperta*, 3(2), 1-10.
- Rustiah, W. dan Umriani, N., 2018. Uji Aktivitas Antioksidan Pada Ekstrak Buah Kawista (*Limonia Acidissima*) Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis, *Indo. J. Chem. Res.* 6 (1), 22-25.
- Souhoka, F., Hattu, N., dan Huliselan, M., 2019. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Biji Kesumba Keling (*Bixa Orellana L*), *Indo. J. Chem. Res.*, 7 (1), 25-31.
- Sharma, K., Ko, E.Y., Assefa, A.D., Ha, S., Nile, S.H., Lee, E.T., and Park, S.W., 2015. Temperature-dependent Studies on The Total Phenolics, Flavonoids, Antioxidant Activities, and Sugar Content in Six Onion Varieties, *J. Food and Drug Analysis*, 23(2), 243-252.
- Shofinita, D., Feng, S., and Langrish, T.A.G., 2015. Comparing Yields from The Extraction of Different Citrus Peels and Spray Drying of The Extracts, *Advanced Powder Tech.*, 26(6), 1633-1638.
- Shofinita, D. and Langrish, T.A.G., 2016. Redox (pro-Oxidant/Antioxidant) Balance in the Spray Drying of Orange Peel Extracts, *Drying Tech.*, 34(14), 1719-25.
- Spigno, G. and De Faveri, D.M., 2007. Antioxidants from Grape Stalks and Marc: Influence of Extraction Procedure on Yield, Purity and Antioxidant Power of The Extracts, *J. Food Engineering*, 78(3), 793-801.
- Stintzing, F.C., and Carle, R., 2007. Betalains – Emerging Prospects for Food Scientists, *Trends in Food Sci. & Tech.*, 18(10), 514-525.
- Wu, L., Hsu, H.W., Chen, Y. C., Chiu, C. C., Lin, Y.-I., and Ho, J.A., 2006. Antioxidant and Antiproliferative Activities of Red Pitaya, *Food Chemistry*, 95(2), 319-327.