

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

809a5b3ad4b11c25e278385bef95307bca83ae1bfa59bab5355f998d157e9192

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

UJI IN VITRO AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI EKSTRAK KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus*) (*In Vitro Antioxidant Activity Test From Red Dragon Fruit Peel Extract (Hylocereus polyrhizus)*)

Anastasia Wheni Indrianingsih¹, Dwi Ratih¹ & Nurina Indirayati¹

ABSTRACT

Recently plant extracts are naturally needed as additives. Many biological activities from plant extracts is important in the field of food and health. Red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) is one of the most popular fruits in Indonesia. However, it is unfortunate that the peel of the fruit is often only discarded and has not been utilized. In this study, the antioxidant activity of red dragon fruit peels with a 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity was carried out. Dragon fruit peel extract was obtained by maceration method with three variations of solvents i.e. hexane, ethyl acetate and ethanol. Scavenging radical activity assay was conducted in the concentration range of 100 to 800 ppm, with a good activity is the ethanol extract with 55.92% inhibition at 800 ppm concentration, followed by ethyl acetate extract as of 55.52% and hexane extract as of 35.39%. Characterization of dragon fruit peel extract was also carried out by infrared spectroscopy (FTIR) at wavelengths of 500-4000 cm^{-1} to determine the functional groups present in dragon fruit peel extract. The results obtained indicate that dragon fruit peels have the potential to be applied in the field of food and health because they have quite good antioxidant activity.

Keywords; antioxidants, DPPH, dragon fruit peel, maceration

ABSTRAK

Akhir-akhir ini, ekstrak tanaman merupakan zat tambahan alami yang sangat diperlukan. Banyak aktivitas biologi dari ekstrak tanaman dalam bidang pangan dan kesehatan. Buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) merupakan salah satu buah yang sangat diminati di Indonesia. Akan tetapi, sayang sekali bahwa kulit buahnya sering kali hanya dibuang dan belum dimanfaatkan. Dalam penelitian ini, aktivitas antioksidan kulit buah naga merah dengan uji radikal DPPH telah dilakukan. Ekstrak kulit buah naga diperoleh dengan metode maserasi dengan tiga variasi pelarut yakni heksan, etil asetat dan etanol. Persen *inhibisi* radikal bebas dilakukan pada range konsentrasi 100 sampai 800 ppm, dengan hasil yang paling bagus dimiliki oleh ekstrak etanol dengan persen inhibisi sebesar 55,92% pada konsentrasi 800 ppm, diikuti oleh ekstrak etil asetat sebesar 55,52% dan ekstrak heksan sebesar 35,39%. Karakterisasi ekstrak kulit buah naga juga dilakukan dengan spektroskopi infra merah (FTIR) pada panjang gelombang 500-4000 cm^{-1} untuk mengetahui gugus-gugus fungsional yang ada di dalam ekstrak kulit buah naga. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kulit buah naga berpotensi diaplikasikan dalam bidang pangan dan kesehatan karena memiliki aktivitas antioksidan yang cukup bagus.

Kata kunci; antioksidan, DPPH, kulit buah naga, maserasi

Author Institution : ¹Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam LIPI, Jl. Iogia - Wonosari, km 31, 5. Kec. Playen, 174 WNO, Gading II, Gading, Kec. Playen, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55861

Koresponding Author : anastasia.wheni.i@gmail.com

Articel History : Received 19 June 2020; received in revised form 8 July 2020; accepted 11 September 2020; Available online since 31 October 2020

I. PENDAHULUAN

Antioksidan sangat dibutuhkan oleh tubuh untuk menjaga kesehatan dengan menangkal radikal bebas. Antioksidan sintetik seperti BHA (butylated hydroxyanisole) dan BHT (butylated hydroxytoluene) secara luas digunakan dalam industri makanan karena kemampuannya dalam mencegah terjadinya kerusakan dan memperpanjang masa simpan makanan (Hotta et al, 2002). Akan tetapi, penggunaan antioksidan sintetik dapat meningkatkan resiko terjadinya kanker dan kerusakan hati pada manusia (Namiki, 1990). Mekanisme secara pasti dari terjadinya kanker ini belum diketahui, akan tetapi itu diduga sifat dari antioksidan sintetik lebih toksik dibandingkan dengan antioksidan alami (Bjelakovic et al., 2007). Oleh karena itu, sumber alternatif antioksidan alami sangat diperlukan. Beberapa contoh antioksidan alami yang bisa diperoleh dari sumber makanan yakni klorofil, vitamin C, flavonoid, likopen dan selenium (Silvia et al., 2016). Antioksidan alami dari buah, sayur, dan anggur, telah banyak dipelajari untuk kepentingan kesehatan (Cakar et al., 2016). Disamping buah, bagian lain tanaman seperti kulit batang, daun, kulit buah dan akar juga dimanfaatkan sebagai sumber antioksidan. Antioksidan dari hijau daun seperti bayam, daun jambu, daun strawberi (Wang & Lin, 2000).

Buah naga merupakan salah satu buah tropis di bawah famili kaktus, *Cactaceae*. Secara umum, ada dua spesies dari buah naga, yakni buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dan buah naga putih (*Hylocereus undatus*) (Sumaryani & Dharmadewi, 2018). Perbedaan keduanya terletak pada warna dan ukuran buah, serta warna dari daging buahnya. Kondisi iklim yang baik untuk

penanaman buah naga adalah iklim tropis kering atau subtropik dengan kondisi curah hujan yang cukup (Then, 2017). Untuk produksi buah, satu tanaman bisa menghasilkan empat sampai enam siklus pertahun dan buah dipanen ketika kulit memerah hampir 80% (Puspakumara et al., 2006). Antioksidan dari beberapa tipe buah sudah banyak dilakukan. Beberapa penelitian sebelumnya sudah menentukan tentang antioksidan dari buah manga, jambu, pepaya dan belimbing (Lim et al, 2007). Akan tetapi, penelitian tentang aktivitas antioksidan pada kulit buah dan biji biasanya belum banyak dilakukan karena popularitas yang rendah dan sulitnya dalam aplikasi secara komersial (Soong & Barlow, 2004).

Buah naga, seperti kebanyakan buah dan sayuran tropis, dipercaya kaya dengan antioksidan. Akan tetapi kadar antioksidan dan sifatnya secara spesifik dalam buah dan kulitnya masih kurang informasi. Akhir-akhir ini, banyak penelitian yang mengklaim tentang sifat antioksidan dari buah naga sebagai salah satu sumber yang potensial dalam bidang aditif makanan. Akan tetapi, masih sedikit studi tentang antioksidan dari spesies buah naga (*Hylocereus*) yang telah dilakukan (Mahattanatawee et al., 2006; Lim et al., 2007).

Buah naga biasanya dikonsumsi secara langsung atau diproses menjadi jus dengan limbah utama adalah kulitnya. Senyawa betalains pada daging buah naga dan spesies *Hylocereus* yang berwarna ungu merupakan senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan yang paling banyak (Esquivel et al., 2007) dan kami berhipotesis bahwa kulit buah naga juga memiliki aktivitas antioksidan yang serupa dengan buahnya. Di sisi lain, di Indonesia buah

naga banyak dijual supermarket maupun pasar lokal, maka studi lebih lanjut tentang manfaat buah naga sangat diperlukan. Kondisi ini mendorong dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan dari ekstrak kasar kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) dari daerah Sleman, Yogyakarta, dengan uji DPPH dan mengkarakterisasinya menggunakan spektroskopi infra merah (FTIR).

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) diperoleh dari daerah Sleman, Yogyakarta pada bulan Oktober 2018. DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), metanol, etanol, heksan dan etil asetat diperoleh dari Sigma-Aldrich.

B. Preparasi ekstrak kulit buah naga

Kulit buah naga dikeringkan menggunakan sinar matahari secara tidak langsung, diserbukkan dan diekstrak menggunakan heksan, etil asetat dan etanol (1:8 w/w) pada suhu ruang selama 2 hari. Filtrat dengan ketiga pelarut di atas kemudian dievaporasi menggunakan rotari evaporator untuk menghasilkan ekstrak kasar kulit buah naga.

C. Uji aktivitas antioksidan dengan DPPH

Sampel dilarutkan dengan metanol pada beberapa konsentrasi dan direaksikan dengan DPPH (1 mM dalam metanol) dan dibiarkan untuk bereaksi selama 30 menit di suhu ruang dalam kondisi gelap. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 517 nm dengan Elisa Reader (Yen & Chen, 1995). Kemampuan sampel dalam menangkap radikal bebas dikalkulasi dengan persamaan sebagai berikut:

Penangkapan radikal bebas (%) =
$$\left(\frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \right) \dots (1)$$

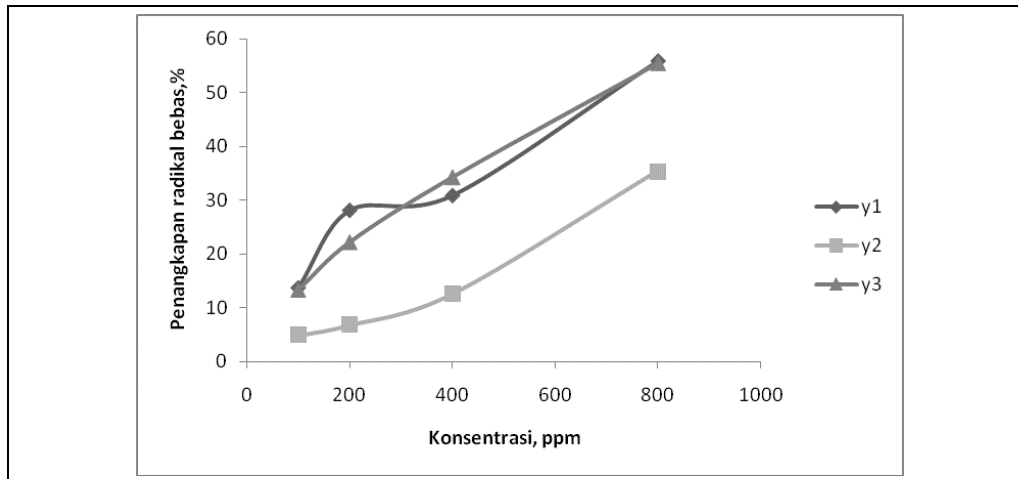
Di mana A_0 adalah absorbansi dari kontrol dan A_1 adalah absorbansi dari sampel. Konsentrasi IC₅₀ dari sampel dikalkulasi menggunakan analisis regresi dari grafik penangkapan radikal bebas (sumbu y) dan konsentrasi (sumbu x). Uji antioksidan ini dilakukan dengan tiga kali ulangan.

D. Analisis Spektra Infra Merah (FTIR)

Analisis FTIR digunakan untuk mengetahui jenis gugus-gugus fungsional yang ada di dalam kulit buah naga. Preparasi sampel dilakukan dengan mencampur sampel dengan pellet KBr sehingga tercapai ketebalan sekitar 0,5-1 mm. Analisis FTIR dilakukan dengan spektrometer Shimadzu 8201 PC (Jepang) dengan frekuensi antara 4000-500 cm⁻¹.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa metode variasi ekstraksi dari bahan alam telah banyak dilakukan, di antaranya penggunaan suhu ekstraksi. Sebuah studi menyatakan bahwa peningkatan suhu ekstraksi bahan alam bisa membantu dalam melunakkan sampel sehingga dinding sel tanaman juga lebih mudah dalam melepaskan senyawa aktif antioksidan (Spigno et al, 2007). Studi yang lain juga menyatakan bahwa durasi proses ekstraksi juga mempengaruhi senyawa aktif antioksidan yang bisa terambil (Chirinos et al, 2007). Pada penelitian ini, proses ekstraksi menggunakan maserasi pada suhu ruangan yang dilakukan untuk menjaga agar senyawa aktif tidak mengalami kerusakan pada suhu tinggi, walaupun durasi proses maserasinya menjadi lebih lama. Aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol, heksan dan etil asetat kulit buah naga diuji dengan uji DPPH. Hasil dari uji DPPH ini ditunjukkan pada Gambar 1.

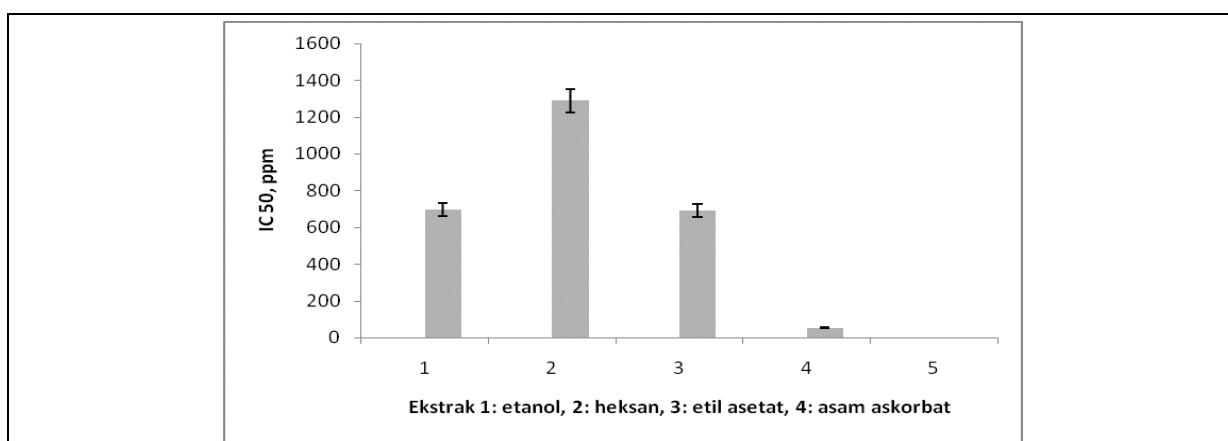


Gambar 1. Aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah naga dengan uji DPPH: y1: ekstrak etanol, y2: ekstrak heksan, y3: ekstrak etil asetat

Figure 1. Antioxidant activity of dragon fruit peel extract with DPPH test: y1: ethanol extract, y2: hexane extract, y3: ethyl acetate extract

Kapasitas penangkapan radikal bebas kulit buah naga berkisar antara 13,7-55,81% untuk ekstrak etanol; 4,8-35,4% untuk ekstrak heksan dan 13,4-55,5% untuk ekstrak etil asetat. Secara umum, kemampuan penangkapan radikal bebas oleh ekstrak kulit buah naga meningkat seiring dengan tingginya konsentrasi ekstrak. Konsentrasi penghambatan setengah (IC50) mengukur potensi dari suatu ekstrak/ senyawa untuk menghambat suatu kemampuan biologi atau biokimia secara spesifik sebanyak

50%. Pada penelitian ini grafik IC50 ditunjukkan pada Gambar 2. Dapat dilihat bahwa kemampuan penangkapan radikal bebas yang paling tinggi, ditandai dengan IC50 yang paling rendah yang dimiliki oleh ekstrak etil asetat sebesar 692 ppm, diikuti oleh ekstrak etanol sebesar 698 ppm, dan terakhir oleh ekstrak heksan sebesar 1289 ppm. Asam askorbat sebagai kontrol positif memiliki IC50 sebesar 52,21 ppm.



Gambar 2. Grafik IC50 dari ekstrak kulit buah naga terhadap aktivitas antioksidan melalui uji DPPH

Figure 2. IC50 graph of dragon fruit peel extract on antioxidant activity through DPPH test

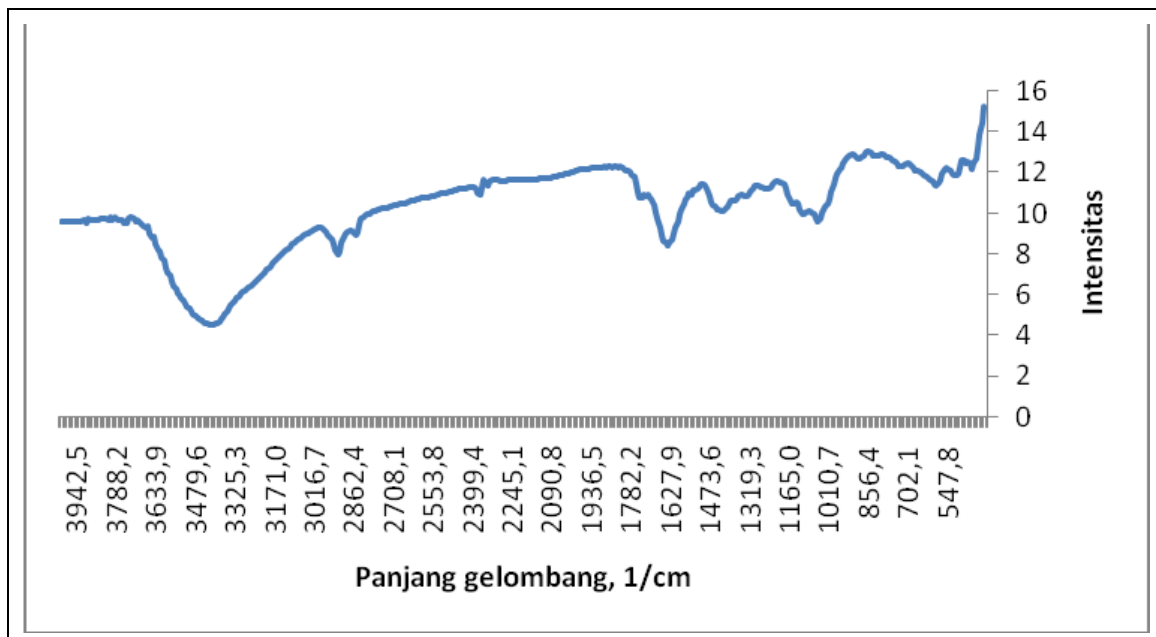
Asam askorbat digunakan sebagai kontrol positif dalam penelitian ini karena asam askorbat atau vitamin C secara umum banyak terdapat dalam berbagai macam jenis buah dan sayuran. Uji aktivitas antioksidan menggunakan penangkapan radikal bebas menyediakan informasi tentang kemampuan suatu senyawa antioksidan dalam mencegah spesies radikal dalam menyerang protein, asam lemak, DNA, asam amino, dan gula dalam sistem biologi atau sistem makanan. DPPH merupakan suatu radikal organik yang stabil dan sudah digunakan secara luas dalam penentuan aktivitas antioksidan suatu senyawa alam dengan cara yang mudah, sensitif dan cepat (Koleva et al., 2002 dan Ozcelik et al., 2003). Larutan DPPH berwarna ungu dengan puncak absorbansi pada 517 nm dan berubah warna menjadi kuning saat ada penangkap radikal dalam sistem dan ketika jumlah elektron yang ganjil dalam nitrogen di molekul DPPH sudah terpasangkan (Jasprica et al., 2007). Perbedaan kemampuan dalam menangkap radikal bebas pada tiga ekstrak kulit buah naga kemungkinan karena adanya perbedaan kandungan senyawa fenolik dalam ekstrak. Kemampuan penangkapan radikal bebas DPPH berasal dari kemampuannya untuk menerima elektron atau radikal hydrogen dan menjadi molekul yang stabil. Senyawa fenolik mampu memberikan atom hydrogen dan oleh karenanya merupakan suatu senyawa yang efektif dalam menangkap radikal bebas.

Ada berbagai jenis senyawa antioksidan dalam buah-buahan. Semua senyawa antioksidan berperan sebagai bahan yang menunda atau mencegah terjadinya oksidasi seluler yang disebabkan oleh spesies oksigen yang reaktif (Ajila et al., 2007). Dari beberapa jenis senyawa antioksidan yang terdapat dalam buah-buahan tropis diantaranya adalah senyawa fenolik, betalain dan karotenoid. Polifenol merupakan salah satu senyawa fenolik yang memainkan

peran penting dalam aktivitas antioksidan secara keseluruhan (Park et al, 2008). Polifenol seperti senyawa flavonoid bisa ditemukan dalam daging buah, kulit dan biji buah (Sir Elkhatim et al., 2018). Menurut Esquivel et al., 2007, senyawa betalain yang terdiri dari struktur fenolik dan non-fenolik memiliki kemampuan antioksidan dari spesies Hydroxyl. Senyawa betalain ini berbeda dengan senyawa antosianin karena mengandung nitrogen, dimana senyawa antosianin tidak memilikinya. Dari penelitian Manihuruk et al., 2017, secara uji kualitatif diketahui bahwa pada ekstrak kulit buah naga merah terdapat senyawa fenol hidrokuinon, flavonoid, triterpenoid, steroid, saponin dan tannin; sedangkan senyawa tannin tidak terdeteksi pada uji kualitatif ini. Adapun, uji kuantitatif senyawa fenol menghasilkan 31.12 mg/100 gram (ekuivalen dengan asam galat).

Spektroskopi infra merah digunakan untuk mendeteksi gugus-gugus fungsional yang terdapat dalam suatu senyawa. Pada penelitian ini, pengukuran spektra infra merah dilakukan pada panjang gelombang 4000-500 1/cm. Gambar 3. menunjukkan spektra infra merah dari kulit buah naga.

Spektra FTIR dari ekstrak kulit buah naga menunjukkan adanya serapan pita pada area sekitar 3425 cm⁻¹ yang merupakan vibrasi dari gugus hidroksil (OH). Pita absorpsi pada area sekitar 2924,1 menunjukkan adanya vibrasi C-H dari CH₂, sedangkan pita serapan pada 1718 cm⁻¹ menunjukkan adanya vibrasi dari C=O. Adapun pita serapan pada 1381, 1249, 1111, dan 1049 cm⁻¹ mengindikasikan adanya pita serapan dari C-O-C. Adanya pita absorpsi pada 756,10 cm⁻¹ kemungkinan mengindikasikan adanya asam palmitat yang terkonjugasi ke senyawa asam askorbat diheksadekanat, sesuai dengan literatur yang juga mempelajari tentang kulit buah naga (Vijayakumar et al, 2018).



Gambar 3. Spektra infra merah kulit buah naga

Figure 3. Infrared spectra of dragon fruit peel

Beberapa literatur telah mempelajari kandungan senyawa volatil yang terdapat pada ekstrak buah naga dengan menggunakan gas kromatografi-spektroskopi massa (GC-MS). Senyawa asam oktadekanoat dan fenol 2,4-bis(1,1-dimetiletill) yang terdapat pada ekstrak metanol kulit buah naga merah telah dilaporkan oleh Hor et al, 2012. Sementara itu, Luo et al, 2014, juga melaporkan adanya senyawa asam N-hexadekanoat metil ester dan asam oleat dari ekstrak kulit buah naga merah yang diperoleh menggunakan metode ekstraksi superkritikal karbondioksida. Analisis GC-MS ekstrak kulit buah naga merah oleh Vijayakumar et al, 2018 juga menemukan beberapa senyawa volatile seperti asam askorbat 2,6-dihexadekanoat sebagai senyawa mayor dengan jumlah terbanyak, yang diikuti oleh adanya senyawa asam 9-oktadekanoat metil ester, asam N-heksadekanoat metil ester, senyawa

siklopentasilopentene, 1-tetradekane, 1-heksadecene, asam oleat, asam laurat metil ester, benzene metanol, asam linoleat dan asam oktadekanoat. Penelitian terbaru dari Vijayakumar et al, 2020, menunjukkan bahwa dengan metode HPLC dan UPLC-QTOF/MS, beberapa senyawa dari ekstrak kulit buah naga telah terdeteksi, yakni rutin, asam fenolat yang terdiri dari asam galat dan asam sinapik, vitamin B2, serta beberapa senyawa flavonoid. Pada penelitian terdahulu, senyawa rutin juga telah ditemukan pada limbah buah naga dengan metode ekstraksi menggunakan microwave (Tenore et al, 2012; Ferreres et al, 2017). Beberapa hal ini menunjukkan potensi dari ekstrak limbah buah naga, akan tetapi perlu dilakukan isolasi lebih lanjut untuk memperoleh senyawa tunggal dan kemungkinan senyawa-senyawa baru yang terdapat pada ekstrak kulit buah naga.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Aktivitas dari ekstrak kulit buah naga telah dilakukan ujinya dengan metode DPPH. Hasil dari uji aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa ekstrak etil asetat dan ekstrak etanol memiliki kemampuan antioksidan yang bagus, sedangkan ekstrak heksan memiliki aktivitas antioksidan yang paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa kulit buah naga memiliki potensial yang tinggi sebagai sumber antioksidan alami dan bisa dikembangkan sebagai bahan alam secara berkelanjutan.

B. Saran

Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk memperoleh kemungkinan senyawa baru yang terdapat pada kulit buah naga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam LIPI atas fasilitas laboratoriumnya dan sebagian pendanaan dari kegiatan PRN Kemenristek/BRIN (No: 149/EI/PRN/2020). Kontributor dari penelitian ini adalah penulis pertama melakukan penelitian, analisis data, dan penulisan paper; penulis kedua dan ketiga melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Ajila, C.M., Naidu, K.A., Bhat, S.G. & Prasada R.U.J.S. (2007). Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. *Food Chemistry* 105, 982-988.

Bjelakovic, G., Nikolova, D., Glud, L.L., Simonetti, R.G., Glud, C. (2007). Mortality in randomized trials of antioxidant supplements for primary and secondary prevention: systematic

review and meta-analysis. *J Amr Med Med Ass*, 297(8), 842-857.

Cakar, U.D., Petrović, A.V., Zivkovic, M.B., Vajs, V.E., Milovanovic, M.M., Zeravik, J. Djordjevic, B.I. (2016). Phenolic profile of some fruit wines and their antioxidant properties. *Hemijaska industrija*, 70, 2-2.

Chirinos, R., Rogez, H., Campos, D., Pedreschi, R., & Larondelle, Y. (2007). Optimization of extraction conditions of antioxidant phenolic compounds from mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) tubers. *Sep. Purif. Technol.* 55, 217-225.

Esquivel, P., Stintzing, F. C. & Carle, R. (2007). Phenolic compound profiles and their corresponding antioxidant Capacity of purple pitaya (*Hylocereus* sp.) genotypes. *Zeitschrift fur Natur forschung C, Journal of Biosciences* 62: 636-644.

F. Ferreres, C. Grosso, A. Gil-Izquierdo et al., "Optimization of the recovery of high-value compounds from pitaya fruit by-products using microwave-assisted extraction," *Food Chemistry*, vol. 230, pp. 463-474, 2017.

Hor, S.Y., Ahmad, M., Farsi, E., Yam, M.F., Hashim, M.A., Lim, C.P., Sadikun, A., & Asmawi, M.Z. (2012). Safety assessment of methanol extract of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*): Acute and subchronic toxicity studies. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 63, 106-114.

Hotta, H., Nagano, S., Ueda, M., Tsujino, Y., Koyama, J., Osakai, T. (2002). Higher radical scavenging activities of polyphenolic antioxidants can ascribe to chemical reactions following their

- oxidation. *Biochem Biophys Acta*, 1572, 123-132.
- Jasprica I, Bojic M, Mornar A, Besic E, Bucan K, Medic-Saric M. (2007). Evaluation of antioxidative activity of Croatian propolis samples using DPPH* and ABTS*+ stable free radical assays. *Molecules*. 12(5), 1006-1021.
- Koleva I.I., Van Beek T.A., Linssen J.P.H., Groot A De, Evstatieva, L.N. (2002). Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods. *Phytochem Anal*, 138-17.
- Lim, Y.Y., Lim, T.T. & Tee, J.J. (2007). Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. *Food Chemistry* 103, 1003-1008.
- Lim, Y.Y., Lim, T.T. dan Tee, J.J. (2007). Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. *Food Chem.* 103, 1003-1008
- Luo, H., Cai, Y., Peng, Z., Liu, T., & Yang, S. (2014). Chemical composition and in vitro evaluation of the cytotoxic and antioxidant activities of supercritical carbon dioxide extracts of pitaya (dragon fruit) peel. *Chem. Cent. J.* 8, 1.
- Mahattanatawee, K., Manthey, J. A., Luzio, G., Talcott, S. T., Goodner, K., Baldwin, E. A. (2006). Total Antioxidant Activity and Fiber Content of Select Florida-Grown Tropical Fruits. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 54, 7355-7363.
- Manihuruk, F.M., Suryati, T. & Arief, I.I. (2017). Effectiveness of the Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Peel Extract as the Colorant, Antioxidant, and Antimicrobial on Beef Sausage. *Media Peternakan* 40(1), 47-54
- Namiki, M. (1990). Antioxidants/antimutagens in food. *Food Sci Nutr* 29, 273-300.
- Ozcelik, O., Lee, J.H., Min, D.B. (2003). Effects of light, oxygen and pH on the absorbance of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl. *J of Food Sci*, 68, 487-490.
- Park, Y.S., Jung, S.T., Kang, S.G., Heo, B.G., Arancibia Avila, P., Toledo, F., Drzewiecki, J., Namiesnik, J. & Gorinstein, S. (2008). Antioxidants and proteins in ethylene-treated kiwifruits. *Food Chemistry* 107, 640-648.
- Pushpakumara, D.K.N.G., Gunasena, H.P.M & Kariyawasam, M. (2006). Flowering and Fruiting Phenology, Pollination Agents and Breeding System in *Hylocereus* spp. ((Dragon Fruit). Proceedings of The Peradeniya University Research Sessions, Sri Lanka Vol II November 30, 2006.
- Silvia, D., Katharina, K., Hartono, S.A., Anastasia V., & Susanto Y. (2016). Pengumpulan data base sumber antioksidan alami alternatif berbasis pangan lokal di Indonesia. *Surya Octagon Interdisciplinary Journal of Technology*, Maret 2016, 181- 198.
- Sir Elkhatim K.A., Elagib, R.A.A., Hassan, A.B. (2018). Content of phenolic compounds and vitamin C and antioxidant activity in wasted parts of Sudanese citrus fruits. *Food Nutr.* 2018;6(5):1214-1219.
- Soong, Y. & Barlow, P. J. (2004). Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chemistry* 88,

411-417.

Spigno, G., Tramelli, L., & De Faveri, D.M. (2007). Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics. *J. Food Eng.* 81, 200–208.

Sumaryani, N. & Dharmadewi, A. (2018). Analysis of Vitamin C Content of Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) and White Dragon Fruit (*Hylocereus undatus*) in Storage with Different Temperatures and Times. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences* 5, 249.

Tenore, G.C., Novellino, E., & A. Basile, A. (2012). Nutraceutical potential and antioxidant benefits of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) extracts, *J. Funct. Foods* 4(1), 129–136.

Then, K.H. (2017). Planting Density of Red Pitaya (*Hylocereus Polyrhizus*) to Achieve Optimum Yield Under Malaysia Weather Condition. *Int. J. Agric. Innov. Res.* 6, 2319-1473.

Vijayakumar R., Gani, S.S.A.G., Zaidan, U.H., dan Halmi, M.I.E. (2018). Optimization of the Antioxidant Potentials of Red Pitaya Peels and Its In Vitro Skin Whitening Properties. *Appl. Sci.*, 8, 1516; doi:10.3390/app8091516.

Vijayakumar, R., Gani, S.S.A., Zaidan, U.H., Halmi, M.I.E., Karunakaran, T., dan Mohd Razak Hamdan, M.R. (2020). Exploring the Potential Use of *Hylocereus polyrhizus* Peels as a Source of Cosmeceutical Sunscreen Agent for Its Antioxidant and Photoprotective Properties. *Evid. Based Complementary Altern. Med.* 2020, 1-12.

Wang, S.Y., dan Lin, H.S. (2000). Antioxidant Activity in Fruits and Leaves of Blackberry, Raspberry, and Strawberry Varies with Cultivar and Developmental Stage. *J Agric Food Chem* 48, 140–146.

Yen, G.C., Chen, H.Y. (1995). Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J Agric Food Chem* 43, 27–32.

