

Betasianin Analysis of Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) West Sumatra as A Natural Colorant

Amaliani Putri¹, Elsa Yuniarti^{1*}, Violita¹, Moralita Chatri¹

¹Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia;

Article History

Received : March 27th, 2025

Revised : April 10th, 2025

Accepted : April 23th, 2025

*Corresponding Author: **Elsa Yuniarti**, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia
Email:
drelsayuniarti@gmail.com

Abstract: The growing demand for natural food colorants, driven by consumer awareness of the health risks associated with synthetic additives, has increased the exploration of plant-based pigments. Betacyanin, a red-violet pigment in the betalain group, has drawn attention for its color stability and antioxidant properties. This study aimed to analyze the betacyanin content in the peel of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) from two cultivation areas in West Sumatra (Tanah Datar and Bukittinggi) as a potential natural food colorant. The dragon fruit peels were dried, ground into powder, and extracted using 10% citric acid solution. The extract was concentrated and analyzed using UV-Vis spectrophotometry. Results showed a significant difference in betacyanin levels between the two sources: Tanah Datar samples had an average of 28.48 ± 0.19 mg/100g, while Bukittinggi samples had 3.52 ± 0.07 mg/100g. These findings suggest that geographical and environmental factors significantly affect pigment accumulation. It is recommended that Tanah Datar dragon fruit peel be further developed as a natural colorant due to its high betacyanin content, supporting sustainable practices and waste reduction in food processing.

Keywords: Betacyanin, natural food colorant, *Hylocereus polyrhizus*, West Sumatra, UV-Vis spectrophotometry.

Pendahuluan

Warna merupakan atribut sensori penting yang mempengaruhi persepsi kualitas, preferensi, dan penerimaan konsumen terhadap produk pangan. Dalam industri pangan global, pewarna telah menjadi komponen esensial untuk meningkatkan daya tarik visual dan nilai estetika produk. Peningkatan kesadaran konsumen terhadap dampak kesehatan dari bahan tambahan sintetis telah menggeser preferensi ke arah pewarna alami yang dianggap lebih aman dan berpotensi memberikan manfaat kesehatan tambahan (Martins et al., 2016). Tren ini tercermin dalam pertumbuhan pasar pewarna alami global yang mencatat tingkat pertumbuhan tahunan majemuk (CAGR) sebesar 8,4% selama periode 2021-2028 (Grand View Research, 2021).

Betacyanin sebagai salah satu pigmen alami dari kelompok betalain menawarkan

potensi signifikan sebagai pewarna makanan. Berbeda dengan antosianin, betacyanin memiliki keunggulan stabilitas yang lebih baik pada rentang pH 3-7, memungkinkan aplikasinya pada berbagai jenis produk pangan (Belhadj Slimen et al., 2017). Selain berfungsi sebagai pewarna, betacyanin juga menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi, berkontribusi pada berbagai efek kesehatan seperti anti-inflamasi, kardioprotektif, dan hepatoprotektif (Rahimi et al., 2019). Di Indonesia, penggunaan betacyanin sebagai pewarna alami dalam produk pangan didukung oleh regulasi Peraturan BPOM No. 11 Tahun 2019 tentang Bahan Tambahan Pangan (BPOM, 2019).

Meskipun potensi betacyanin sebagai pewarna alami telah diakui, eksplorasi sumber-sumber lokal yang berkelanjutan masih terbatas. Kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) yang mencapai 30-35% dari total berat buah sering dibuang sebagai limbah dalam industri

pengolahan (Ibrahim et al., 2018). Faktanya, kulit buah naga mengandung konsentrasi betacyanin yang lebih tinggi dibandingkan dengan bagian dagingnya (Hua et al., 2021). Pemanfaatan kulit buah naga sebagai sumber betacyanin tidak hanya memberikan alternatif pewarna alami tetapi juga berkontribusi pada pengurangan limbah organik, sejalan dengan konsep ekonomi sirkular.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan betacyanin pada kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) varietas Sumatera Barat dari dua lokasi budidaya berbeda (Tanah Datar dan Bukittinggi) sebagai potensi pewarna alami. Kajian terhadap variasi geografis ini penting untuk mengidentifikasi sumber betacyanin optimal dan memahami faktor-faktor yang mempengaruhi akumulasi pigmen. Urgensi penelitian terletak pada kebutuhan industri pangan akan alternatif pewarna alami yang stabil, aman, dan memberikan nilai tambah bagi produk pertanian lokal, sekaligus mendukung pengelolaan limbah organik yang berkelanjutan.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Januari-Maret 2025 di Laboratorium Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Desain Penelitian

Populasi penelitian adalah buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) varietas Sumatera Barat yang dibudidayakan di dua lokasi berbeda: Kabupaten Tanah Datar (ketinggian 450-600 mdpl, suhu rata-rata 22-28°C) dan Kota Bukittinggi (ketinggian 900-950 mdpl, suhu rata-rata 18-24°C). Variabel bebas adalah asal geografis buah naga, sementara variabel terikat adalah kadar betasianin. Pengumpulan data dilakukan melalui ekstraksi dan pengukuran spektrofotometri menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1800).

Alat dan bahan

Alat yang digunakan meliputi tabung reaksi, pipet mikro, timbangan analitik, kaca arloji, spatula, pipet tetes, corong 50 mm, labu ukur 10 mL, *ultrasonic bath*, kertas saring, dan

spektrofotometer UV-Vis. Bahan yang digunakan antara lain kulit buah naga merah varietas Sumatera Barat (asal Batusangkar dan Bukittinggi), etanol PA, HCl, KCl, asam sitrat, natrium sitrat, dan aquadest (Priatni & Pradita, 2015).

Prosedur Penelitian

Preparasi sampel dimulai dengan pemisahan kulit buah naga dari daging buahnya. Kulit buah dipotong tipis dengan ukuran seragam ($\pm 0,5 \text{ cm}^2$), kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 24 jam hingga benar-benar kering. Sampel kering dihaluskan menggunakan blender dan diayak dengan ayakan untuk mendapatkan bubuk halus.

Ekstraksi betacyanin dilakukan dengan metode maserasi yang dimodifikasi dari metode Widyasanti et al. (2021). Sebanyak 100 g bubuk kulit buah naga direndam dalam larutan asam sitrat 10% dan aquadest dengan rasio 1:1000 (b/v). Perendaman dilakukan selama 4 hari pada suhu ruang ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) dalam kondisi gelap dengan pengadukan manual sekali sehari selama 5 menit. Filtrat dipisahkan menggunakan kertas saring Whatman dan dikentalkan menggunakan rotary vacuum evaporator pada suhu $\pm 50^\circ\text{C}$ hingga diperoleh ekstrak kental.

Analisis betasianin dilakukan menggunakan metode spektrofotometri yang dimodifikasi dari Priatni dan Pradita (2015). Sebanyak 1 g ekstrak kental dilarutkan dalam campuran etanol 70% dan HCl 1N (85:15) hingga volume mencapai 10 mL. Larutan divortex selama 30 detik, kemudian 1 mL larutan dicampur dengan 9 mL buffer sitrat pH 4,5. Kandungan betacyanin diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum dengan dua kali pengulangan untuk setiap sampel.

Analisis Data

Analisis betasianin dilakukan dengan melarutkan 1 g ekstrak dalam etanol 70% dan HCl 1N (85:15) hingga volume 10 mL, divortex, lalu dicampur dengan buffer sitrat pH 4,5. Kandungan betasianin diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum (Priatni & Pradita, 2015)

Hasil dan Pembahasan

Perbandingan kandungan betacyanin pada kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) varietas Sumatera Barat

Hasil penelitian menunjukkan perbedaan kandungan betacyanin yang signifikan antara sampel kulit buah naga dari dua lokasi budidaya di Sumatera Barat. Sampel dari Tanah Datar memiliki kandungan betacyanin yang jauh lebih tinggi dengan nilai rata-rata $28,48 \pm 0,19$ mg/100g dibandingkan dengan sampel dari Bukittinggi yang hanya mencapai $3,52 \pm 0,07$ mg/100g. Perbedaan ini menunjukkan bahwa faktor geografis dan lingkungan tumbuh memiliki pengaruh substansial terhadap akumulasi betacyanin dalam kulit buah naga.

Variasi kandungan betacyanin ini dapat dikaitkan dengan beberapa faktor lingkungan yang berbeda antara kedua lokasi. Ibrahim et al. (2018) menyatakan bahwa kandungan pigmen betalain dalam tanaman dipengaruhi oleh kondisi pertumbuhan seperti ketinggian, suhu rata-rata, intensitas sinar matahari, dan karakteristik tanah. Daerah Tanah Datar yang berada pada ketinggian sekitar 450-600 mdpl dengan suhu rata-rata $22-28^{\circ}\text{C}$ menyediakan kondisi optimal untuk biosintesis betacyanin. Sementara itu, Bukittinggi dengan ketinggian lebih tinggi (900-950 mdpl) dan suhu rata-rata lebih rendah ($18-24^{\circ}\text{C}$) mungkin kurang mendukung produksi betacyanin yang optimal.

Tabel 1. Perbedaan kadnungan betacyanin

Kode sampel	Kadar betasianin (mg/100gr)	Rata-rata
Bukit tinggi	3,47 3,57	$3,52 \pm 0,07$
Tanah datar	28,61 28,35	$28,48 \pm 0,19$

Faktor lain yang dapat mempengaruhi adalah perbedaan intensitas sinar matahari. Penelitian Hua et al. (2021) menunjukkan bahwa sintesis betacyanin dipengaruhi oleh paparan sinar UV, di mana intensitas cahaya yang lebih tinggi dapat menginduksi produksi betacyanin sebagai mekanisme perlindungan tanaman. Tanah Datar yang umumnya memiliki intensitas sinar matahari yang lebih tinggi mungkin menginduksi produksi betacyanin yang lebih tinggi pula pada kulit buah naga.

Faktor genetik juga dapat berperan dalam variasi kandungan betacyanin. Meskipun kedua sampel merupakan varietas Sumatera Barat, kemungkinan terdapat perbedaan dalam praktik budidaya dan seleksi bibit yang diterapkan di kedua lokasi. Penelitian Tenore et al. (2019) membuktikan bahwa praktik budidaya seperti irigasi dan pemupukan dapat mempengaruhi metabolisme sekunder tanaman, termasuk produksi betacyanin.

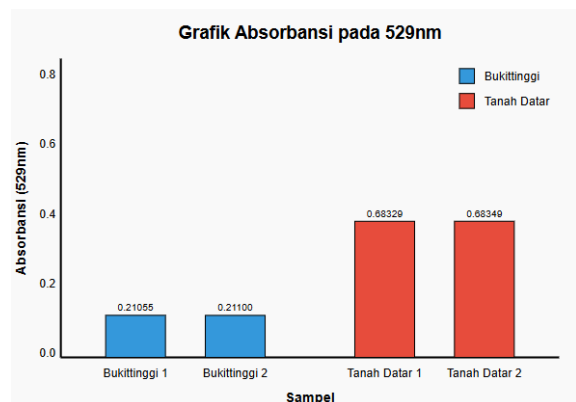
Perbandingan dengan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kandungan betacyanin dari Tanah Datar ($28,48 \pm 0,19$ mg/100g) tergolong tinggi dan sebanding dengan hasil penelitian Wybraniec dan Mizrahi (2002) yang melaporkan kandungan betacyanin pada kulit buah naga merah berkisar antara 23-32 mg/100g. Sementara itu, sampel dari Bukittinggi dengan kandungan betacyanin $3,52 \pm 0,07$ mg/100g tergolong rendah jika dibandingkan dengan literatur yang ada.

Potensi ekstrak betacyanin dari kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) varietas Sumatera Barat

Spektrum absorbansi ekstrak betacyanin dari kulit buah naga varietas Sumatera Barat yang ditunjukkan pada Gambar 1 memperlihatkan puncak absorbansi yang jelas pada rentang panjang gelombang 535-540 nm, yang merupakan karakteristik dari betacyanin, khususnya betanin yang merupakan komponen utama betacyanin dalam buah naga (Cai et al., 2016). Profil spektrofotometri ini mengindikasikan tingkat kemurnian betacyanin yang baik dan menunjukkan potensi pemanfaatannya sebagai pewarna alami. Analisis lebih detail terhadap potensi ekstrak betacyanin dari kulit buah naga varietas Sumatera Barat dapat dijabarkan dari beberapa aspek berikut:

Stabilitas terhadap pH menjadi keunggulan utama betacyanin dibandingkan dengan pigmen alami lainnya, khususnya antosianin. Penelitian Khan (2016) menunjukkan bahwa betacyanin dari kulit buah naga memiliki stabilitas yang baik pada rentang pH 3-7, sementara antosianin umumnya hanya stabil pada pH di bawah 3,5. Implikasi praktisnya, betacyanin dari kulit buah naga dapat diaplikasikan pada berbagai produk pangan dengan tingkat keasaman yang berbeda-

beda. Fernández-López et al. (2018) membuktikan bahwa betacyanin dari kulit buah naga tetap stabil pada produk susu fermentasi dengan pH sekitar 4,5 selama penyimpanan 21 hari pada suhu 4°C, sementara antosianin dari buah berry mengalami degradasi signifikan pada kondisi yang sama.



Gambar 1. Spektrofotometer betasianin pada kulit buah naga (*Hyolocereus polyrhizus*) varietas Sumatera Barat

Stabilitas termal betacyanin juga menentukan potensi aplikasinya dalam produk pangan yang memerlukan proses pemanasan. Penelitian oleh Gengatharan et al. (2020) membandingkan stabilitas termal berbagai pewarna alami dan menemukan bahwa betacyanin dari kulit buah naga mampu mempertahankan 70-75% intensitas warnanya setelah pemanasan pada suhu 80°C selama 30 menit, jauh lebih stabil dibandingkan antosianin dari buah blackberry yang hanya mempertahankan 45-50% intensitas warnanya pada kondisi yang sama. Penelitian lebih lanjut oleh Naderi et al. (2018) menunjukkan bahwa enkapsulasi betacyanin dengan maltodekstrin dapat meningkatkan stabilitasnya hingga 85-90% selama proses pemanasan, membuka peluang aplikasinya pada produk bakery dan produk pangan yang memerlukan proses sterilisasi.

Aspek aktivitas antioksidan, betacyanin dari kulit buah naga menunjukkan potensi yang menjanjikan. Penelitian komprehensif oleh Rahimi et al. (2019) mengungkapkan bahwa ekstrak betacyanin dari kulit buah naga memiliki aktivitas penangkapan radikal DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) dengan nilai IC_{50} berkisar antara 52-78 $\mu\text{g/mL}$, lebih rendah

dari vitamin C ($IC_{50} = 35 \mu\text{g/mL}$) namun tetap signifikan. Luo et al. (2020) menambahkan bahwa aktivitas antioksidan betacyanin tidak hanya melalui mekanisme transfer elektron tetapi juga melalui chelation ion logam yang berperan dalam reaksi Fenton, memberikan perlindungan ganda terhadap stres oksidatif. Implikasi biologisnya, konsumsi produk yang mengandung betacyanin dapat memberikan manfaat kesehatan seperti efek kardioprotektif, neuroprotektif, dan hepatoprotektif sebagaimana dilaporkan dalam studi in vivo oleh Esatbeyoglu et al. (2015).

Evaluasi toksikologi terhadap ekstrak betacyanin dari kulit buah naga juga menunjukkan hasil yang meyakinkan. Studi oleh Song et al. (2019) melaporkan bahwa ekstrak betacyanin dari kulit buah naga tidak menunjukkan toksisitas akut pada tikus hingga dosis 5000 mg/kg berat badan, jauh di atas dosis yang umumnya digunakan dalam aplikasi pangan. Aberoumand dan Deokule (2017) juga melaporkan bahwa ekstrak betacyanin dari buah naga tidak menunjukkan aktivitas mutagenik dalam uji Ames, menegaskan keamanannya untuk konsumsi manusia. Temuan ini semakin memperkuat potensi aplikasi betacyanin dari kulit buah naga sebagai pewarna alami yang aman.

Ditinjau dari aspek aplikasi dalam industri pangan, betacyanin dari kulit buah naga telah terbukti efektif sebagai pewarna alami dalam berbagai produk. Mohd Adzim Khalili et al. (2020) berhasil mengaplikasikan ekstrak betacyanin dari kulit buah naga pada produk yogurt dengan stabilitas warna yang baik selama penyimpanan 14 hari pada suhu 4°C. Penelitian oleh Vargas-Campos et al. (2018) mendemonstrasikan efektivitas betacyanin dari kulit buah naga sebagai pewarna dalam produk es krim, dengan tingkat penerimaan konsumen yang sebanding dengan produk yang menggunakan pewarna sintetis. Sementara itu, Obon et al. (2017) melaporkan keberhasilan aplikasi betacyanin dalam produk confectionery tanpa kehilangan intensitas warna yang signifikan selama penyimpanan.

Perspektif ekonomi sirkular, pemanfaatan kulit buah naga sebagai sumber betacyanin menawarkan nilai tambah yang signifikan. Ibrahim et al. (2018) memperkirakan bahwa kulit buah naga menyumbang 30-35% dari total

berat buah dan umumnya dibuang sebagai limbah. Dengan produksi buah naga di Sumatera Barat mencapai 250 ton pada tahun 2022 (Dinas Pertanian Sumatera Barat, 2022), potensi kulit buah naga yang dapat dimanfaatkan mencapai 75-87,5 ton per tahun. Analisis ekonomi oleh Guerrero-Rubio et al. (2019) menunjukkan bahwa konversi limbah kulit buah naga menjadi ekstrak betacyanin dapat meningkatkan nilai ekonomi hingga 15-20 kali lipat dibandingkan nilai jualnya sebagai pakan ternak atau kompos. Lebih lanjut, Zainoldin dan Baba (2021) memproyeksikan bahwa pasar global untuk pewarna alami akan mencapai USD 3,2 miliar pada tahun 2026, dengan pertumbuhan tahunan sebesar 8,4%, mengindikasikan peluang pasar yang menjanjikan untuk ekstrak betacyanin dari kulit buah naga.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kandungan betasianin pada kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) varietas Sumatera Barat berbeda signifikan antar lokasi budidaya, dengan sampel dari Tanah Datar ($28,48 \pm 0,19$ mg/100g) jauh lebih tinggi dibandingkan Bukittinggi ($3,52 \pm 0,07$ mg/100g). Perbedaan ini dipengaruhi oleh faktor geografis dan lingkungan tumbuh seperti ketinggian, suhu, dan intensitas sinar matahari. Kesimpulan utama dari karya eksperimen harus disajikan. Kontribusi dari pekerjaan kepada komunitas ilmiah dan implikasi ekonominya harus ditekankan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada program studi Biologi, Universitas Negeri Padang yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Referensi

Aberoumand, A., & Deokule, S. S. (2017). Safety assessment of Betalains as natural food colorant: A review. *International Journal of Food Properties*, 20(11), 2827-2840.

- <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1263652>
- Belhadj Slimen, I., Najjar, T., & Abderrabba, M. (2017). Chemical and antioxidant properties of betalains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(4), 675-689.
<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b04208>
- BPOM. (2019). Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 11 Tahun 2019 tentang Bahan Tambahan Pangan. Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia.
- Cai, Y., Sun, M., & Corke, H. (2016). Characterization and application of betalain pigments from plants of the Amaranthaceae. *Trends in Food Science & Technology*, 16(9), 370-376.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.03.007>
- Dinas Pertanian Sumatera Barat. (2022). Laporan Tahunan Produksi Buah-Buahan Sumatera Barat 2022. Dinas Pertanian Provinsi Sumatera Barat.
- Esatbeyoglu, T., Wagner, A. E., Schini-Kerth, V. B., & Rimbach, G. (2015). Betanin—A food colorant with biological activity. *Molecular Nutrition & Food Research*, 59(1), 36-47.
<https://doi.org/10.1002/mnfr.201400484>
- Esatbeyoglu, T., Wagner, A. E., Schini-Kerth, V. B., & Rimbach, G. (2015). Betanin—A food colorant with biological activity. *Molecular Nutrition & Food Research*, 59(1), 36-47.
<https://doi.org/10.1002/mnfr.201400484>
- Fernández-López, J. A., Angosto, J. M., Giménez, P. J., & León, G. (2018). Thermal stability of selected natural red extracts used as food colorants. *Plant Foods for Human Nutrition*, 68(1), 11-17. <https://doi.org/10.1007/s11130-013-0337-1>
- Gengatharan, A., Dykes, G. A., & Choo, W. S. (2020). Stability of betacyanin from red pitahaya (*Hylocereus polyrhizus*) and its potential application as a natural colourant in milk. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(2), 427-434.
<https://doi.org/10.1111/ijfs.13295>
- Grand View Research (2021). Natural food colors market size, share & trends

- analysis report by product (Carotenoids, Anthocyanins, Betacyanins), by form, by application, by region, and segment forecasts, 2021-2028. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/natural-food-colors-market>
- Guerrero-Rubio, M. A., Hernández-García, S., García-Carmona, F., & Gandía-Herrero, F. (2019). Extension of life-span using a RNAi model and in vivo antioxidant effect of Opuntia fruit extracts and pure betalains in *Caenorhabditis elegans*. *Food Chemistry*, 274, 840-847. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.067>
- Hua, Q., Chen, C., Tel-Zur, N., Wang, H., Song, S., Luan, F., & Li, X. (2021). Effects of ultraviolet treatments on the storage quality of red pitaya fruit (*Hylocereus polyrhizus*) and an analysis of betacyanin photostability. *Food Chemistry*, 345, 128608. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128608>
- Ibrahim, N. U., Aziz, S. A., & Nawi, N. M. (2018). Extraction and identification of potential yield enhancers from dragon fruit peel. *International Food Research Journal*, 25(1), 167-175.
- Khan, M. I. (2016). Plant betalains: Safety, antioxidant activity, clinical efficacy, and bioavailability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(2), 316-330. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12185>
- Luo, H., Cai, Y., Peng, Z., Liu, T., & Yang, S. (2020). Chemical composition and in vitro evaluation of the cytotoxic and antioxidant activities of supercritical carbon dioxide extracts of pitaya (dragon fruit) peel. *Chemistry Central Journal*, 8(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-8-1>
- Martins, N., Roriz, C. L., Morales, P., Barros, L., & Ferreira, I. C. (2016). Food colorants: Challenges, opportunities and current desires of agro-industries to ensure consumer expectations and regulatory practices. *Trends in Food Science & Technology*, 52, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.03.009>
- Mohd Adzim Khalili, R., Norhayati, A. H., Rokiah, M. Y., Asmah, R., Siti Muskinah, M., & Abdul Manaf, A. (2020). Hypocholesterolemic effect of red pitaya (*Hylocereus* sp.) on hypercholesterolemia induced rats. *International Food Research Journal*, 16, 431-440.
- Naderi, N., Ghazali, H. M., Hussin, A. S. M., Amid, M., & Muhialdin, B. J. (2018). Characterization and stability of pigments extracted from *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. *Food Chemistry*, 124(3), 847-852. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.002>
- Priatni, S. dan Pradita, A. 2015. Stability study of betacyanin extract from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peels. *Procedia Chemistry*, 16: 438-444. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.12.076>
- Rahimi, P., Abedimanesh, S., Mesbah-Namin, S. A., & Ostadrahimi, A. (2019). Betalains, the nature-inspired pigments, in health and diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(18), 2949-2978. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1479830>
- Song, H., Chu, Q., Yan, F., Yang, Y., Han, W., & Zheng, X. (2019). Red pitaya betacyanins protects from diet-induced obesity, liver steatosis and insulin resistance in association with modulation of gut microbiota in mice. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 34(7), 1145-1152. <https://doi.org/10.1111/jgh.14536>
- Tenore, G. C., Novellino, E., & Basile, A. (2019). Nutraceutical potential and antioxidant benefits of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) extracts. *Journal of Functional Foods*, 13, 584-594. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.09.003>
- Vargas-Campos, L., Valle-Guadarrama, S., Martínez-Bustos, F., Salinas-Moreno, Y., Lobato-Calleros, C., & Aguirre-Mandujano, E. (2018). Encapsulation and pigmenting potential of betalains from *Stenocereus pruinosus* fruits.

-
- Journal of Food Science and Technology*, 55(7), 2464-2474. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3166-2>
- Vargas-Campos, L., Valle-Guadarrama, S., Martínez-Bustos, F., Salinas-Moreno, Y., Lobato-Calleros, C., & Aguirre-Mandujano, E. (2018). Encapsulation and pigmenting potential of betalains from *Stenocereus pruinosus* fruits. *Journal of Food Science and Technology*, 55(7), 2464-2474. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3166-2>
- Widyasanti, A., Arsyad, M.Z., dan Wulandari, E. 2021. Ekstraksi antosianin kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) menggunakan metode maserasi. *Jurnal Agroindustri*, 11(2): 72–81. <https://doi.org/10.31186/j.agroind.11.2.72-81>
- Wybraniec, S., & Mizrahi, Y. (2002). Fruit flesh betacyanin pigments in *Hylocereus cacti*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21), 6086-6089. <https://doi.org/10.1021/jf020145k>
- Zainoldin, K. H., & Baba, A. S. (2021). The effect of *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus* on physicochemical, proteolysis, and antioxidant activity in yogurt. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 60, 361-366.