

PENGARUH pH BUFFER PHOSPHATE TERHADAP KESTABILAN SENYAWA ANTOSIANIN PADA EKSTRAK KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus costaricensis*)

Qurrata Ayun^{1*}, Khomsiyah²

^{1,2}Universitas PGRI Banyuwangi

*E-mail: gu_rrata@yahoo.co.id

Riwayat Article

Received: 10 September 2022; Received in Revision: 12 September 2022; Accepted: 15 September 2022

Abstract

Kulit buah naga merah yang seringkali hanya dibuang sebagai sampah, ternyata memiliki banyak manfaat dengan kandungan antosianin yang tinggi. Antosianin merupakan kelompok pigmen yang berwarna merah sampai biru yang tersebar luas pada tanaman. Antosianin juga merupakan zat warna yang berperan memberikan warna merah, yang dapat berpotensi menjadi pewarna alami untuk pangan dan dapat juga dijadikan sebagai alternatif pengganti pewarna sintesis yang lebih aman bagi kesehatan (Citramukti, 2008). Warna dari senyawa antosianin tergantung pada gugus fungsi yang terikat dan pH yang dimilikinya. Kemampuan senyawa antosianin untuk berubah warna akibat perubahan pH menjadikannya sebagai salah satu indikator alami yang banyak digunakan dan dikembangkan (Woodward, 2009). Kestabilan warna senyawa antosianin dipengaruhi oleh pH atau tingkat keasaman, dan akan lebih stabil apabila dalam suasana asam atau pH yang rendah. Berdasarkan permasalahan diatas, peneliti ingin mengetahui kestabilan senyawa antosianin jika ditambahkan dengan buffer phosphate pada pH yang divariasikan, sehingga dapat diketahui bentuk pergeseran puncaknya ketika diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Pada penelitian kali ini ada beberapa optimasi yang dilakukan antara lain adalah pengaruh kestabilan warna senyawa antosianin dimana setelah penambahan larutan pH 1 dan pH 4,5, campuran dibiarkan selama 0, 15, 30, 45 dan 60 menit, untuk selanjutnya diukur kadar antosianinnya menggunakan metode pH differensial. Yang kedua variasi pH buffer phosphate yang divariasikan dengan pH 3 – 12 dengan interval 1 terhadap pergeseran puncak, dimana pergeseran puncaknya dilihat dari hasil pengukuran absorpsi pada panjang gelombang 400-700 nm. Berdasarkan hasil penelitian, warna dari senyawa antosianin stabil pada menit ke 0 sampai menit ke 45, untuk menit selanjutnya kestabilan warnanya menurun yang ditandai dengan menurunnya nilai absorbansinya. Untuk pergeseran puncak diperoleh hasil pH yang paling baik adalah ketika ditambahkan buffer phosphate pH 3, karena pada kondisi tersebut struktur senyawa antosianin yang paling stabil ditunjukkan oleh kandungan senyawa antosianin paling tinggi daripada pada penambahan pH yang lainnya.

Keywords: antosianin, buffer phosphate, kulit buah naga merah

Abstract

Red dragon fruit skin, which is often just thrown away as trash, actually has many benefits with high anthocyanin content. Anthocyanins are a group of red to blue pigments which are widespread in plants. Anthocyanins are also dyes that play a role in giving a red color, which can potentially be a natural dye for food and can also be used as an alternative to synthetic dyes that are safer for health (Citramukti, 2008). The color of anthocyanin compounds depends on the functional groups attached and the pH they have. The ability of anthocyanin compounds to change color due to changes in pH makes them one of the most widely used and developed natural indicators (Woodward, 2009). The color stability of anthocyanin compounds is affected by pH or acidity, and will be more stable in an acidic environment or at a low pH. Based on the problems above, researchers want to know the stability of anthocyanin compounds when added with phosphate buffer at varied pH, so that the shape of the peak shift can be known when measured using a UV-Vis spectrophotometer. In this study there were several optimizations carried out, including the effect of the color stability of anthocyanin compounds where after adding a solution of pH 1 and pH 4.5, the mixture was left for 0, 15, 30, 45 and 60 minutes, then the anthocyanin levels were measured using the differential pH. The second is the variation in the pH of the phosphate buffer which is varied with pH 3 – 12 with intervals of 1 to the peak shift, where the peak shift can be seen from the results of absorption measurements at a wavelength of 400-700 nm. Based on the results of the study, the color of the anthocyanin compounds was stable from 0 to 45 minutes, for the next minute the color stability decreased

as indicated by a decrease in the absorbance value. For the peak shift, the best pH results were obtained when phosphate buffer pH 3 was added, because under these conditions the most stable structure of anthocyanin compounds was shown by the highest content of anthocyanin compounds compared to other pH additions.

Keywords: anthocyanin, phosphate buffer, red dragon fruit skin

1. Introduction

Menurut Citramukti (2008) menjelaskan bahwa 30-35% bagian dari buah naga adalah dalam bentuk kulit buah, namun seringkali hanya dibuang sebagai sampah. Sebenarnya, kulit buah naga memiliki banyak manfaat dengan kandungan antosianin yang tinggi. Kulit buah naga merah memiliki kandungan nutrisi seperti karbohidrat, lemak, protein dan serat pangan. Ekstrak dari kulit buah naga merah ini ternyata mengandung kadar antosianin 26,4587 ppm (Handayani dan Rahmawati, 2012). Antosianin merupakan zat warna yang berperan untuk memberikan warna merah, yang berpotensi untuk digunakan sebagai zat pewarna alami untuk pangan dan dapat juga dijadikan sebagai alternatif pengganti warna sintetis yang lebih aman bagi kesehatan (Citramukti, 2008). Kulit buah naga merah selain mempunyai warna merah yang menarik, ternyata juga mempunyai kandungan antioksidan (Li *et al*, 2006).

Antosianin merupakan kelompok pigmen yang berwarna merah sampai biru yang tersebar luas pada tanaman. Antosianin tergolong pigmen yang disebut flavonoid. Antosianin juga merupakan zat warna yang berperan memberikan warnamerah berpotensi menjadi pewarna alami untuk pangan dan dapat dijadikan alternatif pengganti pewarna sintesis yang lebih aman bagi kesehatan (Citramukti, 2008).

Senyawa golongan flavonoid termasuk senyawa polar dan dapat diekstraksi dengan pelarut yang bersifat polar pula. Beberapa pelarut yang bersifat polar diantaranya etanol, air dan etil asetat. Kondisi asam akan mempengaruhi hasil ekstraksi. Keadaan yang semakin asam apalagi mendekati pH 1 akan menyebabkan semakin banyaknya pigmen antosianin berada dalam bentuk kation flavilium atau oksonium yang berwarna dan pengukuran absorbansi akan menunjukkan jumlah antosianin yang semakin besar. Disamping itu keadaan yang semakin asam menyebabkan semakin banyak dinding sel vakuola yang pecah sehingga pigmen antosianin semakin banyak yang terekstrak.

Antosianin banyak terkandung dalam bunga maupun buah yang memiliki warna mencolok. Warna antosianin tergantung pada gugus fungsi yang terikat dan pH yang dimilikinya. Kemampuan senyawa antosianin untuk berubah warna akibat perubahan pH menjadikannya salah satu senyawa indikator alami yang banyak digunakan dan dikembangkan (Woodward, 2009). Kestabilan warna senyawa antosianin dipengaruhi oleh pH atau tingkat keasaman, dan akan lebih stabil apabila dalam suasana asam atau pH yang rendah

Kestabilan antosianin juga dipengaruhi oleh suhu. Laju kerusakan (degradasi) antosianin cenderung meningkat selama proses penyimpanan yang diiringi dengan kenaikan suhu. Degradasi termal menyebabkan hilangnya warna pada antosianin yang akhirnya terjadi pencoklatan. Laju termal degradasi mengikuti kinetika orde pertama. Kenaikan suhu bersamaan dengan pH menyebabkan degradasi antosianin pada buah. Berdasarkan permasalahan diatas, peneliti ingin mengetahui kestabilan senyawa antosianin jika ditambahkan dengan buffer phosphate pada pH yang divariasikan, sehingga dapat diketahui bentuk pergeseran puncaknya ketika diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

2. Methodology

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah Spektrofotometer UV-Vis, thermometer, neraca analitik, pipet volum, pipet mohr, stopwatch, batang pengaduk, beaker glass, kertas saring Whatman, pH meter.

Bahan yang dipergunakan pada penelitian ini antara lain adalah kulit buah naga merah, aquadest, NaOH, KCl, asam sitrat, buffer fosfat 0,1 M, CH₃COONa, KH₂PO₄, K₂HPO₄, H₃PO₄

Prosedur Kerja

2.1 Preparasi sampel

Kulit buah naga merah yang telah dicuci bersih, untuk selanjutnya diambil daging bagian dalam dari kulit nya untuk selanjutnya dihaluskan. Hasil yang telah halus dipergunakan untuk melakukan selanjutnya.

2.2 Ekstraksi kulit buah naga merah dengan menggunakan pelarut asam sitrat

Hasil dari 2.1 diambil sebanyak 20 g, selanjutnya ditambahkan 100 mL asam sitrat 0,4M, kemudian diaduk sampai tercampur sempurna untuk selanjutnya didiamkan selama 2 jam pada suhu ruang. Setelah proses maserasi dilakukan, kemudian campuran disaring dengan menggunakan kertas saring whatman untuk diambil filtratnya. Filtrat ini disebut sebagai larutan ekstrak kulit buah naga merah.

2.3 Penentuan Total Antosianin dengan Metode pH Differensial

Penetapan antosianin dilakukan dengan metode perbedaan pH Differensial yaitu pada pH 1 dan pH 4,5. Pada kondisi pH 1 antosianin akan berbentuk oxonium, sedangkan pada pH 4,5 antosianin akan berbentuk karbinol yang tidak berwarna.

2.3.1 Pembuatan Larutan pH 1

Sebanyak 20,8 mL larutan HCl 37% dilarutkan ke dalam labu ukur 250 mL sampai tanda batas, kemudian dicampurkan dengan 1,001 mL CH₃COONa, lalu pH diukur dengan menggunakan pH meter dengan menambahkan tetes demi tetes CH₃COONa sampai diperoleh pH 1.

2.3.2 Pembuatan Larutan pH 4,5

Sebanyak 20,8 mL larutan HCl 37% dilarutkan ke dalam labu ukur 250 mL sampai tanda batas, kemudian dicampurkan dengan 1,56 mL CH₃COONa, lalu pH diukur dengan menggunakan pH meter dengan menambahkan tetes demi tetes CH₃COONa sampai diperoleh pH 4,5.

2.3.3 Pengukuran Kadar Total Antosianin

Sebanyak 2 mL hasil ekstraksi ditambahkan dengan buffer CH₃COONa dengan pH 1 dalam labu ukur 10 mL. Kemudian didiamkan selama 15 menit kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 510 nm. Sedangkan untuk pengukuran pada panjang gelombang 700 nm dilakukan dengan perlakuan yang sama yang diubah hanya penambahan buffer pH 4,5 dengan buffer 1 dan buffer 4,5 sebagai blanko. Absorbansi larutan sampel ditentukan dengan persamaan

$$A = (A_{510} - A_{700})_{pH\ 1} - (A_{510} - A_{700})_{pH\ 4,5}$$

Kandungan antosianin pada sampel ditentukan dengan persamaan

$$\text{Total Antosianin} \frac{\text{mg}}{\text{L}} = \frac{A \times \text{BM} \times \text{DF} \times 1000}{\epsilon \times l}$$

Dimana : BM = berat molekul Sianidin-3-glukosida = 449,2 g/mol

DF = faktor pengenceran

ϵ = absorptivitas molar sianidin-3-glukosida = 26900 L.mol⁻¹cm⁻¹

L = tebal kuvet (cm)

2.4 Pengaruh Kestabilan Warna

Sebanyak 2 mL hasil ekstraksi perlakuan 2.2 di masukkan dalam labu ukur 100 mL dan di tambah aquades hingga tanda batas, kemudian diambil 10 mL larutan yang sudah di encerkan dimasukkan dalam tabung reaksi, ditambahkan dengan pH 1 dan pH 4,5 sebanyak 2 mL, kemudian didiamkan selama (0, 15, 30, 45, 60 menit). Hasil diuji dengan spektrofotometer UV-Vis dan diuji kadar antosianin totalnya menggunakan metode 2.3. Kestabilan warna di tentukan berdasarkan waktu yang memberikan nilai absorbansi yang stabil.

2.5 Variasi pH Buffer Phosphate Terhadap Pergeseran Puncak

Diambil ekstrak kulit buah naga merah sebanyak 3 mL, kemudian ditambah dengan 6 mL buffer phosphate 0.1 M dengan variasi PH (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12), kemudian dikocok hingga tercampur rata, kemudian di ukur untuk menentukan panjang gelombang (λ) maksimum dari (λ) 400-700 nm dengan interval 20 nm dan 2 nm, dengan menggunakan blanko sesuai dengan variasi pH yang di ukur.

3. Results and Discussion

3.1 Proses Ekstraksi Maserasi Dengan Pelarut Asam Sitrat

Ekstraksi yang digunakan yaitu ekstraksi maserasi yang bertujuan untuk mengambil zat atau senyawa aktif yang terdapat pada suatu bahan menggunakan pelarut tertentu. Metode ini (maserasi) digunakan dengan mempertimbangkan sifat senyawa (antosianin) yang relatif rentan terhadap panas sehingga dikhawatirkan akan merusak bahkan menghilangkan senyawa yang akan dianalisa.

Penambahan asam sitrat sebagai pelarut berfungsi mendenaturasi membran sel tanaman, yang kemudian melarutkan pigmen antosianin sehingga dapat keluar dari sel. Konsentrasi pigmen

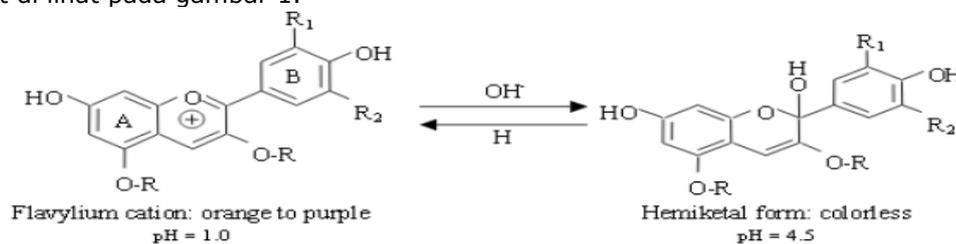
sangat berperan dalam menentukan warna. Pada konsentrasi yang encer antosianin berwarna biru, sebaliknya pada konsentrasi pekat berwarna merah dan konsentrasi biasa berwarna ungu.

Penggunaan asam sitrat sebagai pelarut karena kondisi pelarut yang semakin asam dapat menyebabkan semakin banyak pigmen antosianin berada dalam bentuk kation flavilium atau oksonium yang berwarna dan pengukuran absorbansinya akan menunjukkan antosianin yang semakin besar (Fennema, 1996). Disamping itu keadaan yang semakin asam juga menyebabkan banyaknya dinding sel vakuola yang pecah sehingga pigmen antosianin yang terekstrak semakin banyak. Pada pH rendah (asam) pigmen antosianin berwarna merah dan pada pH tinggi berubah menjadi violet kemudian menjadi biru.

Salah satu faktor yang mempengaruhi warna dari antosianin adalah pH. Sifat asam akan menyebabkan antosianin menjadi biru. Selain faktor perubahan pH, konsentrasi pigmen, adanya campuran dengan senyawa-senyawa lain, jumlah gugus hidroksi dan metoksi juga mempengaruhi warna antosianin (Satyatama, 2008). Gugus hidroksi yang dominan menyebabkan warna cenderung biru relatif tidak stabil, sedangkan gugus metoksi yang dominan menyebabkan warna merah dan relatif lebih stabil.

3.2 Penentuan Kadar Total Antosianin Dengan Metode pH Differensial

Penentuan konsentrasi total antosianin dengan metode ini dilakukan karena pada PH 1 antosianin membentuk senyawa oxonium (kation flavilium) yang berwarna dan pada PH 4,5 membentuk karbinol/hemiketal tak berwarna. Kondisi inilah yang akan dijadikan acuan untuk menentukan absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS dari masing- masing ekstrak yang di hasilkan. Perubahan warna pada antosianin dalam tingkatan PH tertentu disebabkan sifat antosianin yang memiliki tingkat kestabilan yang berbeda. Misalnya, pada PH 1 antosianin lebih stabil dan warna lebih merah dibandingkan PH 4,5 yang kurang stabil dan hampir tidak berwarna. Adapun struktur dan perubahan warna pada antosianin karena perbedaan tingkat PH, dapat di lihat pada gambar 1.

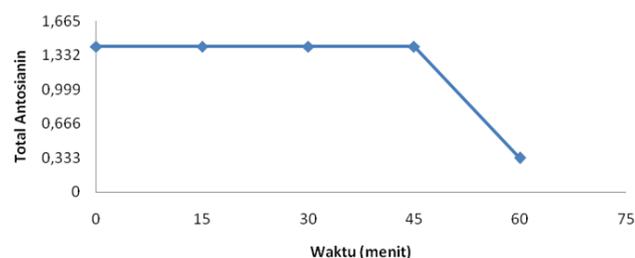


Gambar 1. Struktur Antosianin pada Kondisi pH 1,0 dan pH 4,5 (Wrolstad R,dkk., 2005).

Proses pengukuran antosianin dilakukan pada panjang gelombang (510 nm dan 700 nm) untuk mencari titik nol. Panjang gelombang 510 nm adalah panjang gelombang maksimum untuk sianidin-3-glukosida, sedangkan panjang gelombang 700 nm untuk mengoreksi endapan yang masih terdapat pada sampel. Jika sampel benar-benar jernih maka absorbansi pada panjang gelombang 700 nm adalah 0 (Sutharut dan Sudarat, 2000).

3.3 Pengaruh Kestabilan Warna Pada Total Antosianin

Antosianin secara umum mempunyai stabilitas yang rendah. Pada pemanasan yang tinggi, kestabilan dan ketahanan zat warna antosianin akan berubah dan mengakibatkan kerusakan.



Gambar 2. Grafik pengaruh kestabilan warna terhadap total antosianin

Gambar 2 menunjukkan bahwa kestabilan warna antosianin kulit buah naga merah, stabil pada waktu 0, 15, 30, 45 menit dan menunjukkan adanya penurunan kestabilan warna

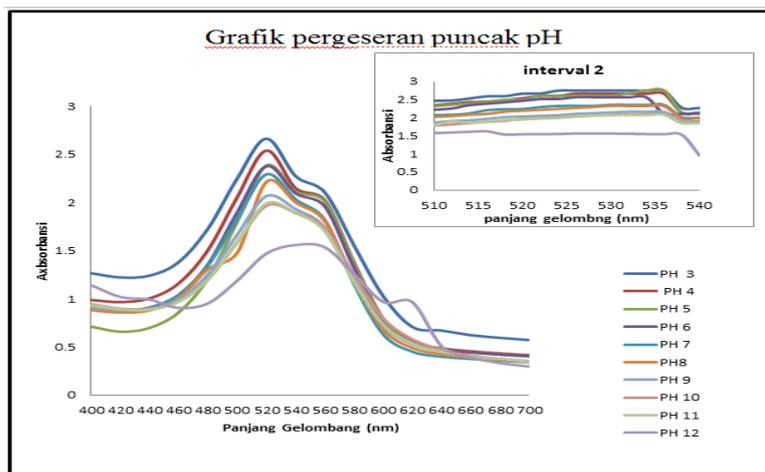
(absorbansi) pada waktu 60 menit. Hal ini di karenakan semakin lama larutan didiamkan akan menunjukkan pemudaran warna antosianin karena kation flavilium yang berwarna merah megalami hidrasi menjadi karbinol tidak berwarna. Jika didiamkan terlalu lama senyawa ini cepat terhidrolisis menjadi kalkon yang terionisasi sempurna. Hal ini menyebabkan antosianin mudah rusak jika terlalu lama didiamkan, dan juga semakin lama larutan didiamkan ,maka kontak antar zat terlarut dengan pelarut semakin lama, sehingga banyak zat yang akan terurai dan mengakibatkan kekeruhan. Perubahan saat penyimpanan di suhu ruang dimungkinkan disebabkan karena reaksi kopigmentasi dan ekstrak masih mengandung enzim polifenolase yang mengkatalis reaksi pencoklatan (Lydia dkk, 2011). Sedangkan penyimpanan pada kondisi dingin dapat menghambat terjadinya reaksi kopigmentasi dan reaksi pencoklatan tersebut.

3.4 Variasi pH Buffer Phosphate terhadap Pergeseran Puncak

Salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap kestabilan antosianin adalah pH dari pelarut antosianin. Untuk mengetahui stabilitas antosianin terhadap pH, maka pada penelitian ini dilakukan perlakuan dengan variasi pH yaitu 3 sampai 12.

Penetapan senyawa antosianin pada uji stabilitas buffer ini dilakukan dengan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang (400 nm sampai 700 nm). Pengukuran pada daerah panjang gelombang tersebut dilakukan karena aglikon pada antosianin (kation flavilium) mengandung ikatan rangkap terkonjugasi sehingga dapat di serap pada daerah panjang gelombang sekitar 500 nm. Transisi elektron yang paling mungkin terjadi pada molekul senyawa antosianin adalah $n \rightarrow \pi^*$ dan $\pi \rightarrow \pi^*$. Dalam orbital molekul, elektron-elektron n mengalami delokalisasi yang disebabkan oleh adanya ikatan terkonjugasi atau ikatan rangkap berselang-seling dengan satu ikatan tunggal. Adanya efek delokalisasi dari ikatan terkonjugasi tersebut dapat menyebabkan penurunan tingkat energi π^* , sebagai konsekuensinya penjang gelombang akan mengalami pergeseran batokromik (pergeseran ke panjang gelombang yang lebih besar).

Jenis transisi $n \rightarrow \pi^*$ pada molekul senyawa antosianin terjadi akibat adanya auksokrom yang terikat pada molekul. Auksokrom merupakan gugus fungsional yang mempunyai elektron bebas, seperti $-OH$; $-O$; dan $-OCH_3$. Terikatnya gugus auksokrom pada gugus kromofor akan mengakibatkan pergeseran pita absorpsi ke panjang gelombang yang lebih besar atau batokromik.



Gambar 3. Grafik pergeseran puncak karena pengaruh pH

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi pH puncak absorbansi yang diperoleh semakin menurun (bergeser). Pada pH yang tinggi yaitu pada pH 12 kesetimbangan antosianin begeser membentuk struktur *carbinol* dan *chalcone* yang tidak stabil, sehingga pada hasil analisis absorbansi yang dihasilkan menurun dibandingkan dengan pH 3. Pada pH 3 merupakan pH yang paling stabil dari struktur antosianin sehingga kandungan antosianin lebih tinggi dibandingkan pH 12 da pH 7 (Dai dan Mumper, 2010).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perubahan yang terjadi setelah penambahan larutan buffer 3 sampai 12 pada larutan menunjukkan perubahan warna yang hampir sama (gambar 3) perubahan warna mulai bergeser pada pH 9 sampai 12 yaitu mulai berubah menjadi warna ungu, hal ini disebabkan karena tingkat keasaman pelarut mulai menurun dan mulai dalam keadaan basa sehingga antosianin mulai tidak stabil.

4. Conclusion

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa warna dari senyawa antosianin stabil pada menit ke 0 sampai menit ke 45, untuk menit selanjutnya kestabilan warnanya menurun yang ditandai dengan menurunnya nilai absorbansinya. Untuk pergeseran puncak diperoleh hasil pH yang paling baik adalah ketika ditambahkan buffer phosphate pH 3, karena pada kondisi tersebut struktur senyawa antosianin yang paling stabil ditunjukkan oleh kandungan senyawa antosianin paling tinggi daripada pada penambahan pH yang lainnya.

References

- Almajid, G. A. A., Rusli, R., & Priastomo, M. (2021). Pengaruh Pelarut, Suhu, dan pH Terhadap Pigmen Antosianin dari Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrrhizus*). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 14, 179–185. <https://doi.org/10.25026/mpc.v14i1.557>
- Citramukti, I. (2008). Ekstraksi dan Uji Kualitas Pigmen Antosianin pada Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis*) (Kajian Masa Simpan Buah dan Penggunaan Jenis Pelarut). *Agroindustri, L*, 4730015.
- Fruit, D. (2013). PEMANFAATAN KULIT BUAH NAGA (Dragon Fruit) SEBAGAI PEWARNA ALAMI MAKANAN PENGGANTI PEWARNA SINTETIS. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 1(2), 75017. <https://doi.org/10.15294/jbat.v1i2.2545>
- Ingrath, W., Nugroho, W. A., & Yulianingsih, R. (2015). 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 DAN ASAM SITRAT) EXTRACTION OF A. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 3(3), 1–8.
- Lidya Simanjuntak, Chairina Sinaga, Fatimah *et al*, 2014. *Ekstraksi Pigmen Antosianin Dari Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus Polyrrhizus)*. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol. 3.no 2
- Meidayanti, K., & I Wayan Gede Gunawan, dan Putri, N. W. S. (2015). Aktivitas Antioksidan Antosianin Dalam Ekestrak Etanol Kulit Buah Naga Super Merah (*Hylocereus costaricensis*) dan Analisis Kadar Totalnya. *Jurnal Kimia*, 9(2), 243–251.
- Rahmawati Asri, Handayani Prima Astuti. 2012. *Pemanfaatan Kulit Buah Naga (Dragon Fruit) Sebagai Pewarna Alami Makanan Pengganti Pewarna Sintetis*. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
- Sampebarra, A. L. (2018). Karakteristik Zat Warna Antosianin Dari Biji Kakao Non Fermentasi Sebagai Sumber Zat Warna Alam Characterization Of Antosianin Source Of Natural Dyes From Unfermented Cocoa Beans As A Source Of Natural Dyes. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 13(1), 63–70.
- Widyasanti, A., Arsyad, M. Z., & Wulandari, E. (2021). Ekstraksi Antosianin Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrrhizus*) Menggunakan Metode Maserasi. *Jurnal Agroindustri*, 11(2), 72–81.
- Woodward, G., *et al*. 2009. "Anthocyanin stability and recovery: implications for the analysis of clinical and experimental samples". *J. Agric. Food Chem.* 57 (12): 5271–8.
- Wu, L. C., Hsu, H. W., Chen, Y. C., Chiu, C. C., Lin, Y. I., & Ho, J. A. A. (2006). Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry*, 95(2), 319–327. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.002>