

**PERBANDINGAN STABILITAS ANTOSIANIN EKSTRAK
ETANOL *Etilingera elatior* (Jack) R.M. Sm. DENGAN
KOPIGMENTASI ASAM TARTRAT DAN ASAM GALAT**

**COMPARISON OF ANTHOCYANIN STABILITY OF ETHANOL
EXTRACT *Etilingera elatior* (Jack) R.M. Sm. WITH
COPIGMENTATION OF TARTRIC ACID AND GALIC ACID**

Lilis Tuslinah^{1*}, Firman Gustaman¹, Mira Rohimah¹, Desi Silviani¹

1. Program Studi S1 Farmasi
STIKes Bakti Tunas
Husada Tasikmalaya

Submitted: 21-10-2021

Revised: 15-11-2021

Accepted: 30-12-2021

*Corresponding author
Lilis Tuslinah

Email:
lilistuslinah@yahoo.com

ABSTRAK

Antosianin merupakan senyawa yang tidak stabil terutama karena pengaruh pH dan temperatur termasuk yang bersumber dari buah Honje Laka (*Etilingera elatior* (Jack) R.M.Sm), sehingga untuk meningkatkan stabilitasnya dilakukan teknik kopigmentasi. Penelitian ini dilakukan perbandingan stabilitas antosianin setelah kopigmentasi dengan asam tartrat dan asam galat melalui nilai % retensi warna antosianin menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis Berdasarkan hasil pengujian, kopigmentasi dengan asam tartrat perbandingan 1 : 75 mmol dan asam galat 1 : 100 mmol merupakan perbandingan yang optimal untuk menstabilkan antosianin pada pH 2 suhu 30 °C. Kondisi optimal kopigmentasi dengan asam tartrat dan asam galat tidak memberikan perbedaan yang signifikan pada pH 2 suhu 30 °C.

Kata Kunci : Antosianin, *Etilingera elatior* (Jack) R.M.Sm, Kopigmentasi

ABSTRACT

Anthocyanins are unstable compounds mainly due to the influence of pH and temperature, including those sourced from the Honje Laka fruit (*Etilingera elatior* (Jack) R.M.Sm), to increase its stability, copigmentation method is used. In this study, the stability of anthocyanins was compared after being copigmented with tartaric acid and gallic acid through the value of % color retention of anthocyanins using the UV-VIS Spectrophotometry method. Based on the test results, copigmentation with tartaric acid ratio 1: 75 mmol and gallic acid 1: 100 nmol is the optimal ratio to stabilize anthocyanins at pH 2 at 30 °C. Optimal conditions of copigmentation with tartaric acid and gallic acid did not give a significant difference at pH 2 temperature 30 °C.

Keywords: Anthocyanin, *Etilingera elatior* (Jack) R.M.Sm, copigmentation

1. PENDAHULUAN

Honje Laka (*Etilingera elatior*) adalah tumbuhan yang banyak digunakan sebagai bumbu dan pewarna makanan termasuk Zingiberaceae. Bunga dan buahnya yang asam dan berbau harum yang khas merupakan bahan campuran dan sekaligus bumbu penyedap berbagai masakan di nusantara. Penelitian yang dilakukan oleh (Silviani, Tuslinah, & Gustaman, 2018), menyatakan bahwa buah Honje Laka mengandung senyawa bioaktif seperti alkaloid, flavonoid, polifenol.

Antosianin adalah senyawa zat warna yang memberikan warna merah, pink, lembayung, ungu, biru atau violet yang terdapat pada tumbuhan, umumnya terdapat pada buah dan bunga. Antosianin berupa gugus glikosida yang disusun dari aglikon (antosianidin) dengan satu atau lebih gugus gula (glikon). Kestabilan senyawa antosianin salah satunya dipengaruhi oleh pH. Antosianin pada pH 1-2, sebagai kation flavilium dimana pada rentang pH ini antosianin

memiliki stabilitas warna yang baik, ketika pH meningkat antosianin menjadi tidak berwarna dalam keseimbangan karena adanya perubahan pH (Lydia Ninan Lestario, 2017). Stabilitas antosianin dapat ditingkatkan dengan teknik kopigmentasi, dimana terjadi ikatan intermolekular, intramolekular atau interkalasi senyawa antosianin dengan senyawa kopigmen antara lain flavon, flavanon dan flavonol, tanin, asam fenolat, asam organik (Lee, 2010).

Asam tartrat merupakan senyawa kimia yang secara alami terdapat dalam anggur dan pisang dengan rumus kimia $C_6H_6O_6$. Asam tartrat berbentuk hablur tidak berwarna atau bening atau serbuk hablur serbuk hablur halus sampai granul, warna putih; tidak berbau; rasa asam dan stabil diudara berwarna putih, tidak berbau, rasa asam, dan stabil diudara. Kelarutannya sangat mudah larut dalam air dan mudah larut dalam etanol. Asam tartrat meleleh pada suhu $168\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan berat molekul $150,09\text{ g/mol}$. Asam galat merupakan salah satu jenis kopigmen yang memiliki rumus molekul $C_7H_6O_5$. Asam galat memiliki karakteristik ciri-ciri fisik berupa kristal berwarna putih kekuningan atau coklat kekuningan. Asam galat memiliki berat molekul sebesar 170 gram/mol serta memiliki titik leleh sebesar $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Depkes, 2014).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui stabilitas optimum antosianin terhadap perubahan pH dan suhu pada ekstrak buah Honje Laka (*Etilingera elatior* (Jack) R.M.Sm) setelah kopigmentasi dengan asam tartrat dan asam galat.

2. METODE

Alat

Alat penelitian yang digunakan yaitu spektrofotometer UV-Vis (Agilent Technology Cary 60 UV-Vis, rotary evaporator (IKA RV 10 Digital), neraca analitik (Metler Toledo), pH meter (Metler Toledo), waterbath (B-one), dan alat-alat gelas yang biasa digunakan di laboratorium.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu etanol (Merck), asam tartrat (Merck), Asam Galat (Sigma Aldrich), HCl (Merck), NaOH (Merck), KCl (Merck), Na-sitrat (Merck) Asam sitrat (Merck), Na_2HPO_4 (Merck), NaH_2PO_4 (Merck).

Determinasi

Determinasi tanaman dilakukan di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan Departemen Biologi FMIPA Universitas Padjadjaran, dengan tujuan untuk menentukan identitas tanaman yang digunakan. Berdasarkan hasil determinasi diperoleh bahwa sampel yang digunakan dalam penelitian ini merupakan buah Honje Laka dengan nama spesies *Etilingera elatior* (Jack) R.M.Sm.

Penentuan Mutu Simplisia

Susut Pengeringan

Simplisia sebanyak 2 gram dimasukan kedalam krus konstan, kemudian dilakukan pemanasan pada suhu $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ menggunakan oven dan dilakukan penimbangan sampai bobot tetap (DepKes, 2000).

Kadar Air

Simplisia kulit buah Honje Laka sebanyak 5 gram, dimasukkan kedalam labu alas bulat yang berisi kurang lebih 200 mL toluen jenuh kedalam labu alas bulat dan dipanaskan pada

suhu 100 °C, volume air pada penampung dilihat untuk menentukan kadar air dalam % v/b (DepKes, 2000).

Kadar Abu Total

Sebanyak 2 gram serbuk simplisia dimasukkan kedalam krus konstan. Pijarkan perlahan dan bertahap hingga suhu mencapai 600 °C, kemudian dilakukan penimbangan hingga bobot konstan, kadar abu total dihitung dalam % b/b (DepKes, 2000)

Kadar Abu Tidak Larut Asam

Abu dari simplisia kulit buah Honje Laka dipanaskan dengan 25 mL HCl, filtrat dicuci dengan air panas dan dipijarkan dalam krus konstan hingga bobot tetap. Kadar abu yang tidak larut dalam asam dinyatakan dalam % b/b (DepKes, 2000)

Kadar Abu Larut Air

Abu dari simplisia kulit buah Honje Laka dipanaskan dengan 25 mL air, filtrat dicuci dengan air panas dan pijarkan dalam krus konstan pada suhu tidak lebih dari 450°C ditimbang hingga bobot tetap. Kadar abu larut air dinyatakan dalam % b/b air (DepKes, 2000)

Kadar Sari Larut Air

Serbuk simplisia ditambahkan 100 mL air: kloroform (1000:25), dilakukan maserasi selama 24 jam, filtrat disaring dan diuapkan sebanyak 20 mL dalam cawan konstan kemudian dioven pada suhu 105 °C dan ditimbang hingga bobot konstan. Kadar sari larut air dihitung dalam % b/b (DepKes, 2000)

Kadar Sari Larut Etanol

Serbuk simplisia diekstraksi dengan 100 mL etanol 95% selama 24 jam, filtrat disaring dan diuapkan sebanyak 20 ml dalam cawan konstan, kemudian dipanaskan pada suhu 105 °C hingga bobot tetap. Kadar sari larut etanol dihitung dalam % b/b (DepKes, 2000)

Uji Kualitatif Flavonoid dan Antosianin

Uji Kualitatif Flavonoid dalam Simplisia

Serbuk simplisia dipanaskan dengan aquadest, filtrat ditambahkan magnesium dan HCl 2N, kemudian ditambahkan amil alkohol, hasil positif jika terbentuk warna merah, kuning dan jingga (DepKes, 2000).

Uji Kualitatif Antosianin dalam Simplisia

Serbuk simplisia kulit buah Honje Laka ditambahkan HCl 2M kemudian dipanaskan dan ditambahkan NaOH 2 M tetes demi tetes, hasil positif jika timbul warna hijau biru dan memudar perlahan-lahan (Harborne, 1996).

Ekstraksi

Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 70% yang telah diasamkan dengan HCl 1% (9:1) dilakukan selama 3 x 24 jam, filtrat disaring dan dipekatkan dengan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 45 °C.

Uji Kualitatif Antosianin dalam Ekstrak

Ekstrak kulit buah Honje Laka ditambahkan larutan NaOH 2 M tetes demi tetes sambil diamati warna yang dihasilkan. Hasil positif bila timbul warna hijau biru dan memudar perlahan-lahan (Harborne, 1996).

Penentuan Kadar Antosianin

Penentuan kadar antosianin dilakukan dengan metode perbedaan pH yaitu pH 1,0 dan pH 4,5. Pada pH 1,0 antosianin berbentuk senyawa oxonium dan pada pH 4,5 berbentuk karbinol

tidak berwarna. Dilakukan dengan cara melarutkan ekstrak etanol kulit buah Honje Laka dalam buffer pH 1 dan pH 4,5, kemudian dilakukan pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum dan panjang gelombang 700 nm. Konsentrasi antosianin dihitung menggunakan persamaan berikut (Suzery, M, 2010).

$$\text{Absorban sampel (A)} = (A_{\lambda_{\text{max}}} - A_{700})_{\text{pH}1,0} - (A_{\lambda_{\text{max}}} - A_{700})_{\text{pH}4,5}$$

$$\text{Total antosianin (mMol/L)} = (A \times \text{DF} \times 1000) / (\epsilon \times l)$$

$$\text{Total antosianin (mg/L)} = (A \times \text{MW} \times \text{DF} \times 1000) / (\epsilon \times l)$$

Keterangan:

A λ_{max} : Absorbansi pada panjang gelombang maksimum

MW : Berat molekul senyawa (Cyanidin-3-glucoside) 449,2

DF : Faktor pengenceran sampel

Konstanta Absorptivitas Molar (ϵ) : 26900 L/(mol.cm)

Pengujian Stabilitas Antosianin pada Berbagai Suhu

Pengujian stabilitas antosianin dilakukan pada suhu 30 °C, 40 °C, dan 80 °C selama 6 jam dan dilakukan pengukuran absorbansi setiap interval 2 jam, pengujian dilakukan pada antosianin terkopigmentasi dan antosianin tidak terkopigmentasi dengan menggunakan pelarut buffer pH paling stabil, pengukuran absorbansi dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimal antosianin (Amperawati Suharyani, Pudji Hastuti, Yudi Pranoto, 2019)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Determinasi Tanaman

Determinasi simplisia dilakukan di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan Departemen Biologi FMIPA Universitas Padjadjaran dan simplisia yang diuji dalam penelitian ini merupakan buah Honje Laka dengan nama spesies *Etlingera elatior* (Jack) R.M.Sm.

Penentuan Mutu Simplisia Kulit Buah Honje Laka

Penentuan mutu simplisia ditujukan untuk mengetahui parameter mutu simplisia sebagai nilai mutu yang diperbolehkan dalam penggunaannya. Penentuan mutu simplisia dilakukan untuk mengetahui kualitas dari simplisia yang digunakan sebagai nilai mutu yang diperbolehkan dalam penggunaannya (DepKes, 2000). Berdasarkan hasil pengujian, diketahui bahwa simplisia kulit buah Honje Laka memenuhi persyaratan mutu yang telah ditetapkan. Pemeriksaan parameter mutu simplisia terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Mutu Simplisia

Parameter Uji	Hasil (%)	Syarat (%) MMI edisi VI
Kadar Air	6,00	< 10,00
Susut Pengerinan	9,10	< 10,00
Kadar Sari Larut Air	34,783	> 5,00
Kadar Sari Larut Etanol	27,075	> 4,5
Kadar Abu Total	9,36	< 13,00
Kadar Abu Tidak Larut Asam	1,01	< 4,70
Kadar Abu Larut Air	8,12	< 10,00

Analisis identifikasi senyawa flavonoid dan Antosianin

Hasil analisis identifikasi senyawa flavonoid dan antosianin pada simplisia dan ekstrak etanol kulit buah Honje Laka menunjukkan perubahan warna menjadi merah untuk pengujian

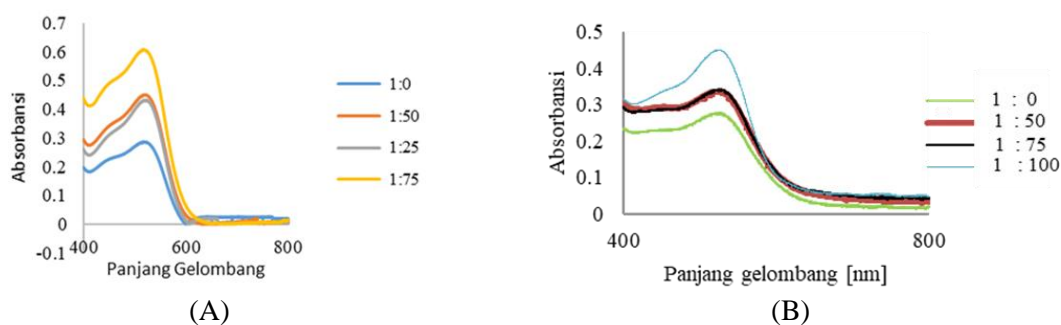
flavonoid dan menghasilkan warna hijau pada pengujian antosianin, sehingga dapat diketahui bahwa simplisia dan ekstrak kulit buah Honje Laka positif mengandung senyawa golongan flavonoid dan antosianin (Depkes, 1995)

Penentuan Kadar Antosianin

Metode perbedaan pH digunakan untuk penentuan kadar total antosianin pada ekstrak etanol kulit buah Honje Laka yaitu pH 1,0 dan pH 4,5 (Giusti & Wrolstad, 2001). Antosianin berbentuk kation flavilium yang berwarna pada pH 1,0 dan terjadi perubahan warna pada pH 4,5. Penetapan kadar antosianin diukur pada panjang gelombang maksimum 527 nm dan pada panjang gelombang 700 nm. Panjang gelombang 700 nm digunakan untuk mengukur senyawa selain antosianin sebagai faktor koreksi. Berdasarkan metode ini diperoleh kadar antosianin total sebesar 0,3055 mmol/L.

Optimasi Perbandingan Antosianin dengan Kopigmen Asam Tartrat dan Asam Galat

Optimasi perbandingan dilakukan untuk mengetahui perbandingan asam tartrat dan asam galat yang optimal untuk menstabilkan antosianin ekstrak etanol kulit buah Honje Laka. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa perbandingan yang optimal antosianin dengan asam tartrat adalah 1 : 75 dan asam galat 1:100.



Gambar 1. Spektrum antosianin (A) kopigmentasi asam tartrat (B) kopigmentasi asam galat

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa antosianin yang dikopigmentasi asam tartrat dan asam galat mengalami peningkatan absorbansi pada semua perbandingan dibandingkan dengan antosianin yang tidak terkopigmentasi, hal ini disebabkan karena terjadinya efek hiperkromik oleh adanya ikatan intermolekul antara antosianin dengan kopigmen membentuk kompleks antosianin-kopigmen sehingga stabilitas antosianin menjadi lebih baik. Ikatan intermolekul terbentuk disebabkan ikatan hidrogen pada antosianin dengan asam tartrat pada setiap OH dalam struktur antosianin.

Uji Stabilitas Antosianin Pada Berbagai pH

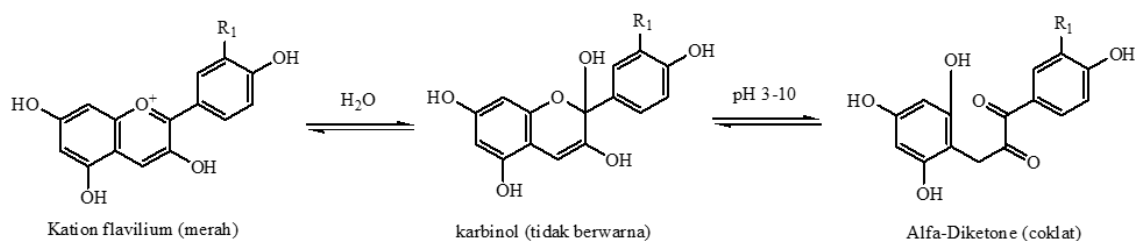
Uji stabilitas dilakukann pada pH 2, pH 4, pH 6 dan pH 8 untuk mengetahui stabilitas antosianin kopigmentasi asam tartrat dan asam galat berdasarkan nilai % retensi warna pada rentang waktu 25 hari (Yoko, Lestario, & Yohanes, 2017).

Warna larutan antosianin kopigmentasi asam tartrat dan asam galat pada pH 2 dari hari ke 1- 25 masih berwarna merah dengan intensitas warna lebih muda sedangkan pada pH 4, pH 6 dan pH 8 warna larutan antosianin menjadi coklat. Berdasarkan pengolahan statistik menggunakan ANOVA nilai % retensi warna antosianin pada pH 2 dengan pH 4, pH 6 dan pH 8

menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Pada pH 2 merupakan kondisi paling stabil dibandingkan dengan pH 4, pH 6 dan pH 8 (Trouillas, Sancho-Garcia, J.C. Freitas, Gierschener, & Otyepka, M.Dangles, 2016). Berdasarkan nilai sig 2-tailed uji stabilitas antosianin pada pH 2 kopigmentasi asam tartrat dan asam galat adalah (0,147) > 0,05, menunjukkan bahwa nilai % retensi warna tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 2. Persen Retensi Warna Antosianin – Kopigmen Pengaruh pH

Kopigmen	pH	% Intensitas Warna					
		Hari					
		1	5	10	15	21	25
Asam Tartrat	2	99,29	94,44	89,95	84,65	75,26	68,95
	4	82,57	68,79	51,55	76,69	103,67	93,30
	6	78,99	68,30	42,56	89,58	91,54	100,09
	8	69,51	120,47	110,45	87,63	81,77	94,46
Asam Galat	2	97,96	86,65	76,27	65,14	52,09	36,93
	4	81,60	73,98	61,83	56,44	48,71	75,84
	6	63,94	61,29	51,92	73,71	89,98	106,06
	8	58,73	56,42	41,88	76,68	95,92	120,30



Gambar 2. Struktur Antosianin pada berbagai pH (Stintzing FC, 2004)

Uji Stabilitas Antosianin Pada Berbagai Suhu

Uji stabilitas antosianin terhadap suhu dilakukan untuk mengetahui kestabilan antosianin yang dipengaruhi suhu 30 °C, 40 °C dan suhu 80 °C (Ramadan & El-Hadidy, 2015 dan Wahyu & Estiasih, 2014).

Tabel 3. Persen Retensi Warna Antosianin – Kopigmen Pengaruh Suhu

Kopigmen	Jam Ke-	% Retensi Warna		
		Suhu (°C)		
		30	40	80
Asam Galat	2	99,74	90,50	105,51
	4	99,62	83,88	112,83
	6	99,45	75,89	119,74
Asam Tartrat	2	99,47	93,59	106,90
	4	99,39	85,87	114,70
	6	99,21	77,89	125,36

Pada suhu 40 °C, antosianin mengalami penurunan kestabilan selama pemanasan 6 jam yang ditandai dengan menurunnya intensitas warna antosianin yang dihasilkan. Pada suhu 80°C terjadi perubahan warna menjadi merah coklat. Menurut (Stintzing, Schiber, & Carle, 2002) senyawa yang terbentuk adalah senyawa alfa-diketon

Perbedaan stabilitas antara kopigmen asam tartrat dan asam galat pada pH 2 suhu 30°C

Berdasarkan hasil uji perbedaan stabilitas kopigmentasi dengan asam tartrat dan asam galat diperoleh nilai sig (0,147) > 0,05 yang menunjukkan bahwa nilai % retensi warna pada kopigmentasi dengan asam tartrat dan asam galat pada pH 2 tidak ada perbedaan yang signifikan. Untuk uji perbedaan stabilitas pada suhu 30 °C diperoleh nilai sig (0,096) > 0,05 yang menunjukkan bahwa nilai % intensitas warna pada kelompok asam tartrat dan asam galat pada suhu 30 °C tidak ada perbedaan yang signifikan. Penurunan nilai % retensi warna pada kompleks antosianin-kopigmen disebabkan karena ikatan kopigmentasi yang terbentuk antara antosianin dengan kopigmen bersifat lemah dan bersifat *reversible* yang mengakibatkan kompleks antosianin dan kopigmen menjadi tidak stabil sehingga tetap mengalami penurunan intensitas warna

4. KESIMPULAN

Berdasarkan nilai % retensi warna, asam tartrat dan asam galat sebagai kopigmen dapat mempertahankan stabilitas antosianin pada pH 2 suhu 30 °C. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kopigmen asam tartrat dan asam galat untuk menstabilkan antosianin. Nilai % retensi warna antosianin terkopigmentasi pada pH 6 dan pH 8 selama penyimpanan terjadi kenaikan, dimana warna berubah menjadi merah coklat, tetapi warna merah yg terbentuk berbeda dengan warna merah antosianin awal.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Haturkan terima kasih kepada rekan tim peneliti, Ketua STIKes BTH, Ketua Prodi Farmasi STIKes BTH dan pimpinan laboratorium Taksonomi Tumbuhan UNPAD

6. KONFLIK KEPENTINGAN

Penelitian ini tidak memiliki konflik kepentingan

7. DAFTAR PUSTAKA

- Amperawati Suharyani , Pudji Hastuti , Yudi Pranoto, U. S. (2019). Efektifitas Frekuensi Ekstraksi Serta Pengaruh Suhu dan Cahaya Terhadap Antosianin dan Daya Antioksidan Ekstrak Kelopak Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(1), 38–45.
- Depkes. (1995). *Materia Medika Indonesia* (VI). Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Depkes. (2014). *Farmakope Indonesia* (V). Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- DepKes. (2000). *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). *Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. Current Protocols in Food Analytical Chemistry* (13th ed.). New York: John Wiley and Sons.
- Harborne, J. (1996). *Metode Fitokimia. Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan* (2nd ed.). Bandung: ITB Press.
- Lee, D. (2010). *Nature's Palette: The Science of Plant Color*. Chicago: University Of Chicago Press.
- Lydia Ninan Lestario. (2017). *Antosianin : Sifat Kimia, Peranannya dalam Kesehatan dan Prospeknya sebagai Pewarna Makanan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ramadan, K. M. A., & El-Hadidy, E. . (2015). Color stability of anthocyanin-based extracts in nontraditional sources: improvement of thermal stability by tannic acid. *Journal Biology Chemistry Environment Science*, 10(3), 1–19.
- Silviani, D., Tuslinah, L., & Gustaman, F. (2018). *Uji Stabilitas Kopigmentasi Zat Warna Antosianin Ekstrak Etanol Kulit Buah Honje Laka (Etlintera elatior (Jack) R.M. Sm.)*. Tasikmalaya: STIKes

BTH.

- Stintzing, F. C., Schiber, A., & Carle, R. (2002). Betacyanin in Fruits from Red Purple Pitaya, *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton and Rose. *Food Chem*, (77), 101–106.
- Suzery, M, S. L. B. C. (2010). Penentuan Total Antosianin dari Kelopak Bunga Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L) dengan Metode Maserasi dan Sokshletasi. *Jurnal Sains Dan Matematika*, 18(1), 1–6.
- Trouillas, P., Sancho-Garcia, J.C. Freitas, V. D., Gierschener, J., & Otyepka, M.Dangles, O. (2016). Stabilizing and modulating color by copigmentation: insights from theory and experiments. *Chemical Reviews*, 116(9), 4937–4982.
- Wahyu, E., & Estiasih, T. (2014). Kopigmentasi Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* var. Ayamurasaki) dengan kopigmen Na-Kasein dan Protein Whey serta Stabilitasnya terhadap pemanasan. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(4), 121–127.
- Yoko, N. P., Lestario, L. N., & Yohanes, M. (2017). Pengaruh Penambahan Asam Galat sebagai Kopigmen Antosianin Murbei Hitam (*Morus nigra* L) terhadap Stabilitas Termal. *Agritech*, 37(4), 428–436.