



Kajian Penggunaan Kopigmen Asam Galat Terhadap Ekstrak yang Mengandung Antosianin

Novi Nurbaety, Ade Yeni Aprillia*, Gatut Ari Wardani
Departemen Kimia Farmasi, Program Studi Farmasi, STIKes BTH, Tasikmalaya, Indonesia

*Corresponding author: adeyeni@stikes-bth.ac.id

Abstract

Background: Anthocyanin is a pigment that gives plants an orange, red, purple, blue to black color. The stability of anthocyanin is dependent on pH, temperature and light so that to maintain the stability of anthocyanin is done by co-pigmentation, which is the combination of anthocyanin with other molecules. This study aims to decide the effect of gallic acid copigment on anthocyanin stability. **Methods:** This research belongs to the type of literature review research by finding theoretical references relevant to the case or problem found. The type of data used is the data obtained in the literature and then analyzed with descriptive analysis methods. **Results & Conclusion:** Anthocyanins from plants, especially seeds, fruit and tubers can be extracted using maceration method with methanol: 1% HCl solvent to produce high levels of total anthocyanin. Addition of gallic acid copigment can increase the intensity of plant anthocyanin color which is characterized by hyperchromic and bathochromic shifts to keep up anthocyanin stability.

Keywords: Anthocyanin, Co-pigmentation, Gallic acid.

Abstrak

Antosianin merupakan pigmen yang memberikan warna oranye, merah, ungu, biru hingga hitam pada tumbuhan. Stabilitas dari antosianin sangat tergantung pada pH, suhu dan cahaya sehingga untuk menjaga kestabilan antosianin dilakukan dengan cara kopigmentasi yaitu penggabungan antosianin dengan molekul lain. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kopigmen asam galat terhadap stabilitas antosianin. **Metode:** Penelitian ini termasuk jenis penelitian kajian literatur dengan mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Jenis data yang digunakan adalah data yang diperoleh pada literatur kemudian dianalisis dengan metode analisis deskriptif. **Hasil & Kesimpulan:** Antosianin dari tumbuhan terutama biji, buah dan umbi dapat diekstraksi dengan menggunakan metode maserasi dengan pelarut metanol: 1% HCl sehingga menghasilkan kadar total antosianin tinggi. Penambahan kopigmen asam galat dapat meningkatkan intensitas warna antosianin tumbuhan yang ditandai dengan pergeseran hiperkromik dan batokromik sehingga dapat menjaga kestabilan antosianin. Kopigmentasi antosianin menggunakan asam galat memberikan hasil yang sangat baik terhadap stabilitas antosianin.

Kata kunci: Antosianin, Asam Galat, Kopigmentasi.

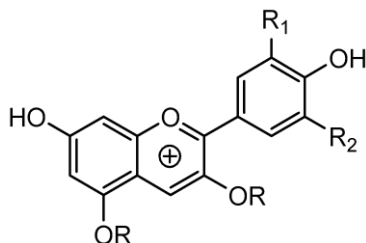
PENDAHULUAN

Dewasa ini kebutuhan pewarna sintesis pada makanan maupun tekstil lazim digunakan oleh masyarakat maupun industri. Dengan adanya gerakan *Back to Nature* untuk meminimalisir penggunaan pewarna sintesis yang dapat memberikan dampak dari penggunaan pewarna sintesis maka dikembangkan pewarna alami yang dihasilkan dari tumbuhan yang mengandung antosianin. Antosianin merupakan pigmen

yang memberikan warna oranye, merah, ungu, biru hingga hitam yang terdapat dalam tumbuhan seperti bunga, buah, akar, daun, batang, biji serta terdapat pada sayuran dan umbi-umbian (Du dkk., 2015).

Antosianin termasuk dalam golongan flavonoid yang strukturnya ditandai dengan adanya dua cincin aromatik benzena (C₆H₆) yang dihubungkan dengan tiga atom yang membentuk cincin (Delgado-Vargas dkk.,

2000). Secara kimia, antosianin merupakan turunan struktur aromatik tunggal yaitu sianidin dengan penambahan atau pengurangan gugus hidroksil, metilasi dan glikosilasi (Puspita dkk., 2018).



Gambar 1. Struktur dasar antosianin
(Siregar, A., 2016)

Kestabilan antosianin dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pH, suhu dan cahaya (Ingrath dkk., 2015). Antosianin umumnya stabil dalam suasana asam dibandingkan dengan suasana netral atau basa karena dalam suasana asam, antosianin masih berada dalam bentuk inti kation flavilium yang terprotonasi dan kekurangan elektron (Mastuti dkk., 2013). Pada proses pemanasan antosianin terjadi penurunan warna antosianin menjadi tidak berwarna seiring dengan meningkatnya suhu pemanasan karena dekomposisi antosianin dari bentuk aglikon menjadi kalkon (Munawaroh dkk., 2015). Serta terpaparnya cahaya dapat menurunkan kestabilan antosianin karena cahaya mampu menstimulas terjadinya reaksi fotokimia sehingga membentuk senyawa yang tidak berwarna seperti kalkon yang ditandai sebagai indikator degradasi antosianin (Mastuti dkk., 2013).

Kopigmentasi adalah penggabungan antosianin dengan molekul lain yang dapat mempengaruhi stabilitas antosianin. Kopigmentasi intermolekul adalah asosiasi antara antosianin berwarna dengan senyawa flavonoid lain yang tidak berwarna yang tidak terikat secara kovalen dengan molekul antosianin. Secara garis besar, mekanisme kopigmentasi terjadi ketika kation flavilium yang bermuatan positif menerima elektron

dari kopigmen yang memiliki elektron bebas sehingga terjadi kesetimbangan elektron. (Galland dkk., 2007).

Asam galat adalah senyawa golongan asam fenolik yang memiliki rumus kimia $C_6H_2(OH)_3COOH$. Senyawa ini berupa kristal berwarna putih kekuningan atau coklat kekuningan (Belinda, 2011). Asam galat memiliki aktivitas anti jamur, antioksidan serta memiliki kemampuan sitotoksik melawan sel kanker (Sohi dkk., 2003).

BAHAN DAN METODE

Kajian literatur

Kajian literatur adalah mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Referensi tersebut berisikan tentang kestabilan antosianin dengan penambahan kopigmen asam galat. Referensi dapat diambil dari buku, jurnal dan dokumen lain yang mendeskripsikan teori serta informasi yang berkaitan dengan perumusan masalah.

Pengumpulan data

Data sekunder yang dibutuhkan pada penelitian ini diperoleh dari beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya meliputi data kestabilan antosianin dengan penambahan kopigmen asam galat.

Kriteria inklusi

Kriteria inklusi yang digunakan pada penelitian ini adalah tumbuhan dengan biji yang telah dihaluskan dan ukuran seragam, buah segar dan matang, umbi segar. Tumbuhan yang diekstraksi dengan metode maserasi. Kopigmen yang digunakan untuk kestabilan antosianin yaitu asam galat dengan rentang pH 1-14, rentang suhu dari terendah hingga tertinggi serta terpapar tidaknya oleh cahaya.

Kriteria Eksklusi

Kriteria eksklusi pada penelitian ini adalah tumbuhan dengan biji utuh yang tidak seragam, buah yang telah busuk atau belum

matang dan umbi yang belum matang, kering atau telah busuk.

Analisis data

Data-data yang diperoleh dianalisis dengan metode deskriptif yang dilakukan dengan cara mendeskripsikan fakta-fakta yang disusul dengan analisis, tidak semata-mata menguraikan, melainkan juga memberikan pemahaman dan penjelasan secukupnya

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari 6 jenis antosianin yang diketahui, pada tumbuhan biji, umbi dan buah umumnya termasuk ke dalam jenis antosianin Sianidin-3-glikosida yang ditunjukkan pada Tabel 1. Hal ini sesuai dengan pernyataan Priska dkk. (2018), bahwa jenis antosianin yang kandungannya paling banyak di alam dan digunakan sebagai referensi pada umumnya adalah turunan sianidin.

Antosianin dapat diekstraksi dengan menggunakan pelarut metanol atau etanol yang diasamkan oleh asam yang bertujuan untuk mendenaturasi membran sel dan melarutkan antosianin keluar dari sel (Kenneth R. Markham, 2006). Proses pengestraksian dalam tumbuhan terjadi

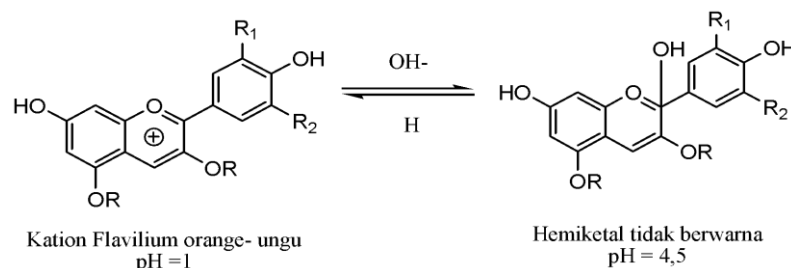
ketika pelarut organik yang diasamkan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung antosianin, antosianin akan larut dalam pelarut organik yang diasamkan di luar sel sehingga larutan akan berdifusi keluar sel dan proses tersebut berulang sampai terjadi kesetimbangan antara konsentrasi cairan antosianin di dalam dan di luar sel (Hambali dkk., 2015).

Ekstrak kental yang dihasilkan dapat digunakan untuk menentukan kadar total antosianin dengan metode pH diferensial yaitu pada pH 1.0 dan 4.5. pada pH 1.0 antosianin berbentuk kation flavilium yang berwarna merah dan pengukuran absorbansi menunjukkan jumlah antosianin yang semakin besar, sedangkan pada pH 4.5 yakni pada asam lemah kation flavilium berubah membentuk hemiketal tidak berwarna dan membentuk kalkon (Wrolstad dkk., 2005). Ditunjukkan pada Gambar 1.

Menurut Pratiwi (2019), besarnya kadar total antosianin pada masing-masing tumbuhan juga dipengaruhi oleh pelarut yang digunakan untuk ekstraksi. Tabel 2. menunjukkan kadar total antosianin pada tumbuhan.

Tabel 1. Jenis Antosianin pada Tumbuhan

Tumbuhan	Jenis Antosianin	Referensi
Beras Hitam	Sianidin-3- glikosida	(Pedro dkk., 2016)
Ubi Ungu Manis	Sianidin-3- glikosida	(Qian dkk., 2017)
Raspberry Merah	Sianidin-3- glikosida	(Sun dkk., 2010)
Anggur Merah	Malvidin-3-glikosida	(Gauche dkk., 2010)
Kentang	Sianidin-3-glikosida	(Tierno & Ruiz de Galarreta, 2016)
Murbei Hitam	Sianidin-3- glikosida	(Nusantara dkk., 2018)



Gambar 2. Struktur kation flavilium dan hemiketal (Wrolstad dkk., 2005)

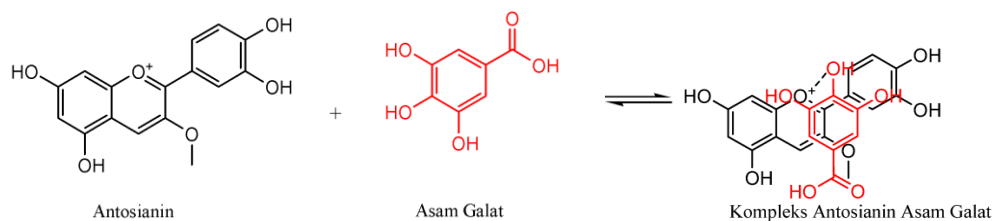
Tabel 2. Kadar total antosianin pada tumbuhan

Tumbuhan	Pelarut	Kadar Total Antosianin	Referensi
Beras Hitam	Etanol: Asam Sitrat	116.58 mg/100 g	(Pedro dkk., 2016)
Ubi Ungu Manis	Metanol: 0,01 % HCl	Belum diketahui	(Qian dkk., 2017)
Raspberry Merah	Metanol	Belum diketahui	(Sun dkk., 2010)
Anggur Merah	Metanol: 0,1% HCl	133 mg/ 100 g	(Gauche dkk., 2010)
Kentang	Aquadest	Belum diketahui	(Tierno & Ruiz de Galarreta, 2016)
Murbei Hitam	Metanol: 1% HCl	434.67 mg/100 g	(Nusantara dkk., 2018)

Berdasarkan Tabel 2, kadar antosianin total lebih besar terdapat pada ekstrak murbei hitam dengan menggunakan pelarut metanol yang diasamkan dengan 1% HCl. Ekstraksi antosianin dilakukan pada suasana asam karena struktur kation flavilium sangat stabil dan memberi warna kuat pada lingkungan asam (Tensiska, Betty Dewi Sofiah, 2007). Perbedaan total antosianin yang dihasilkan untuk setiap jenis asam berkaitan dengan perbedaan tetapan disosiasi dari masing-masing jenis asam. Di mana tetapan disosiasi untuk asam klorida sebesar 1 dan asam sitrat sebesar $8,4 \times 10^{-4}$ (Day, 1988). Semakin besar tetapan disosiasi maka semakin kuat suatu asam karena semakin banyaknya jumlah ion hidrogen yang dilepaskan ke dalam larutan. Keadaan yang semakin asam mendekati pH 1 akan menyebabkan semakin banyaknya pigmen antosianin berada dalam

bentuk kation flavilium berwarna dan menyebabkan dinding sel pecah kemudian dapat melarutkan pigmen antosianin keluar dari sel sehingga pigmen antosianin semakin banyak yang terekstrak dan pengukuran absorbansi akan meningkat (Basito, 2011).

Kestabilan antosianin dipengaruhi oleh pH, suhu dan cahaya sehingga dengan adanya penambahan kopigmen dapat menjaga kestabilan antosianin dengan mekanisme yang terjadi yaitu adanya interaksi antara antosianin yang berbentuk kation flavilium yang bermuatan positif dan kekurangan elektron berinteraksi dengan asam galat yang kaya akan elektron karena adanya gugus hidroksil dan gugus karboksil yang dapat membentuk kompleks antosianin asam galat (Castañeda-Ovando dkk., 2009). Mekanisme ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Mekanisme antosianin dengan kopigmen asam galat

Tabel 3. Kestabilan Antosianin dengan Kopigmen Asam Galat

Tumbuhan	Stabilitas	Hasil Kopigmentasi	Referensi
Ekstrak Beras Hitam	Cahaya	Antosianin kontrol dengan konsentrasi 0,1 mol/L menghasilkan λ_{max} 513.60 nm dan Absmax 0,89, sementara antosianin dengan penambahan asam galat sebanyak 7.5×10^{-4} mol/L menghasilkan λ_{max} 514.60 nm dan Absmax 0,91	(Pedro dkk., 2016)
Ekstrak Ubi Ungu Manis	Suhu	Sebanyak 22,46 mg antosianin menghasilkan λ_{max} 530 nm dengan Absmax 0,78, sementara dengan penambahan asam galat sebanyak 851 mg menghasilkan λ_{max} 530 nm dengan Absmax 0,89.	(Qian dkk., 2017)
Ekstrak Raspberry Merah	pH	Sebanyak 1.9×10^{-4} mol/L antosianin dibandingkan dengan penambahan asam galat sebanyak 9.5×10^{-3} mol/L menghasilkan efek hiperkromik 9,6% dan efek batokromik dengan $\Delta\lambda_{max}$ 1.5 nm.	(Sun dkk., 2010)
Ekstrak Anggur Merah	pH	Ekstrak dan asam galat dengan perbandingan 1:1 menghasilkan efek hiperkromik dengan Δ Absmax 0,11 dan efek batokromik dengan $\Delta\lambda_{max}$ 3.5 nm.	(Gauche dkk., 2010)
Ekstrak Kentang	Suhu dan Cahaya	Ekstrak dan asam galat dengan perbandingan 1:50 menghasilkan efek batokromik dengan $\Delta\lambda_{max}$ 3 nm.	(Tierno & Ruiz de Galarreta, 2016)
Ekstrak Murbei Hitam	Suhu	Ekstrak dan asam galat dengan perbandingan 1:75 merupakan rasio optimal untuk menstabilkan antosianin pada suhu 25 ° C dan 4° C	(Nusantara dkk., 2018)

Asam galat memiliki gugus pengaktivasi yaitu gugus hidroksil (-OH) yang merupakan gugus pengarah orto dan para serta gugus pendeaktivasi yaitu gugus karboksilat (-COOH) yang merupakan gugus pengarah meta. Gugus hidroksil dapat berperan sebagai pengaktivasi karena adanya pasangan elektron bebas yang dimiliki oleh atom oksigen sehingga dapat menstabilkan zat antara kation yang terbentuk pada antosianin dengan menyumbangkan elektron ke dalam antosianin. Kestabilan antosianin dengan penambahan kopigmen asam galat pada beberapa tumbuhan ditunjukkan pada Tabel 3.

Kestabilan antosianin terhadap pH

Kestabilan antosianin dapat dipengaruhi oleh pH di mana menurut penelitian Santoni dkk. (2013), semakin rendah pH maka antosianin lebih stabil berwarna merah dan semakin

tinggi pH warna antosianin semakin pudar karena kation flavilium yang berwarna merah mengalami hidrasi menjadi karbinol tidak berwarna. Penelitian Pedro dkk. (2016), menguji kestabilan antosianin ekstrak beras hitam dengan pH 2,2-6 dan suhu 100-165° C menghasilkan penurunan kestabilan dengan meningkatnya pH. Serta Gauche dkk. (2010), menunjukkan bahwa kopigmen asam galat dapat menstabilkan antosianin terhadap pH. Di antara pH 1-4.5 dengan penambahan kopigmen asam galat terhadap ekstrak anggur merah, terjadi pergeseran hiperkromik dan batokromik pada pH 3.3. Istilah pergeseran ditunjukkan pada Tabel 4.

Diperkuat dengan penelitian Sun dkk, (2010), kopigmentasi asam galat dapat meningkatkan kestabilan antosianin ekstrak raspberry merah pada pH 3.2 dengan suhu 10° C karena antosianin pada pH 3 masih dalam



keadaan stabil kation flaviliumnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan kopigmen asam galat terhadap pH dapat menjaga kestabilan warna antosianin yang ditandai dengan terjadinya pergeseran hiperkromik dan basokromik. Faktor lain yang mempengaruhi adalah penyimpanan pada suhu yang rendah karena struktur tidak mengalami proses hidrolisis.

Kestabilan antosianin terhadap suhu

Zussiva dkk. (2012), menyatakan bahwa suhu berpengaruh terhadap degradasi antosianin. Kesetimbangan antosianin bersifat endotermik jika bergeser dari kiri ke kanan. Sehingga adanya suhu tinggi akan menggeser kesetimbangan ke arah kanan yaitu kalkon.

Penelitian Qian dkk. (2017), menyatakan bahwa kopigmen asam galat dapat meningkatkan kestabilan antosianin ekstrak ubi manis ungu terhadap suhu dengan pH 3.2 dan suhu 95° C dengan interval waktu 0-10 jam. Dengan penambahan asam galat menghasilkan efek hiperkromik di mana kopigmen asam galat pada jam pertama menghasilkan Absorbansi 0,89 sedangkan antosianin tanpa kopigmen menghasilkan Absorbansi 0,78.

Pengaruh suhu tersebut diperkuat oleh penelitian Nusantara dkk. (2018), di mana antosianin murbei hitam yang terkopigmentasi asam galat terjadi pergeseran batokromik. Tetapi, kopigmen asam galat dengan rasio molar 1: 75 memberikan hasil optimal untuk menstabilkan antosianin ekstrak murbei hitam pada suhu 25° C dan 4° C dibandingkan dengan rasio molar 1: 100. Hal ini disebabkan karena setiap antosianin memiliki konsentrasi optimal yang berbeda-beda serta penambahan kopigmen yang melebihi konsentrasi optimal dapat menurunkan stabilitas suhu dari antosianin karena konsentrasi fenolik yang ditambahkan melebihi konsentrasi antosianin (Fischer dkk., 2013).

Kestabilan antosianin terhadap cahaya

Adanya cahaya dapat menurunkan kestabilan warna dari antosianin karena cahaya dapat menggeser ke arah kanan yaitu ke arah kalkon, hal ini disebabkan karena cahaya memiliki energi radiasi yaitu insolasi yang terdiri dari sinar-sinar radiasi yang tersusun dari berbagai macam panjang gelombang. Sinar radiasi tersebut yang mampu menstimulasi terjadinya reaksi fotooksidasi yang menyebabkan cincin aglikon pada antosianin terbuka sehingga terbentuk kalkon yang tidak berwarna (Zussiva dkk., 2012).

Tabel 4. Istilah pergeseran Spektrofotometri UV-Vis (Lestario & Andini, 2016) ; Dangles et al., 1993

Terminologi	Sifat Pergeseran
Batokromik (Pergeseran Merah)	Pergeseran absorpsi panjang gelombang maksimum di mana pada antosianin terjadi pergeseran warna dari merah menjadi merah kebiruan (<i>bluing effect</i>) ke arah panjang gelombang lebih besar yang menunjukkan terjadinya perubahan struktur antosianin terkopigmentasi akibat ikatan dengan senyawa kopigmen
Hiperkromik	Terjadi peningkatan intensitas warna antosianin setelah dikopigmentasi dengan menunjukkan peningkatan intensitas warna yang disebabkan oleh gugus fungsi

Penelitian Pedro dkk. (2016), penambahan kopigmen asam galat pada ekstrak beras hitam terhadap cahaya menunjukkan pergeseran batokromik dan hiperkromik. Penelitian tersebut diperkuat oleh Tierno & Ruiz de Galarreta (2016), pada ekstrak kentang dengan suhu rendah 4° C dan tanpa adanya cahaya, penambahan kopigmen

asam galat dapat meningkatkan kestabilan warna antosianin yang ditandai dengan adanya efek batokromik dibandingkan dengan kombinasi suhu 25° C, adanya cahaya dan tanpa penambahan kopigmen asam galat. Sehingga dapat disimpulkan dengan adanya penambahan kopigmen asam galat terhadap cahaya dapat menghambat

laju degradasi warna antosianin dibandingkan dengan tanpa penambahan kopigmen asam galat.

KESIMPULAN

Antosianin dari tumbuhan terutama biji, buah dan umbi dapat diekstraksi dengan menggunakan metode maserasi dengan pelarut methanol_HCl (9:1) sehingga menghasilkan kadar total antosianin tinggi. Kestabilan ekstrak antosianin dapat dipengaruhi oleh faktor pH, suhu dan cahaya. Penambahan kopigmen asam galat dapat meningkatkan intensitas warna antosianin tumbuhan yang ditandai dengan pergeseran hiperkromik dan batokromik sehingga dapat menjaga kestabilan antosianin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada STIKes BTH yang telah memfasilitasi sarana laboratorium dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Basito. 2011. Efektivitas Penambahan Etanol 95% Dengan Variasi Asam Dalam Proses Ekstraksi Pigmen Antosianin Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, IV(2), 84–93.
- Castañeda-Ovando, A., Pacheco-Hernández, M. de L., Páez-Hernández, M. E., Rodríguez, J. A., & Galán-Vidal, C. A. (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, 113(4), 859–871. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.001>
- Delgado-Vargas, F., Jiménez, A. R., Paredes-López, O., & Francis, F. J. 2000. Natural pigments: Carotenoids, anthocyanins, and betalains - Characteristics, biosynthesis, processing, and stability. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (Vol. 40, Issue 3). <https://doi.org/10.1080/10408690091189257>
- Dhanang Puspita, Yosephine Diana Tjahyono, Yuni Samalukang, Binerd Anthon Im Toy, N. W. T. 2018. Produksi Antosianin Dari Daun Miana (*Plectranthus scutellarioides*) Sebagai Pewarna Alami. *Pro Food (Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan)*, 4(1), 298–303. <https://doi.org/10.29303/profood.v4i1.78>
- Dina, S. 2004. Uji Anti Malaria In Vivo Isolat Terhadap Plasmodium. *Skripsi*. Fakultas Farmasi. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Du, H., Wu, J., Ji, K. X., Zeng, Q. Y., Bhuiya, M. W., Su, S., Shu, Q. Y., Ren, H. X., Liu, Z. A., & Wang, L. S. 2015. Methylation mediated by an anthocyanin, O-methyltransferase, is involved in purple flower coloration in *Paeonia*. *Journal of Experimental Botany*, 66(21), 6563–6577. <https://doi.org/10.1093/jxb/erv365>
- Fischer, U. A., Carle, R., & Kammerer, D. R. 2013. Thermal stability of anthocyanins and colourless phenolics in pomegranate (*Punica granatum* L.) juices and model solutions. *Food Chemistry*, 138(2–3), 1800–1809. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.10.072>
- Galland, S., Mora, N., Abert-Vian, M., Rakotomanomana, N., & Dangles, O. 2007. Chemical synthesis of hydroxycinnamic acid glucosides and evaluation of their ability to stabilize natural colors via anthocyanin copigmentation. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (Vol. 55, Issue 18). <https://doi.org/10.1021/jf071205v>
- Gauche, C., Malagoli, E. da S., & Bordignon Luiz, M. T. 2010. Effect of pH on the copigmentation of anthocyanins from Cabernet Sauvignon grape extracts with organic acids. *Scientia Agricola*, 67(1), 41–46. <https://doi.org/10.1590/s0103-90162010000100006>

- 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
- Kenneth R. Markham. 2006. *Chemistry, Biochemistry and Applications*. Industrial Research Ltd.
- Lestario, L. N., & Andini, S. 2016. Kopigmentasi Kuersetin Apel (*Pyrus malus*) terhadap Stabilitas Warna Ekstrak Buah Duwet (*Syzygium cumini*). *Prosiding Konser Karya Ilmiah*, 2, 37–42.
- Mastuti, E., Fristianingrum, G., & Andika, Y. 2013. Ekstraksi Dan Uji Kestabilan Warna Pigmen Antosianin Dari Bunga Telang (*Clitoria Ternatea L.*) Sebagai Bahan Pewarna Makanan. *Simposium Nasional RAPI XII*, 44–51.
- Munawaroh, H., Fadillah, G., Saputri, L. N. M. Z., Hanif, Q. A., Hidayat, R., & Wahyuningsih, S. 2015. Kopigmentasi dan Uji Stabilitas Warna Antosianin dari Isolasi Kulit Manggis (*Garcinia mangostana L.*). *Seminar Nasional Matematika, Sains, Dan Informatika 2015*, April, 321–329
- Nusantara, Y. P., Lestario, L. N., & Martono, Y. 2018. Pengaruh Penambahan Asam Galat Sebagai Kopigmen Antosianin Murbei Hitam (*Morus nigra L.*) terhadap Stabilitas Termal. *Agritech*, 37(4), 428. <https://doi.org/10.22146/agritech.22963>
- Pedro, A. C., Granato, D., & Rosso, N. D. 2016. Extraction of anthocyanins and polyphenols from black rice (*Oryza sativa L.*) by modeling and assessing their reversibility. *Food Chemistry*, 191, 12–20.
- Priska, M., Peni, N., Carvallo, L., & Ngapa, Y. D. 2018. Antosianin dan Pemanfaatannya. *Cakra Kimia Indonesia*, 6(2), 79–97.
- Qian, B. J., Liu, J. H., Zhao, S. J., Cai, J. X., & Jing, P. 2017. The effects of gallic/ferulic/caffeic acids on colour intensification and anthocyanin stability. *Food Chemistry*, 228, 526–532. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.120>
- Santoso, W. E. A., & Estiasih, T. 2014. Kopigmentasi Ubi Jalar Ungu dengan Kopigmen Na-Kasienat dan Protein Whey serta Stabilitasnya Terhadap Pemanasan. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(4), 121–127.
- Sohi, K. K., Mittal, N., Hundal, M. K., & Khanduja, K. L. 2003. Normal Lymphocytes: Exhibits A Bcl-2 Antiapoptotic Independent Potential Mechanism in Human, Postgraduate Institute of Medical Education and Research, Chandigarh, 2Department of Pharmaceutical Sciences, Texas Technological University and Health Scien. 221–227.
- Sun, J., Cao, X., Bai, weibin, Liao, X., & Hu, X. 2010. Comparative analyses of copigmentation of cyanidin 3-glucoside and cyanidin 3-sophoroside from red raspberry fruits. *Food Chemistry*, 120(4), 1131–1137. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.031>
- Tensiska, Betty Dewi Sofiah, K. A. P. W. 2007. Aplikasi Ekstrak Pigmen Dari Buah Arben (*Rubus idaeus* (Linn.)) Pada Minuman Ringan Dan Kestabilannya Selama Penyimpanan. 978–979



- Tierno, R., & Ruiz de Galarreta, J. I. 2016. Influence of Selected Factors on Anthocyanin Stability in Colored Potato Extracts. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(5), 1020–1026. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12682>
- Wrolstad, R. E., Durst, R. W., & Lee, J. 2005. Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. *Trends in Food Science and Technology*, 16(9), 423–428. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.03.019>
- Zussiva, A., Bertha, K. L., & Budiyati, C. S. 2012. Ekstraksi dan Analisis Zat Warna Biru (Anthosianin Anthosianin) dari Bunga Telang (*Clitoria Ternatea*) Sebagai Pewarna Alami. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 1(1), 356–365