

Kinetika Degradasi Serbuk Antosianin Daun Miana (*Coleous scutellarioides* L. Benth) Var. *Crispa* Hasil Mikroenkapsulasi

Theresia Cisilya*, Lydia N. Lestario, Margareta N. Cahyanti

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana, Jalan Diponegoro No. 52-60, Salatiga 50711, Jawa Tengah – Indonesia

*Penulis korespondensi: resya.cisilya24@gmail.comDOI: <https://doi.org/10.24198/cna.v5.n3.16063>

Abstrak: Tanaman miana (*Coleous scutellarioides*) merupakan salah satu tanaman tropis yang mengandung antosianin yang dapat berpotensi sebagai zat warna alami. Pigmen antosianin memiliki stabilitas yang rendah, namun dapat ditingkatkan dengan mikroenkapsulasi. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kinetika degradasi serbuk antosianin daun miana hasil mikroenkapsulasi. Mikroenkapsulasi dilakukan dengan menambahkan maltodekstrin berbagai konsentrasi (8, 10, 12, dan 14% b/v) dalam ekstrak daun miana. Daun miana diekstrak menggunakan pelarut asam tartarat 2% (b/v). Serbuk antosianin disimpan dalam inkubator pada suhu 25, 35, dan 45°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa reaksi degradasi antosianin mengikuti orde 2. Kinetika degradasi yang paling stabil adalah pada penambahan maltodekstrin 8% yang ditunjukkan dengan konstanta laju degradasi, waktu paruh, dan energi aktivasi.

Kata kunci: *Coleous scutellarioides*, maltodekstrin, mikroenkapsulasi, stabilitas warna

Abstract: Miana plant (*Coleous scutellarioides*) is one of tropical plants that contain anthocyanin that potentially can be used as natural dye. Anthocyanin has low stability, however it can be enhanced by microencapsulation. The aim of this research was to determine the anthocyanin degradation kinetics of extract powder from miana leaves. Microencapsulation was performed by adding various maltodextrin concentrations (8, 10, 12, and 14%) to the miana's leaves extract. The miana's leaves were extracted using 2% (w/v) tartaric acid solvent. The anthocyanin powder is stored in an incubator at a temperature of 25, 35, and 45°C. The results showed that anthocyanin degradation reaction followed the second order. The most stable degradation kinetics was found at addition of 8% maltodextrin which was indicated by degradation rate constant, half-life, and activation energy.

Keywords: *Coleous scutellarioides*, colour stability, maltodextrin, microencapsulation

PENDAHULUAN

Warna merupakan bagian penting untuk penampilan suatu produk, baik untuk makanan, pakaian, atau pun obat-obatan. Akhir-akhir ini penggunaan pewarna sintetis cukup merebak. Hal ini terjadi karena pewarna sintetis umumnya lebih murah dan memberikan warna yang menarik dan stabil. Penggunaan pewarna sintetis secara terus-menerus, maka dapat menyebabkan reaksi alergi ketika digunakan dalam makanan dan kosmetik, dalam hal-hal tertentu dapat pula menimbulkan penyakit kanker. Oleh sebab itu, diperlukan pewarna alternatif alami yang umumnya lebih aman digunakan dan dikonsumsi, serta memiliki stabilitas dan intensitas warna yang cukup baik.

Antosianin merupakan zat warna yang bersifat polar dan larut dengan baik pada pelarut-pelarut polar yang termasuk dalam golongan flavonoid. Antosianin dapat bervariasi, yaitu: merah, ungu, dan biru tergantung pH (Lestario dkk. 2005a). Namun, pigmen antosianin memiliki stabilitas warna yang kurang baik. Ikatan tidak jenuh pada struktur molekulnya menyebabkan antosianin mudah teroksidasi,

termasuk pengaruh dari pH, cahaya, suhu, dan oksigen (Hongmei & Meng 2015). Pada pH tinggi antosianin cenderung berwarna biru atau tidak berwarna, sedangkan pada pH rendah cenderung berwarna merah (Wijaya dkk. 2009). Kebanyakan antosianin menghasilkan warna pada pH kurang dari 4. Antosianin umumnya stabil pada pH 3,5 dan akan terdegradasi pada pH yang tinggi (de Pascual-Teresa & Sanchez-Ballesta 2008). Selain itu, kehadiran enzim polifenol oksidase mempengaruhi kestabilan antosianin karena dapat merusak antosianin (Wijaya dkk. 2009).

Miana (*Coleous scutellarioides*) merupakan tanaman tropis Indonesia yang tumbuh liar namun dipercaya berkasiat untuk penyakit jantung, peluruh haid, penambah nafsu makan, mengobati batuk, menetralkan racun, menghilangkan gumpalan darah, dan juga obat cacung (Mutiatikum dkk. 2010; Rizal & Putri 2014). Varian miana memiliki warna daun yang beragam. Daun miana yang berwarna ungu kemerahan mengindikasikan adanya antosianin, salah satu variannya adalah *crispa*. Lestario dkk. (2009) menyatakan bahwa di dalam daun miana varian

crispa mempunyai kandungan antosianin sebesar $29,37 \pm 0,0841$ mg/100 g, sedangkan pada penelitian Jatmiko (2015) diperoleh kadar antosianin daun miana var. crispa sebesar $441,97 \pm 34,22$ mg/100 g. Oleh sebab itu, kandungan antosianin dalam daun miana dapat berpotensi sebagai zat warna alami.

Salah satu cara efektif untuk menjaga stabilitas pigmen dapat dilakukan dengan cara mikroenkapsulasi (Mahdavi *et al.* 2014). Mikroenkapsulasi bertujuan untuk melindungi komponen bahan yang sensitif dan mengurangi degradasi senyawa aktif dalam bahan (Purnomo dkk. 2014). Salah satu metode yang digunakan dalam proses mikroenkapsulasi adalah metode kering semprot (spray drying). Proses kering semprot dapat menghasilkan partikel berbentuk bola yang mengalir bebas dengan distribusi ukuran yang baik dan sesuai dengan yang diinginkan. Selain itu, proses pengeringan ini relatif singkat jika dibandingkan dengan proses pengeringan yang lain, sehingga membuat proses ini cocok untuk mengeringkan bahan yang sensitif terhadap panas (Srihari dkk. 2010). Telah banyak dilakukan penelitian tentang mikroenkapsulasi seperti mikroenkapsulasi blackberry menggunakan enkapsulan maltodekstrin (Ferrari *et al.* 2012), minyak sawit merah menggunakan enkapsulan campuran maltodekstrin dan gum arab (Fasikhatun 2010), bunga rosella menggunakan enkapsulan maltodekstrin (Ernawati 2010). Namun, mikroenkapsulasi dari daun miana masih jarang bahkan belum dilakukan.

Seperti reaksi kimia pada umumnya, stabilitas antosianin dan laju degradasinya dipengaruhi oleh suhu. Degradasi antosianin cenderung meningkat selama proses penyimpanan yang diiringi dengan kenaikan suhu. Degradasi termal menyebabkan hilangnya warna pada antosianin yang akhirnya terjadi pencoklatan (Hayati dkk. 2012). Kinetika degradasi antosianin dapat diamati berdasarkan konstanta laju reaksi dan waktu paruh. Menurut Ersus & Yurdagel (2007), degradasi antosianin mengikuti kinetika degradasi orde satu. Pada reaksi orde satu, jika diplotkan $\ln [C]$ yang tersisa terhadap waktu (t) akan diperoleh hubungan linier. Kurva yang terbentuk dari hubungan tersebut kemudian digunakan untuk memperoleh konstanta laju reaksi (k) dengan menggunakan persamaan (1).

$$\ln [C] = -kt + \ln [C]_0 \quad \dots \quad (1)$$

dengan $[C]$ = konsentrasi antosianin, $[C]_0$ = konsentrasi awal, dan t = waktu.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk menentukan kinetika degradasi serbuk antosianin ekstrak daun miana hasil mikroenkapsulasi.

BAHAN DAN METODE

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: piranti gelas, neraca dengan ketelitian 0,0001 g (Ohaus pioneer, PA214), neraca analitik dengan ketelitian 0,01 g (Ohaus, TAJ602), spektrofotometer UV-Vis (Optizen UV 2120), sentrifuge (Tomy Seiko C 40-N), inkubator, dan pengering semprot (Spray Dryer, SD-Basic Lab Plant, West Yorkshire).

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun miana yang diperoleh dari Kopeng, Kabupaten Semarang, sedangkan bahan kimia yang digunakan adalah maltodekstrin (Merck, Jerman), metanol (Merck, Jerman), asam tartarat (Sigma, USA), HCl (Merck, Jerman) dan akuades. Bahan kimia yang digunakan adalah pro analisis (pa).

Pengukuran Kadar Antosianin Total (Lestario, 2005a yang dimodifikasi)

Sebanyak 2,5 gram daun miana yang telah dihaluskan dimaserasi dalam 10 mL metanol-HCl 1%, pada suhu 4°C selama semalam. Campuran disaring dan ampas kembali diekstrak dengan 1×10 mL dan 1×5 mL metanol-HCl 1% selama masing-masing 30 menit, filtrat disatukan, dan volume ditepatkan menjadi 25 mL. Kadar antosianin diukur dengan Metode perbedaan pH, yaitu mengukur absorbansi mikrokapsul antosianin pada pH 1 dan pH 4,5 yang diukur pada $\lambda=510$ nm dan $\lambda=700$ nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil yang diperoleh dimasukkan dalam persamaan (2).

$$A = [(A_{510} - A_{700})_{pH1} - (A_{510} - A_{700})_{pH4,5}] \quad \dots \quad (2)$$

Dengan : A_{510} = nilai absorbansi pada λ 510 nm
 A_{700} = nilai absorbansi pada λ 700 nm

Selanjutnya, hasil perhitungan di atas dimasukkan ke dalam hukum Lambert-Beer, yaitu: $A = \epsilon \times b \times c$ dengan koefisien ekstingsi molar (ϵ) sianidin 3-glukosida, yaitu $29.600 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$. Semua pengukuran kadar antosianin total dilakukan secara triplo.

Ekstraksi Daun Miana dengan Pelarut Asam Tartarat (Tensiska dkk. 2007, yang dimodifikasi)

Sebanyak 100 gram daun miana yang telah dihancurkan dimaserasi dengan 600 mL asam tartarat 2% selama semalam pada suhu 4°C. Campuran disaring dan ampas kembali diekstrak dengan 200 mL, 100 mL, dan 100 mL pelarut yang sama selama masing-masing 30 menit, kemudian disaring. Filtrat disatukan dan ditepatkan dengan pelarut yang sama dalam labu ukur 1000 mL.

Pembuatan Mikroenkapsul dengan Semprot Kering (Ernawati, 2010; Efendi, 2000 dalam Supriyadi & Rujita, 2013 yang dimodifikasi)

Bahan penyalut (maltodektrin) ditambahkan ke dalam ekstrak antosianin daun miana dengan konsentrasi 8, 10, 12, dan 14% (b/v) sedikit demi sedikit sambil dihomogenisasi selama 10 menit. Emulsi dikeringkan menggunakan pengering semprot (spray dryer) dengan kondisi alat pada aliran suhu inlet (T in) $120 \pm 2^\circ\text{C}$, suhu outlet (T out) $80 \pm 2^\circ\text{C}$, kecepatan aliran 9,5 mL/menit.

Uji Stabilitas Mikroenkapsul (Ernawati, 2010 yang dimodifikasi)

Mikroenkapsul dimasukkan dalam plastik transparan kemudian diletakkan di dalam inkubator bersuhu 25, 35, dan 45°C . Antosianin total mikroenkapsul diukur setiap 3 hari sekali pada suhu 25°C , setiap 2 hari sekali pada suhu 35°C , dan 1 hari sekali pada suhu 45°C . Semua perlakuan diulangi sebanyak 3 kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Antosianin Total

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kadar air daun miana sebesar 90,03% dalam berat kering (bk). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan air dalam daun miana sangat banyak. Antosianin daun miana diekstrak menggunakan pelarut metanol-HCl 1% disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar antosianin daun miana

Pelarut	Antosianin Total	
	mg /100 g \pm SE (bb)	mg /100 g \pm SE (bk)
Metanol-HCl 1%	48,59 \pm 1,58	433,16 \pm 14,11
Akuades-Asam tartarat (2%)	8,51 \pm 0,78	71,35 \pm 1,03

Hasil penelitian lain tentang daun miana pernah dilakukan oleh Lestario dkk. (2009), antosianin total pada sebesar 29,37 mg/100 g bk dan *C. scutellarioides* var. *Parvifolius* sebesar 15,54 mg/100 g bk. Jatmiko (2015) juga telah melakukan penelitian tentang daun miana dan memperoleh kandungan antosianin total pada *C. scutellarioides* var. *Crispa* sebesar $441,97 \pm 34,22$ mg/100g (bk). Hasil yang diperoleh dari penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Lestario dkk. (2009) dan Jatmiko (2015). Kandungan antosianin terekstrak daun miana dengan pelarut asam tartarat hasil penelitian sebesar $71,35 \pm 1,03$ mg/100 g (bk). Hasil ini lebih kecil dari hasil penelitian Jatmiko (2015) yaitu sebesar $135,04 \pm 34,89$ mg/100g (bk). Perbedaan ini dapat terjadi karena lokasi penanaman yang belum tentu sama dan saat penanaman yang berbeda. Selain itu, kondisi tanah, suhu lingkungan, dan intensitas cahaya juga dapat menyebabkan perbedaan tersebut. Kadar antosianin yang diekstrak

menggunakan pelarut metanol-HCl lebih besar daripada dengan pelarut asam tartrat. Perbedaan ini diduga karena pH pelarut metanol-HCl lebih rendah dari pada pH pelarut asam tartrat. Adanya ion H^+ akan menurunkan pH larutan mendekati 1, sesuai dengan pH optimal antosianin yaitu pH 1 (Fennema 1996).

Stabilitas Antosianin Mikroenkapsul terhadap Suhu Penyimpanan

Uji stabilitas dilakukan dengan menyimpan bubuk pewarna pada suhu yang berbeda (25, 35, dan 45°C) dan interval waktu tertentu. Total antosianin semakin lama semakin berkurang, karena mengalami degradasi ketika dipanaskan. Penurunan antosianin mikroenkapsul ditunjukkan pada Tabel 2.

Pada degradasi antosianin, mula-mula terjadi pembukaan cincin heterosiklik dan pembentukan chalcone. Dengan meningkatnya suhu, pembentukan chalcone akan meningkat (Jackman & Smith 1996). García-Viguera & Bridle (1999) menyatakan bahwa degradasi antosianin akan berlangsung cepat pada suhu yang lebih tinggi.

Penentuan Orde Reaksi

Penentuan orde reaksi didasarkan pada nilai R^2 yang paling besar. Semakin besar nilai R^2 , maka akan semakin sesuai dengan model orde tersebut. Nilai R^2 dari data retensi degradasi antosianin daun miana dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, hasil penelitian menunjukkan bahwa pada suhu 25, 35, dan 45°C semua konsentrasi antosianin termikroenkapsulasi maltodektrin mengikuti orde reaksi 2 (Tabel 3). Hasil penelitian ini berbeda dengan kebanyakan studi mengenai kinetika degradasi antosianin dengan faktor suhu yang mengikuti orde satu (Ernawati 2010). Kondisi ini juga ditemui pada pigmen antosianin dalam pulm puree yang diberi perlakuan suhu terjadi degradasi perubahan warna mengikuti kinetika reaksi orde satu (Ahmed *et al.* 2004). Perbedaan ini dapat terjadi karena sampel yang digunakan berbeda, sehingga orde reaksi yang memenuhi laju degradasi antosianin berbeda.

Nilai konstanta laju reaksi (k) setiap suhu berbeda, dan nilai k dapat diperoleh dari kemiringan kurva hubungan $1/(C)$ dengan waktu penyimpanan pada setiap suhu penyimpanan yang berbeda. Berdasarkan Tabel 4, nilai k meningkat seiring dengan meningkatnya suhu pemanasan. Ernawati (2010) memperoleh nilai k pada degradasi antosianin rosella yang juga mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya suhu pemanasan. Hal ini karena semakin tinggi suhu dan konsentrasi maltodektrin yang ditambahkan, nilai k semakin besar, sehingga semakin banyak antosianin yang terdegradasi. Menurut Jatmiko (2015), degradasi antosianin semakin besar seiring meningkatnya suhu dan nilai k. Selain itu, peningkatan suhu dapat menyebabkan jumlah dan energi tumbukan antar molekul bertambah (Syukri 1999).

Tabel 2. Waktu retensi degradasi serbuk antosianin

Suhu 25°C				
Hari ke-	Penambahan Maltodekstrin			
	8%	10%	12%	14%
0	1	1	1	1
3	0,9575	0,8944	0,9038	0,8728
6	0,9151	0,8589	0,8809	0,8468
9	0,8660	0,8452	0,8088	0,8063
12	0,8526	0,7960	0,8031	0,7972
15	0,8156	0,7892	0,7927	0,7482
18	0,7338	0,7284	0,7425	0,7454

Suhu 35°C				
Hari ke-	Penambahan Maltodekstrin			
	8%	10%	12%	14%
0	1	1	1	1
2	0,8405	0,8042	0,8302	0,8379
4	0,7837	0,7393	0,8180	0,8221
6	0,7585	0,7268	0,7537	0,8108
8	0,7458	0,7034	0,7516	0,7942
10	0,7334	0,7030	0,7348	0,6796
12	0,7076	0,6848	0,6953	0,6777

Suhu 45°C				
Hari ke-	Penambahan Maltodekstrin			
	8%	10%	12%	14%
0	1	1	1	1
1	0,7383	0,7558	0,7466	0,7779
2	0,6664	0,6665	0,6943	0,7003
3	0,6063	0,6551	0,6656	0,6322
4	0,5724	0,5953	0,6540	0,6140
5	0,5479	0,5849	0,5860	0,5364
6	0,5174	0,5288	0,5097	0,4810

Waktu Paruh

Istilah waktu paruh sering digunakan sebagai parameter yang menunjukkan stabilitas suatu senyawa. Nilai k yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung waktu paruh. Waktu paruh hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5, waktu paruh menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi maltodekstrin dan peningkatan suhu pemanasan. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi waktu paruh berarti komponen tersebut mempunyai stabilitas yang lebih tinggi akibat pemanasan (Dharmawan 2008). Secara umum penambahan maltodekstrin sebagai penyalut dapat menstabilkan antosianin pada daun miana. Konsentrasi optimal tiap suhu ditentukan berdasarkan

nilai laju degradasi antosianin (k) dan waktu paruh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serbuk warna pada penambahan maltodekstrin 8% yang disimpan pada suhu 25°C lebih stabil dibandingkan serbuk yang lainnya.

Energi Aktivasi (Ea)

Energi aktivasi (Ea) menunjukkan sensitifitas nilai konstanta laju reaksi (k) terhadap perubahan suhu. Nilai Ea diperoleh dengan menghubungkan ln k dan 1/T. Nilai energi aktivasi hasil penelitian disajikan pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa semakin banyak maltodekstrin yang ditambahkan, maka Ea semakin kecil. Penambahan maltodekstrin

Tabel 3. Nilai R^2 dari degradasi antosianin pada berbagai suhu dan variasi konsentrasi maltodekstrin yang diplotkan pada orde reaksi 0, 1, dan 2.

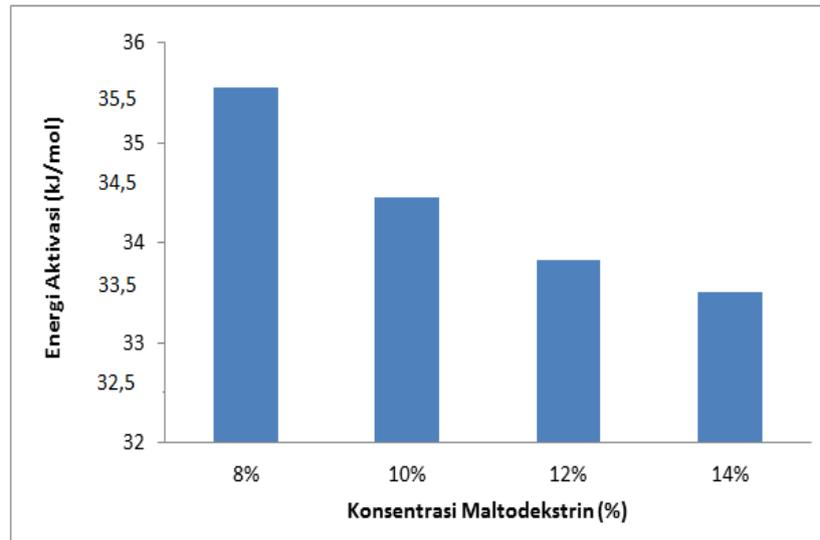
Suhu 25°C			
Penambahan Maltodekstrin	R^2 orde 0	R^2 orde 1	R^2 orde 2
8%	0,9742	0,9631	0,9465
10%	0,9238	0,9398	0,9494
12%	0,9121	0,9285	0,9408
14%	0,8673	0,8948	0,9183
Suhu 35°C			
Penambahan Maltodekstrin	R^2 orde 0	R^2 orde 1	R^2 orde 2
8%	0,7668	0,8045	0,8405
10%	0,6862	0,7253	0,7641
12%	0,8044	0,8418	0,8751
14%	0,8595	0,8769	0,8842
Suhu 45°C			
Penambahan Maltodekstrin	R^2 orde 0	R^2 orde 1	R^2 orde 2
8%	0,7995	0,8707	0,9296
10%	0,8055	0,8711	0,9228
12%	0,7767	0,8407	0,8945
14%	0,9010	0,9530	0,9755

Tabel 4. Nilai konstanta laju degradasi antosianin (orde reaksi 2)

Konsentrasi Maltodekstrin	Nilai k (/bagian hari)		
	Suhu 25°C	Suhu 35°C	Suhu 45°C
8%	$0,27 \times 10^{-2}$	$0,29 \times 10^{-2}$	$0,64 \times 10^{-2}$
10%	$0,30 \times 10^{-2}$	$0,36 \times 10^{-2}$	$0,73 \times 10^{-2}$
12%	$0,32 \times 10^{-2}$	$0,38 \times 10^{-2}$	$0,80 \times 10^{-2}$
14%	$0,42 \times 10^{-2}$	$0,48 \times 10^{-2}$	$1,09 \times 10^{-2}$

Tabel 5. Waktu paruh antosianin (orde reaksi 2)

Konsentrasi Maltodekstrin	$t_{1/2}$ (hari)		
	Suhu 25°C	Suhu 35°C	Suhu 45°C
8%	61,7614	32,9394	7,7202
10%	55,8590	32,8582	7,6519
12%	55,0243	31,8562	7,5658
14%	50,8748	27,5572	6,0676



Gambar 1. Energi aktivasi serbuk antosianin

menyebabkan penurunan terhadap Ea dari antosianin. Semakin kecil nilai Ea, maka nilai k semakin sensitif terhadap perubahan suhu. Semakin besar Ea menunjukkan bahwa antosianin semakin stabil antosianin, karena dibutuhkan energi yang besar untuk menyebabkan antosianin mengalami degradasi (Catrien 2009). Seperti pada penentuan Ea degradasi antosianin, kestabilan warna dapat pula dilihat dari energi aktivasi perubahan tingkat kecerahan dan penurunan tingkat warna (Ernawati 2010).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian diatas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa kinetika degradasi yang paling stabil adalah pada penambahan maltodekstrin 8% yang ditunjukkan dengan konstanta laju degradasi, waktu paruh, dan energi aktivasi (Ea).

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, J., Shivhare, U.S. & Raghavan, G.S.V. (2004). Thermal Degradation Kinetics of Anthocyanin and Visual Colour of Plum Puree. *European Food Research and Technology*, 218(6): 525-528.
- Catrien. (2009). Pengaruh Kopigmentasi Pewarna Alami Antosianin Dari Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) dengan Rosmarinic Acid terhadap Stabilitas Warna Pada Model Minuman Ringan. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- de Pascual-Teresa, S. & Sanchez-Ballesta, M.T. (2008). Anthocyanins: From Plant to Health. *Phytochemistry Reviews*. 7(2): 281-299.
- Dharmawan, I.P.G.A. (2009). Pengaruh Kopigmentasi Pewarna Alami Antosianin Dari Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) dengan Brazilein dari Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) terhadap Stabilitas Warna Pada Model Minuman Ringan. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Ernawati, S. (2010). Stabilitas Sediaan Pewarna Alami Dari Rosela (*Hibiscus sabdariffa*, L.) Yang Diproduksi Dengan Metode Spray Drying dan Tray Drying. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fasikhathun, T. (2010). Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin dan Gum Arab Terhadap Karakteristik Mikroenkapsulat Minyak Sawit Merah Dengan Metode Spray Drying. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fennema, R. (1996). *Food Chemistry*. 3rd edition. Marcel Dekker. New York.
- Ferrari, C.C., Germer, S.P.M. & de Aguirre, J.M. (2012). Effects of Spray-Drying Conditions on the Physicochemical Properties of Blackberry Powder. *Drying Technology*. 30(2): 154-163.
- García-Viguera, C. & Bridle, P. (1999). Influence of Structure on Colour Stability of Anthocyanins and Flavylum Salts With Ascorbic Acid. *Food Chemistry*. 64(1): 21-26.
- Hayati, E.K., Budi, U.S. & Hermawan, R. (2012). Konsentrasi Total Senyawa Antosianin Ekstrak Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.): Pengaruh Temperatur dan pH. *Jurnal Kimia*. 6(2): 138-147.
- Hongmei, Z. & Meng, Z. (2015). Microencapsulation of Anthocyanins from Red Cabbage. *International Food Research Journal*. 22(6): 2327-2332.
- Jackman, R.L. & Smith, J.L. (1996). Anthocyanins and Betalains. Di dalam: Hendry, G.A.F. & Houghton, J.D. (eds.). *Natural Food Colorants 2*. Blackie Academic and Professional, London. pp: 244-283.
- Jatmiko, S.T. (2015). Stabilitas Warna Ekstrak Daun Miana (*Coleous scutellarioides* L. Benth var crispa) Yang Dikopigmentasi Dengan Ekstrak Apel Malang (*Malus sylvestris* Mill) Var. rome

- beauty. Skripsi. Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.
- Lestario, L.N., Hartati, S., & Agustine, E. (2009). Identifikasi Antosianin dan Antosianidin dari Daun Iler (*Coleus scutellarioides* L. Benth) Var. Crispa dan Var. Parfivolius. Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.
- Lestario, L.N., Hastuti, P., Raharjo, S. & Tranggono, T. (2005). Sifat Antioksidatif Ekstrak Buah Duwet (*Syzygium cumini*). *Agritech*. 25(1): pp.24-31.
- Lestario, L.N., Suparmo, S., Raharjo, S. & Tranggono, T. (2014). Perubahan Aktivitas Antioksidan, Kadar Antosianin dan Polifenol pada Beberapa Tingkat Kemasakan Buah Duwet (*Syzygium cumini*). *Agritech*. 25(4): 169-172.
- Mahdavi, S.A., Jafari, S.M., Ghorbani, M. & Assadpoor, E. (2014). Spray-drying Microencapsulation of Anthocyanins by Natural Biopolymers: A Review. *Drying Technology*. 32(5): 509-518.
- Mutiatikum, D., Alegantina, S. & Astuti, Y. (2010). Standardisasi Simplisia dari Buah Miana (*Plectranthus scutellarioides* (L) R. Bth) yang Berasal dari 3 Tempat Tumbuh Menado, Kupang dan papua. *Buletin Penelitian Kesehatan*. 38(1): 1-16.
- Purnomo, W., Khasanah, L.U. & Anandito, B.K. (2016). Pengaruh Rasio Kombinasi Maltodekstrin, Karagenan dan Whey Terhadap Karakteristik Mikroenkapsulan Pewarna Alami Daun Jati (*Tectona grandis* Lf). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 3(3): 121-129.
- Rizal, D. & Putri, W.D.R. (2014). Pembuatan Serbuk Effervescent Miana (*Coleus* (L) Benth): Kajian Konsentrasi Dekstrin Dan Asam Sitrat Terhadap Karakteristik Serbuk Effervescent. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(4): 210-219.
- Srihari, E., Farid, S.L., Rossa, H., & Helen, W.S. (2010). Pengaruh Penambahan Maltodekstrin pada Pembuatan Santan Kelapa Bubuk. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Wijaya, L. A., Segara, M. P., dan Suprioto, F. (2009). Enkapsulasi antosianin sebagai pewarna makanan alami sumber antioksidan berbasis limbah kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.). PKM-GT. Institut Pertanian Bogor. Bogor.