



EKSTRAKSI DAN ANALISIS ZAT WARNA BIRU (*Anthosianin*) DARI BUNGA TELANG (*Clitoria Ternatea*) SEBAGAI PEWARNA ALAMI

Ana Zussiva, Bertha Karina Laurent, C. Sri Budiwati *)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Abstrak

Kebutuhan zat pewarna di industri pengolahan pangan semakin meningkat. Di Indonesia potensi sumber penghasil pigmen warna yang berasal dari sumber alami yaitu bunga masih belum dimanfaatkan secara maksimal karena cara yang digunakan masih tradisional. Pigmen alami warna biru sulit untuk diperoleh. Bunga telang (*Clitoria ternatea*) merupakan salah satu sumber pigmen biru atau yang biasa disebut dengan *anthocyanin*. Anthosianin adalah pigmen dari kelompok flavonoid yang larut dalam air, berwarna merah sampai biru dan tersebar luas pada tanaman. Terutama terdapat pada buah dan bunga, namun juga terdapat pada daun. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh perbandingan solut-solven, waktu ekstraksi, dan suhu ekstraksi terhadap nilai absorbansi (panjang gelombang) ekstrak, mengetahui kondisi operasi (perbandingan solut-solven, suhu dan waktu) ekstraksi zat warna terbanyak dihasilkan, serta mempelajari pengaruh pH dan kondisi penyimpanan terhadap kestabilan zat warna. Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahapan yaitu ekstraksi anthocyanin dari bunga Telang, Uji Spektrofotometri, dan pemekatan dengan membran. Penelitian ini menggunakan variabel perbandingan solute-solvent 15/500, 15/550, 15/600, 15/650 dan suhu ekstraksi 30, 40, 50, 60, dan 70 °C. Kedua data ini dapat digunakan untuk menyimpulkan kondisi ekstraksi yang terbaik. Selain itu didapatkan data pengujian stabilitas yang terdiri dari pengukuran nilai absorbansi dengan penyimpanan pada suhu 30°C, dan 10°C; penyimpanan pada PH 2,3,4,5; penyimpanan terpapar cahaya, dan dalam ruang gelap.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan proses ekstraksi optimal dilakukan dengan perbandingan bunga telang dan air 15:500, pada temperatur 60°C. Konsentrasi antosianin dalam ekstrak bunga telang adalah 6,35 mg/L. Kondisi penyimpanan optimum adalah pH 2-4, suhu 10°C, dan terhindar dari paparan cahaya. Penggunaan solven diatas 500 ml mengakibatkan solvent berlebih sehingga tidak akan dapat melarutkan lebih banyak antosianin dan kondisi ekstraksi diatas 70°C menyebabkan degradasi anthocyanin, kedua hal ini mengakibatkan penurunan nilai absorbansi.

Kata kunci : zat warna alami biru, bunga telang, blue pea flower

Abstract

Needs of dyes in the food processing industry is increasing. In Indonesia a potential source of color-producing pigments derived from natural sources like flowers is still not fully utilized because of the process are still traditional. Blue natural dyes is hard to be derived. Telang flower (*Clitoria ternatea*) is one source of blue pigment or usually called as anthocyanins. Anthocyanin are the pigments of the flavonoid group of water-soluble, colored red to blue and is widespread in plants. Mainly found in fruits and flowers, but also found on the leaves. The purpose of this study was to study the effect of solute-solvent ratio, extraction time and extraction temperature on the absorbance value (wavelength) extract, knowing the operating conditions (ratio of solute-solvent, temperature and time) extraction of the dye produced, as well as studying the effect of pH and storage conditions on stability of the dye. The research was conducted through three steps; extraction of anthocyanins from flowers Telang, spectrophotometry test, and concentration with the membrane. This study uses a variable solute-solvent ratio of 15/500, 15/550, 15/600, 15/650 and extraction temperature 30, 40, 50, 60, and 70 °C. Both of these data can be used to deduce the best extraction conditions. Besides the stability test data be obtained from measurements made with the absorbance value of storage at temperatures 30°C, and 10 °C; storage at pH 2,3,4,5; storage exposed to light, and in a dark room

Based on research conducted, optimal extraction process is done by comparison of flower and water telang 15:500, at a temperature of 60°C. The concentration of anthocyanin in the flower extract telang is 6.35 mg / L. Optimum storage conditions are in pH 2-4, temperature 10 ° C, and protected from light exposure. The use of

solvents above 500 ml of solvent resulted in excess so it will not be able to dissolve more anthocyanin and the extraction condition above 70°C causes the degradation of anthocyanins, both of these things lead to lower absorbance values.

Keywords : natural blue dye; telang flower; blue pea flower

Pendahuluan

Clitoria Ternatea merupakan keluarga *Fabaceae*, biasa disebut sebagai *blue pea flower* atau bunga telang. Bunga telang merupakan tumbuhan merambat yang biasa ditemukan di pekarangan rumah, tepi hutan, atau pinggiran sawah. Tingginya dapat mencapai 6 m, rantingnya halus, dan berjenis daun majemuk. Cara pembudidayaan bunga ini adalah dengan menggunakan bijinya. Pigmen pada bunga secara garis besar dibedakan menjadi tiga yaitu flavanoids, carotenoids, dan betalains (Tanaka Yoshikazu, 2005).

Antosianin adalah metabolit sekunder dari famili flavonoid, dalam jumlah besar ditemukan dalam buah-buahan dan sayur-sayuran (Talavera, et al., 2004). Antosianin adalah suatu kelas dari senyawa flavonoid, yang secara luas terbagi dalam polifenol tumbuhan. Flavonol, flavan-3-ol, flavon, flavanon, dan flavanonol adalah kelas tambahan flavonoid yang berbeda dalam oksidasi dari antosianin.

Sifat fisika dan kimia dari antosianin dilihat dari kelarutan antosianin larut dalam pelarut polar seperti metanol, aseton, atau kloroform, terlebih sering dengan air dan diasamkan dengan asam klorida atau asam format (Socaciu, 2007). Antosianin stabil pada pH 3,5 dan suhu 50°C mempunyai berat molekul 207,08 gram/mol dan rumus molekul $C_{15}H_{11}O$ (Fennema, 1996), dan terdegradasi pada suhu diatas 70°C (Dharmendra Khumar Misra, 2008). Antosianin dilihat dari penampakan berwarna merah, merah senduduk, ungu dan biru mempunyai panjang gelombang maksimum 515-700 nm.

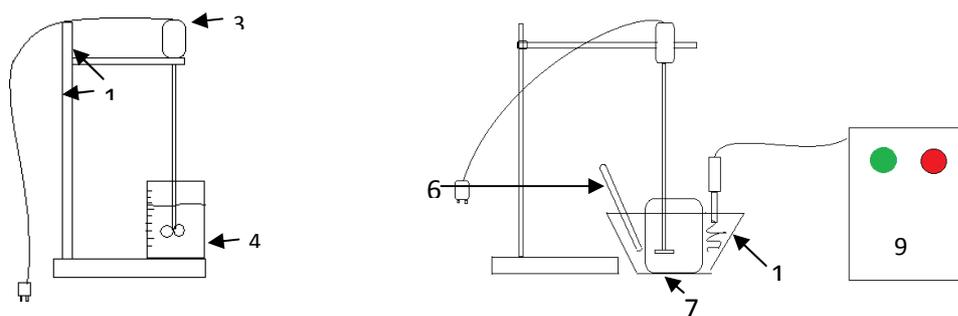
1. Bahan dan Metode Penelitian (atau Pengembangan Model bagi yang Simulasi/Permodelan)

Material:

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah bunga telang, NaOH 0,1N, Buffer Asam Sitrat, Aquadest, HCL 0,1 N

Ekstraksi :

Alat yang digunakan dalam proses Ekstraksi adalah pemanas Air & water bath, thermoregulator, beaker glass, pH meter, spektrofotometer, alat-alat pembantu (Gunting, tupperware,dll), propeller, pendingin balik, kertas Saring, statif dan klem, thermometer. Secara keseluruhan desain dari peralatan yang digunakan tersaji dalam Gambar 1. di bawah ini.



Gambar 1. Rangkaian Alat Ekstraksi Suhu Kamar dan Suhu Diatas Suhu Kamar

Keterangan gambar:

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. Statif dan klem | 5. Thermo Heater |
| 2. Pendingin balik | 6. Thermometer |
| 3. Motor penggerak | 7. Water bath |
| 4. Propeller | 8. Beaker Glass |
| | 9. Thermo Regulator |

Proses penelitian pembuatan Zat Warna Alami Bunga Telang ini dilakukan dengan tahapan; Sebelum diproses bunga telang di gunting hingga ukuran cukup kecil dengan tujuan memperluas permukaan ekstraksi,

kemudian ditimbang sesuai takaran. Ekstraksi merupakan proses utama yang ditujukan untuk mengambil anthocyanin dari dalam Bunga Telang.

Analisis Nilai Absorbansi

Uji hasil kualitatif dan kuantitatif anthocyanin dalam penelitian dilakukan dengan spektrofotometer pada panjang gelombang maksimum anthocyanin yaitu 574 nm.

Pemekatan Dengan Membran

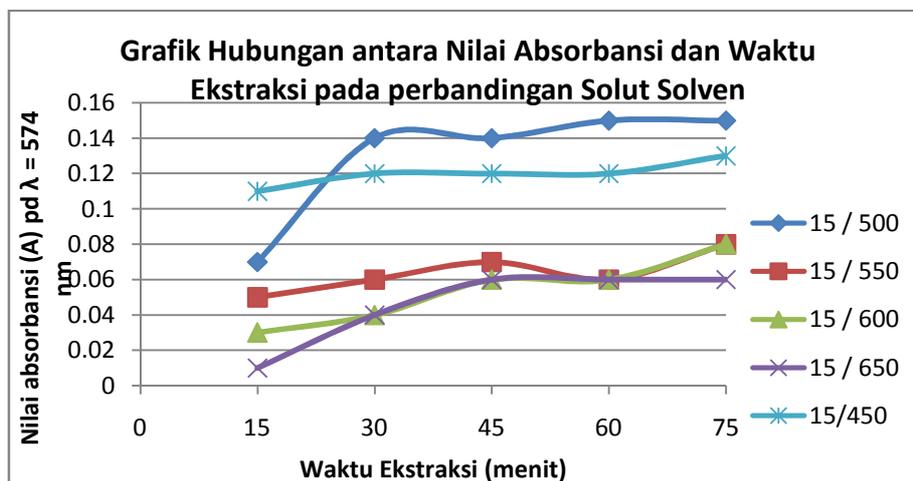
Setelah didapatkan hasil ekstrak dengan nilai absorbansi tertinggi, zat warna di uji stabilitas nya, kemudian dipekatkan dengan membran. Membran yang digunakan adalah jenis Nanofiltrasi

2. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan variabel perbandingan solute-solvent 15/500,15/550, 15/600, 15/650 dan suhu ekstraksi 30,40,50,60,dan 70 °C. Kedua data ini dapat digunakan untuk menyimpulkan kondisi ekstraksi yang terbaik. Selain itu didapatkan data pengujian stabilitas yang terdiri dari pengukuran nilai absorbansi dengan penyimpanan pada suhu 30°C, dan 10°C ; penyimpanan pada PH 2,3,4,5 ; penyimpanan terpapar cahaya, dan dalam ruang gelap.

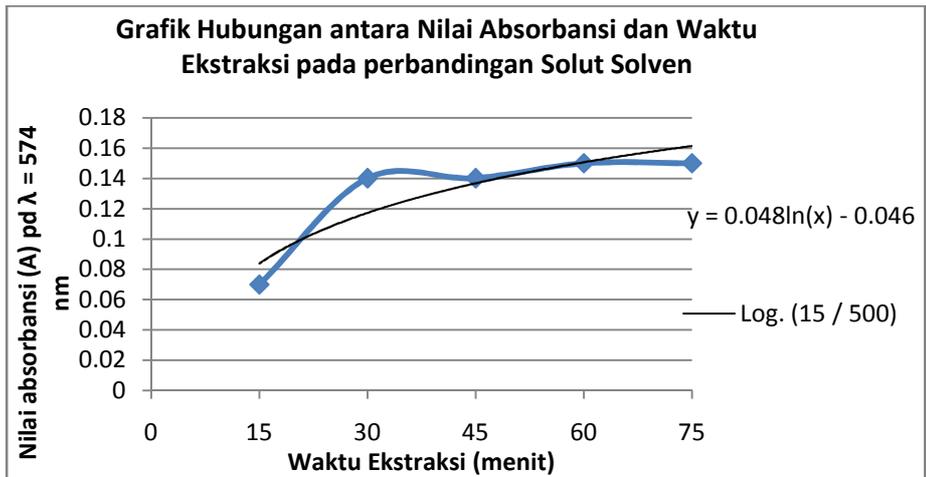
1. Perbandingan Solven

Pengaruh perbandingan solute dan solven terhadap nilai absorbansi (A) ekstraksi bunga telang dengan menggunakan solven aquades (15/500; 15/550; 15/600; 15/650) ditunjukkan pada Gambar 4.1 :



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Nilai absorbansi dengan Waktu Ekstraksi pada berbagai perbandingan solute-solven

Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa hasil ekstraksi yang relatif baik adalah perbandingan solute-solvent 15/500. Pada menit ke-15 hingga menit ke-45 semua perbandingan solute-solven menunjukkan fenomena nilai absorbansi yang meningkat.Selanjutnya pada menit ke-45 hingga menit ke-75 nilai absorbansi mengalami peningkatan yang tidak terlalu signifikan atau bahkan konstan. Persamaan matematis dari perbandingan solute-solvent yang paling baik diberikan pada gambar 4.2 :



Gambar 4. Grafik dan persamaan matematis dari perbandingan solute solvent terbaik

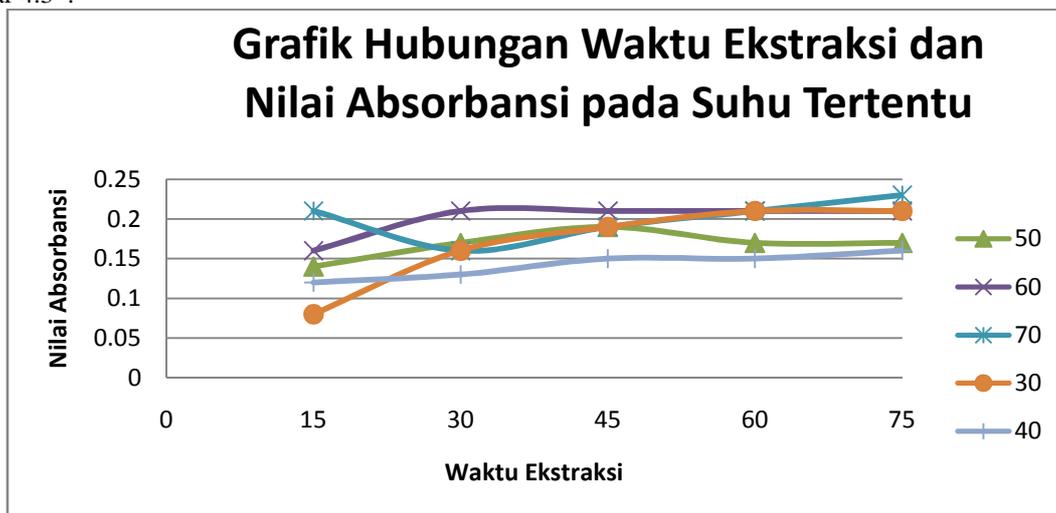
Tingginya nilai absorbansi pada perbandingan solute solvent 1:500 ini disebabkan karena dengan jumlah solvent 500 antosianin telah melarut maksimal, sehingga penambahan solvent tidak akan dapat melarutkan lebih banyak antosianin, dan menyebabkan solvent menjadi berlebih. Hal ini sesuai dengan persamaan kecepatan transfer massa zat warna dari permukaan padatan ke cairan :

$$N_A = k_c (C_A^* - C_A)$$

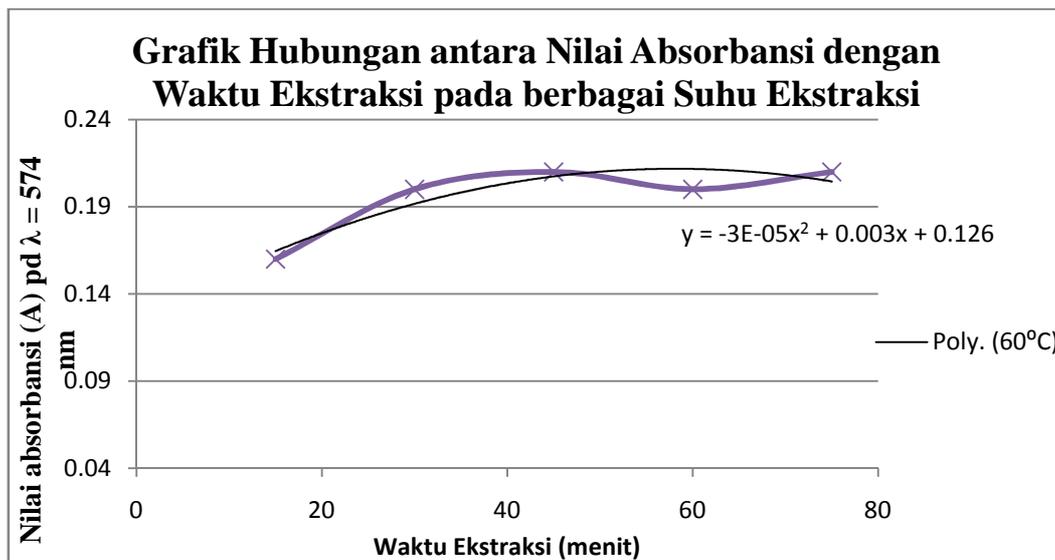
Dari persamaan tersebut tersebut didapat zat warna dalam padatan bunga telang mula mula = zat warna dalam padatan setelah waktu t + zat warna dalam cairan. Setelah mencapai kondisi kesetimbangan atau jenuh $C=C^*$, sehingga tidak terjadi perpindahan masa lagi, $N_A=0$ (Bird dkk.,1960).

2. Suhu Ekstraksi

Berikut adalah hasil pengukuran nilai absorbansi hasil ekstrak antosianin dari bunga telang pada panjang gelombang 574 nm dengan spektrofotometer Uv-vis pada berbagai suhu ekstraksi yang ditunjukkan pada gambar 4.3 :



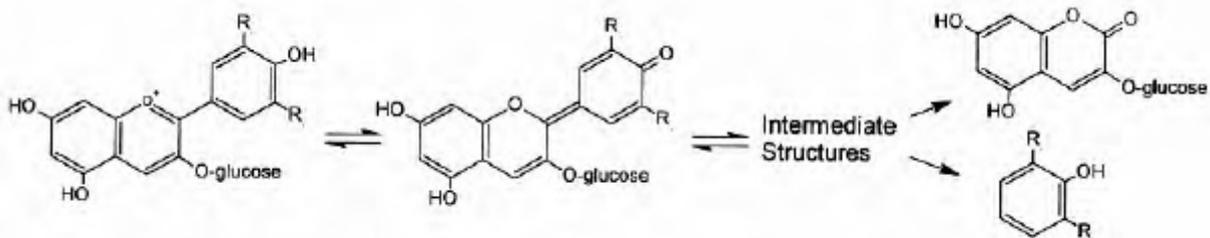
Gambar 5 Grafik Hubungan antara Nilai absorbansi dengan Waktu Ekstraksi pada berbagai Suhu Ekstraksi



Gambar 6 Grafik dan persamaan matematis dari nilai absorbansi pada suhu terbaik

Kenaikan suhu akan menyebabkan gerakan molekul air sebagai pelarut semakin cepat dan acak. Selain itu, kenaikan suhu menyebabkan pori – pori padatan mengembang sehingga memudahkan air sebagai pelarut untuk mendifusi masuk kedalam pori- pori padatan bunga telang dan melarutkan antosianin. Oleh karena itu antosianin yang berinteraksi semakin besar dan menyebabkan terjadinya perpindahan massa solute dari padatan umpan menuju pelarut semakin besar (Treyball, 1981).

Hal ini sesuai dengan konsep bahwa koefisien difusivitas merupakan fungsi suhu dan viskositas. $D = f(K(T/\eta))$. Dengan semakin meningkatnya suhu dan viskositas pelarut semakin kecil, pelarut lebih mudah mengalir sehingga dengan kecepatan pengadukan yang sama aliran fluida akan lebih turbulen. Oleh karena itu, koefisien difusivitas D dan kinetika ekstraksi pun akan meningkat pula (Li, 1955 ; Wongkittipong, 2000). Pada akhirnya, tetapan laju perpindahan massa volumetrik (kc) juga akan semakin meningkat dengan meningkatnya suhu. Namun, pada suhu 75°C, intensitas warna dari ekstrak bunga telang mengalami penurunan yang ditunjukkan dengan menurunnya nilai absorbansi yang terukur. Penurunan ini disebabkan karena pada suhu lebih dari 70°C senyawa antosianin akan mengalami degradasi (Dharmendra, 2008).



Gambar 7. Mekanisme degradasi antosianin terhadap pemanasan suhu lebih dari 70°C

Ekstraksi antosianin pada suhu tinggi menyebabkan kerusakan dan perubahan antosianin terjadi secara cepat melalui tahapan: (1) terjadinya hidrolisis pada ikatan glikosidik antosianin dan menghasilkan aglikon-aglikon yang labil; (2) terbukanya cincin aglikon sehingga terbentuk gugus karbinol dan kalkon yang tidak berwarna (Markakis, 1982).

3. Konsentrasi Antosianin dengan Metoda pH-differential (Jorgensen & Geissman, 1955)

Konsentrasi antosianin dalam ekstrak bunga telang dapat ditentukan dengan menggunakan metode beda pH. Berikut adalah hasil pengukuran nilai absorbansi pada buffer pH 1 dan pada buffer pH 4,5

A	pH 1	pH 4,5
574 nm	0,190	0,163
700 nm	0,036	0,042

$$A = [(A_{574} - A_{700})_{pH1} - (A_{574} - A_{700})_{pH4,5}]$$

$$A = [(0,190 - 0,036)_{pH1} - (0,163 - 0,042)_{pH4,5}]$$

$$A = 0,033$$

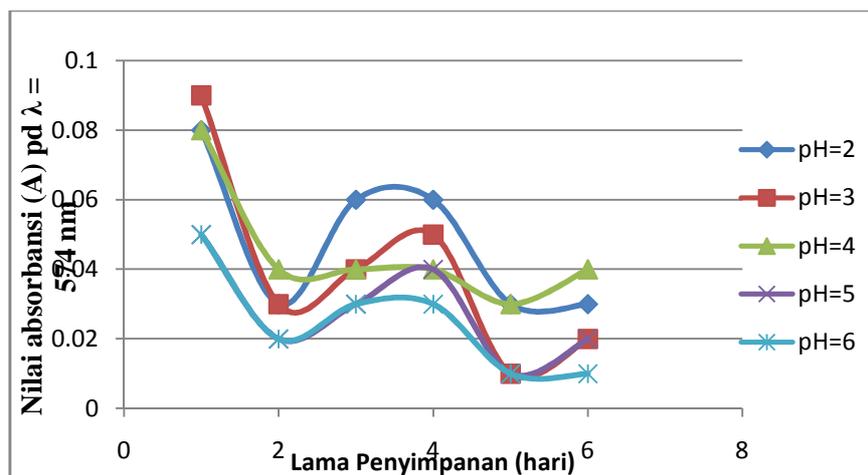
$$\text{Konsentrasi Antosianin (mg/L)} = \frac{A \times BM \times FP \times 1000}{\epsilon \times l}$$

$$BM = 500,8 \text{ g/mol} = 5,008 \times 10^5 \text{ mg/mol} \quad \epsilon = 27300 \text{ L/mol}$$

$$\text{Konsentrasi Antosianin (mg/L)} = \frac{0,033 \times 5,008 \times 10^5 \times 10 \times 1000}{27300 \times 1} = 6,35 \text{ mg/L}$$

4. Pengaruh PH terhadap nilai absorbansi

Stabilitas hasil ekstraksi antosianin dari bunga telang diuji berdasarkan pengaruh pH dengan nilai absorbansi, yang disajikan dalam grafik 4.5

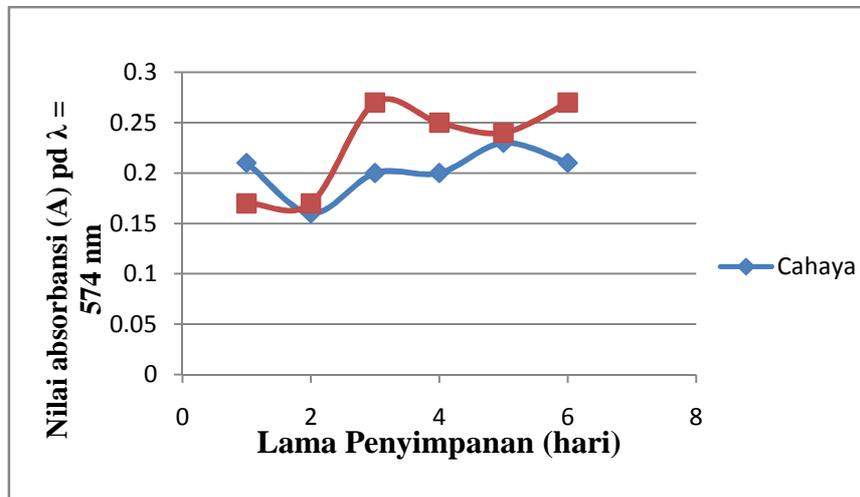


Gambar 8. Grafik hubungan nilai absorbansi terhadap waktu penyimpanan pada pH berbeda

Dari gambar 4.4 diperoleh data bahwa semakin asam kondisi penyimpanan, nilai absorbansi semakin tinggi. Antosianin umumnya lebih stabil pada larutan asam dibandingkan pada larutan netral atau alkali. Dalam keadaan asam, struktur dominan antosianin berada dalam bentuk inti kation flavilium yang terprotonisasi dan kekurangan elektron (Jackman dan Smith, 1996). Peningkatan nilai pH menyebabkan kation flavilium menjadi tidak stabil dan mudah mengalami transformasi struktural menjadi senyawa tidak berwarna seperti kalkon. Oleh karena itu, aplikasi antosianin pada umumnya banyak digunakan pada makanan asam seperti jus, minuman ringan, pikel, acar, puding, yogurt, dan sebagainya. Pada kisaran pH 1 – 3, pigmen antosianin berada dalam bentuk oksonium (I) yang berwarna merah dan merupakan bentuk yang paling stabil. Bentuk tersebut dapat mengalami hidrolisis pada pH yang lebih tinggi membentuk pseudobasa yang mulai kehilangan warna. Pseudobasa yang terbentuk ini mengalami kesetimbangan tautomerik. Kesetimbangan antara bentuk keto dan bentuk enol menghasilkan alfa diketon yang menghasilkan warna biru. Penurunan nilai derajat kemerahan disebabkan karena terjadinya reaksi transformasi struktural kation flavilium menjadi kalkon, dan semakin tinggi nilai pH akan menstimulasi hidrasi lanjutan membentuk senyawa pseudobasa dalam bentuk keto, anhidro basa hingga anhidro basa terionisasi (Markakis, 1982).

5. Pengaruh cahaya terhadap nilai absorbansi

Stabilitas antosianin diuji berdasarkan kondisi penyimpanan hasil ekstrak bunga Telang. Dua kondisi yang berbeda, 1) Terpapar cahaya dan 2) terlindung dari cahaya memberikan data yang disajikan dalam grafik 4.8 :

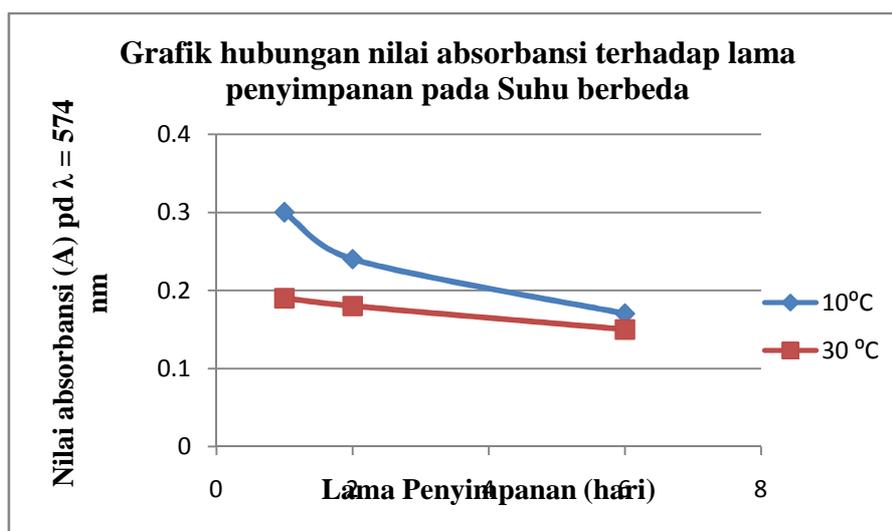


Gambar 9. Grafik hubungan nilai absorbansi terhadap lama penyimpanan pada intensitas cahaya berbeda

Dari gambar 4.5 didapat bahwa penyimpanan hasil ekstrak dalam kondisi gelap memberikan nilai absorbansi yang lebih tinggi daripada penyimpanan terpapar cahaya. Cahaya merupakan faktor yang turut berperan dalam proses degradasi antosianin. Cahaya memiliki energi tertentu yang mampu menstimulus terjadinya reaksi fotokimia (fotooksidasi) dalam molekul antosianin (Jackmandan Smith, 1996). Reaksi fotokimia (fotooksidasi) dapat menyebabkan pembukaan cincin aglikon pada antosianin yang diawali oleh pembukaan cincin karbon no.2. Pada akhirnya reaksi fotokimia (fotooksidasi) tersebut mampu membentuk senyawa yang tidak berwarna seperti kalkon yang menjadi indikator degradasi antosianin (Wijaya et al., 2001).

6. Pengaruh Suhu Penyimpanan terhadap nilai absorbansi

Stabilitas antosianin diuji berdasarkan kondisi penyimpanan hasil ekstrak bunga Telang. Dua kondisi yang berbeda, 1) suhu kamar (30°C) dan 2) suhu refrigerator (10°C) memberikan data yang disajikan dalam grafik 4.9 :



Gambar 10. Grafik hubungan nilai absorbansi terhadap lama penyimpanan pada Suhu berbeda



Hasil pengamatan intensitas warna dari ekstrak bunga Telang yang telah disimpan pada suhu kamar dengan kondisi gelap menunjukkan perubahan intensitas warna yang cukup besar bila dibandingkan pada suhu dingin (kulkas), seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.6. Hasil penelitian dari Lydia dkk (2001) menunjukkan bahwa pada pengamatan intensitas warna dari kulit buah rambutan yang disimpan pada kondisi suhu kamar dan gelap selama 7 hari, menghasilkan penurunan intensitas warna sebesar 41 % bila dibandingkan dengan zat warna yang disimpan pada kondisi dingin (15 °C). McLellan and Cash (1979), telah meneliti penyimpanan antosianin pada suhu 1,6; 18,3; dan 37,2 °C, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu 1,6 °C merupakan kondisi yang paling baik dibandingkan dengan suhu 18,3 °C dan 37,2°C. Perubahan saat penyimpanan dimungkinkan disebabkan oleh reaksi kopigmentasi. Diduga ekstrak masih mengandung enzim polifenolase yang mengkatalis reaksi pencoklatan (Lydia 2001). Sehingga penyimpanan pada kondisi kamar mengakibatkan terjadinya perubahan intensitas zat warna yang cukup besar akibat dua hal tersebut. Dan penyimpanan pada kondisi dingin dapat menghambat terjadinya reaksi kopigmentasi dan reaksi pencoklatan

4. Kesimpulan

Proses ekstraksi anthocyanin dipengaruhi oleh jumlah solvent dan temperature. Optimum pada perbandingan solute solvent 15 : 500, dan kondisi temperatur 60°C. Semakin asam pH anthocyanin pada saat disimpan maka semakin baik kestabilan zat warna, penyimpanan pada suhu 10 °C dan tanpa terpapar cahaya lebih baik daripada penyimpanan pada suhu kamar dan terpapar cahaya, hal ini ditunjukkan dengan semakin tingginya nilai absorbansi ekstrak dari spektrofotometer UV VIS. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan konsentrasi anthocyanin dalam proses ekstraksinya dari Bunga Telang sehingga pemanfaatannya dapat dilakukan dalam skala komersial.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan pada Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro yang telah membantu penelitian ini, dan pada Ir. C. Sri Budiyati, MTselaku dosen pembimbing penelitian.

Daftar Notasi

A	: Absorbansi
BM	: Berat Molekul
FP	: Faktor Pengenceran
ϵ	: Koefisien Absorbtifitas Molar
D	: Difusifitas
T	: Suhu
K	: Konstanta
η	: Viskositas
N_A	: fluks massa anthocyanin, g/menit/cm ²
C_A^*	: konsentrasi keseimbangan anthocyanin dalam larutan, g/g pelarut
C_A	: konsentrasi anthocyanin dalam larutan, g/g pelarut
k_c	: koefisien perpindahan masa antara fasa padat – cair, cm/menit

Daftar Pustaka

- Anonim.2010. Bunga Telang or Blue Pea Flower. Diakses dari http://nonya-cooking.webs-sg.com/bunga_telang.html pada Oktober 2010.
- Anonim.2009. Macam Spektrofotometri dan Perbedaannya (Vis, UV, dan IR). Diakses dari <http://wahyuriyadi.blogspot.com/2009/07/macam-spektrofotometri-dan-perbedaannya.html> pada Oktober 2010.
- Bird, R.B., Stewart, W.E., and Lightfoot, E.N., "Transport Phenomena", p. 503, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Charley, H. 1970. Food Science. New York: John Willey and Sons Inc.
- Dharmendra Khumar Misra. 2008. Kinetic Parameter Estimation for Degradation Of Anthocyanins in Grape Pomace. Michigan State University. Dept. of Biosystems and Agricultural Engineering.
- Downham dan Collins.1999. Zat Aditif Makanan dapat Menyebabkan Hiperaktivitas. <http://profetikfa.wordpress.com/2010/03/02/zat-aditif-makanan-dapat-menyebabkan-hiperaktivitas/> diakses April 2011.
- D.D Williamson.2010. Natural Coloring. Diakses dari <http://www.naturalcolors.com> pada Oktober 2010.

*) Penulis Penanggung Jawab (Email: budiyati@undip.ac.id)



- Fennema, O.R. 1996. Food Chemistry, Third Edition. New York: Marcel Dekker Inc.
- FDA. 2006. Guidance for Industry: Summary Table of Recommended Toxicological Testing for Additives Used in Food. Diakses dari <http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/FoodIngredientsandPackaging/ucm054658.htm> pada April 2011.
- Gallucci Fausto, Basile Angelo, Ibney H.F. 2011. Introduction A Review of Membrane Reactors. United Kingdom : Wiley.
- Gomez, S. Michael and A. Kalamani. Butterfly Pea (*Clitoria ternatea*) : A Nutritive Multipurpose Forage Legume for the Tropics - An Overview. Pakistan Journal of Nutrition 2 (6): 374-379, 2003.
- Harborne, J.B. 1998. Phytochemical Methods: A Guide to Modern techniques of Plant. London : Chapman and Hall. Analysis http://books.google.com/books?id=2yvqeRtE8CwC&hl=id&source=gbs_navlinks_s pada Mei 2011.
- Herman. 2005. Pengetahuan Sikap dan Perilaku Pengguna Tanaman Obat di Desa Sukajadi, Kecamatan Tamansari Kabupaten Bogor dan faktor – faktor yang mempengaruhinya. Bogor Jurusan Gizi Masyarakat Dan Sumberdaya Keluarga Fakultas Pertanian IPB.
- Hutajulu, Tiurlan Farida. 2008. Proses Ekstraksi Zat Warna Hijau Klorofil Alami Untuk Pangan dan Karakterisasinya. Jurnal Riset Industri Vol.2, No.1. Juni 2008 ; 44-55
- Jawi, Suprpta dan Sutirtayasa. 2007. Efek Antioksidan Ekstrak Umbi Jalar Ungu (*Ipomoiea batatas L*) terhadap Hati setelah Aktivitas Fisik Maksimal dengan Melihat Kadar AST dan ALT Darah pada Mencit, Jurnal Dok.Farm. Dexa Media vol 20 Vegetarian Phytochemical : Guardian of our Health, Continuing, Education article, hal 103-105.
- Isminingsih G., L. Djufri, dan Rassid, 1982, *Pengantar Kimia Zat Warna*, Institut Teknologi Tekstil, Bandung.
- Jorgensen, E.C. and Geissman, T.A. 1955. The chemistry of flower pigmentation in *Antirrhinum majus* color genotypes. III. Relative anthocyanin and aurone concentrations. *Biochem.Biophys.* 55:389-402.
- Kazuma K, et al. 2003. Malonilated Flavonol Glycosides From The Petals Of *Clitoria ternatea*. *Phytochemistry*; 62 : 229-237.
- Lenntech. 2009. Membrane Systems Management. Diakses dari <http://www.lenntech.com/membrane-systems-management.htm> pada Mei 2011.
- Li, J.C.M. and Change, P.,(1955), “Self-diffusion coefficient and viscosity in liquids”, *Journal of Chemical Physics*.23, hal.518.
- Lydia S. Wijaya¹, Simon B. Widjanarko, Tri Susanto. (2001). Ekstraksi dan Karakterisasi Pigmen dari Kulit Buah Rambutan (*Nephelium Lappaceum*). Var. Binjai Biosain, Vol. 1 No. 2, hal. 42-53
- Malabadi RB, Nataraja K, 2001. Shoot Regeneration in Leaf Explants of *Clitoria Ternatea L* Cultured in Vitro. *Phytomorphology*, 51: 169-171.
- Markakis P. 1982. Anthocyanin as Food Colors. New York: Academic Press.
- McLellan, M. R. and Cash, J. N. (1979) Application of Anthocyanins as Colorants for Maraschino-Type Cherries. *Journal of Food Science* 44 (2): 483-487.
- Mulder, Marcel. 1996. Basic Principles of Membrane Technology. 2nd ed. Netherlands : Kluwer Academic Publishers.
- Nugrahan 2007. Ekstraksi Antosianin dari Buah Kiara Payung (*Filicum decipiens*) dengan Menggunakan Pelarut yang Diasamkan (Kajian jenis Pelarut dan Lama Ekstraksi). Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang: Fakultas Teknologi Pertanian Unibraw.
- Ong, Hean Chooi. 2006. Tanaman Hiasan Khasiat Makanan dan Ubatan. Malaysia : Utusan Publications.
- Talavera, S., Felgine, C., dan Texier, O. 2004. Bioavailability of a Bilberry Anthocyanin Extract and Its Impact on Plasma Antioxidant Capacity in Rats. *Alaboratoire De Pharmacognosie, Faculté De Pharmacie, Clermont-Ferrand, France, Blaboratoire Des Maladies Métaboliques Et Des Micronutriments, Institut National De La Recherche Agronomique De Clermont-Ferrand/Theix Saint-Genès Champanelle, France, Journal Of The Science Of Food Of Agriculture* (2005).
- Tanaka, Yoshikazu. 2006. Molecular Characterization of The Favonoid Biosynthesis Of Verbena Hybrida And The Functional Analysis of Verbena and *Clitoria Ternatea* F3’5’H Genes in Transgenic Verbena. Plant Science Center, RIKEN (The Institute of Physical and Chemical Research), Yokohama, Japan.
- Treybal, R.E., 1981, “Mass Transfer Operations”, p.88, 3rd ed. McGraw-Hill Book Company, Ltd., Tokyo.
- Samsudin, Asep dan Khoiruddin. 2009. Ekstraksi, Filtrasi Membran dan Uji Stabilitas Zat Warna Alami dari Kulit Manggis (*Garcinia Mangostana*). Teknik Kimia Universitas Diponegoro, Semarang.
- Slamet Soesilo. 1991. Tanda Khusus Pewarna Makanan Nomor : 01415/B/Sk/Iv/91. Direktur Jenderal Pengawasan Obat Dan Makanan.



- Socaciu, C. 2007. Food Colorants: Chemical and Functional Properties. London: CRC Press
- Vail GE, JA Philips, LO Rust, RM Griswold & M Justin. 1978. Foods. 7th edition. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Wijaya SI, Widjanarko BS, T Susanto. 2001. Ekstraksi dan karakterisasi pigmen dari Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum*) var. Binjai. BIOSAIN, volume 1. No 2. Malang: Universitas Brawijaya
- Wongkittipong, R., Prat, L., Damronglerd, S. and Gourdon, C., (2000), "Solid-liquid extraction of andrographolide from plants-experimental study, kinetic reaction and model", Separation and Purification Technology, 40, hal.147-154.
- Wrolstad, R. 2001. The Possible Health Benefits of Anthocyanin Pigments and Polyphenolics. Diakses dari <http://lpi.oregonstate.edu/ss01/anthocyanin.html> pada April 2011.