

**PENGARUH KOPIGMENTASI MENGGUNAKAN ASAM SITRAT
TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN UBI JALAR UNGU
(*Ipomea batatas* L.) PADA SUSU PASTEURISASI**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



oleh

Riska Ismiati

NIM 1505901

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN
ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2019

**PENGARUH KOPIGMENTASI MENGGUNAKAN ASAM SITRAT
TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN UBI JALAR UNGU
(*Ipomea batatas* L.) PADA SUSU PASTEURISASI**

Oleh
Riska Ismiati

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Riska Ismiati 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2019

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

RISKA ISMIATI

**PENGARUH KOPIGMENTASI MENGGUNAKAN ASAM SITRAT
TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN UBI JALAR UNGU
(*Ipomea batatas L.*) PADA SUSU PASTEURISASI**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

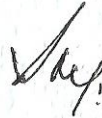
Pembimbing I



Dra. Hj. Zackiyah, M.Si.

NIP. 195912291991012001

Pembimbing II

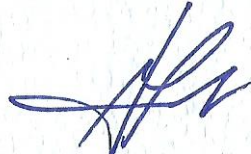


Dr. Hayat Sholihin, M.Sc.

NIP. 195711231984031001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI



Dr. Hendrawan, M.Si.

NIP. 196309111989011001

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah pengayaan antioksidan susu pasteurisasi dengan ubi jalar ungu yang dikopigmentasi menggunakan kopigmen asam sitrat sehingga susu pasteurisasi mempunyai nilai fungsional antioksidan dan rasa yang lebih baik. Kopigmentasi dilakukan pada antosianin sari ubi jalar ungu yang dibedakan menjadi beberapa variasi, yaitu ubi jalar ungu sebagai kontrol (K_0), ubi jalar ungu + 1% b/v asam sitrat (K_1), susu pasteurisasi + ubi jalar ungu (K_2), dan susu pasteurisasi + ubi jalar ungu + 1% b/v asam sitrat (K_3). Parameter uji yang digunakan pada penelitian ini yaitu pergeseran batokromik dan efek hiperkromik diuji dengan menggunakan teknik spektrofotometri UV-Vis, kandungan total antosianin dihitung berdasarkan metode perbedaan pH, dan persen aktivitas antioksidan dihitung menggunakan metode DPPH. Penambahan asam sitrat menghasilkan panjang gelombang dan absorbansi yang lebih besar dibandingkan kontrol sehingga terjadi pergeseran batokromik dan efek hiperkromik pada antosianin ubi jalar ungu. Pergeseran panjang gelombang antosianin pada susu pasteurisasi ubi jalar ungu setelah dilakukan penambahan asam sitrat memiliki nilai yang sama dengan ubi jalar ungu sebelum diaplikasikan pada susu pasteurisasi. Keberhasilan kopigmentasi ditandai dengan penurunan kandungan total antosianin ubi jalar ungu dibandingkan dengan kontrol baik sebelum ataupun setelah diaplikasikan pada susu pasteurisasi. Aktivitas antioksidan pada ubi jalar ungu yang ditambahkan asam sitrat menurun dibandingkan dengan kontrol sedangkan pada K_2 dan K_3 meningkat dibandingkan dengan kontrol (K_0).

Kata kunci: Ubi jalar ungu, Kopigmentasi, Batokromik, Hiperkromik, Antioksidan

ABSTRACT

The aim of this study was to enrichment antioxidant in pasteurized milk with purple sweet potatoes which were copigmented using citric acid copigmen so that pasteurized milk had antioxidant functional value and better taste. The copigmentation was carried out on anthocyanin extract of purple sweet potato which was divided into several variations, namely purple sweet potato as a control (K₀), purple sweet potato + 1% w/v citric acid (K₁), pasteurized milk + purple sweet potato (K₂), and pasteurized milk + purple sweet potato + 1% w/v citric acid (K₃). The test parameters used in this study are the bathochromic shift and hyperchromic effects were tested using UV-Vis spectrophotometric techniques, the total anthocyanin content was calculated based on the pH difference method, and the percent antioxidant activity was calculated using the DPPH method. The addition of citric acid produced a greater wavelength and absorbance compared to the control resulting in a bathochromic shift and hyperchromic effect on anthocyanins of purple sweet potato. The anthocyanin wavelength shift in purple sweet potato pasteurized milk after adding citric acid has the same value as the purple sweet potato before it is applied to pasteurized milk. The success of copigmentation is characterized by a decrease in the total content of anthocyanin in purple sweet potato compared to controls both before and after it was applied to pasteurized milk. Antioxidant activity in purple sweet potato added with citric acid decreased compared with controls while in K₂ and K₃ increased compared with controls (K₀).

Key words: *Purple sweet potato, Copigmentation, Bathochromic, Hyperchromic, Antioxidant*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Struktur Organisasi Skripsi.....	3
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Ubi Jalar Ungu.....	5
2.1.1 Deskripsi Tanaman.....	5
2.1.2 Antosianin pada Ubi Jalar Ungu	7
2.2 Aktivitas Antioksidan	11
2.3 Kopigmentasi Antosianin	13
2.4 Susu Pasteurisasi.....	15
BAB III	
METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian.....	18
3.2 Alat	18
3.3 Bahan	18
3.4 Cara Kerja.....	18
3.4.1 Bagan Alir Penelitian	18
3.4.2 Determinasi Tumbuhan.....	19

3.4.3	Preparasi Sampel.....	19
3.4.4	Preparasi Larutan	20
3.4.5	Pengukuran pH.....	20
3.4.6	Uji Pergeseran Batokromik dan Efek Hiperkromik.....	21
3.4.7	Uji Total Antosianin.....	21
3.4.8	Uji Aktivitas Antioksidan Metode DPPH.....	22
BAB IV		
	TEMUAN DAN PEMBAHASAN	23
4.1	Uji Pergeseran Batokromik dan Efek Hiperkromik.....	25
4.2	Uji Total Antosianin	29
4.3	Uji Aktivitas Antioksidan	31
BAB V		
	SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	34
5.1	Simpulan.....	34
5.1	Implikasi dan Rekomendasi.....	34
	DAFTAR PUSTAKA	35
	LAMPIRAN.....	41
	RIWAYAT PENULIS	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ubi Jalar Ungu	5
Gambar 2. 2 Struktur Kimia Antosianin (R3: Glukosa) dan Antosianidin (R3: -OH)	7
Gambar 2. 3 Bentuk Kesetimbangan Antosianin.....	9
Gambar 2. 4 Struktur Sianidin (R ₁ =H) atau Peonidin (R ₁ =CH ₃) 3-kafeol-soforosida-5-glukosida	10
Gambar 2. 5 Struktur Umum Sianidin (A) dan Peonidin (B)	11
Gambar 2. 6 Reaksi antara DPPH dengan Antioksidan.....	12
Gambar 2. 7 Mekanisme Reaksi Kopigmentasi Self Association (A), Kopigmentasi Intramolekular (B), Kompleks dengan Logam (C), dan Kopigmentasi Intermolekular (D) pada Antosianin	13
Gambar 2. 8 Struktur Asam Sitrat.....	14
Gambar 2. 9 Ilustrasi Kemungkinan Kopigmentasi Intermolekular	15
Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian	19
Gambar 4. 1 Hasil Pengukuran Kandungan Total Antosianin pada Ekstrak Ubi Jalar Ungu dan Campurannya	30
Gambar 4. 2 Hasil Pengukuran Aktivitas Antioksidan pada Ekstrak Ubi Jalar Ungu dan Campurannya	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kandungan Gizi Ubi Jalar berdasarkan Warna Daging Umbi	6
Tabel 2. 2 Perbedaan Letak Gugus Tersubstitusi Pada Antosianin	8
Tabel 2. 3 Syarat Mutu Susu Pasteurisasi menurut SNI 01-3951-1995.....	16
Tabel 2. 4 Kandungan Gizi Susu Sapi per 100 gram	17
Tabel 3. 1 Rancangan Penelitian.....	20
Tabel 4. 1 Hasil Kopigmentasi Antosianin Ubi Jalar Ungu Sebelum dan Setelah Penambahan Asam Sitrat	25
Tabel 4. 2 Hasil Kopigmentasi Antosianin Ubi Jalar Ungu Sebelum dan Setelah Penambahan Asam Sitrat pada Susu Pasteurisasi	26
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum dan Absorbansi Hasil Kopigmentasi Ekstrak Ubi Jalar Ungu	27
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum dan Absorbansi Hasil Kopigmentasi Ekstrak Susu Ubi Jalar Ungu	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Determinasi Ubi Jalar Ungu	41
Lampiran 2. Hasil Perhitungan Konsentrasi Asam Sitrat Monohidrat / <i>Citric Acid Monohydrate (CAM)</i>	42
Lampiran 3. Hasil Perhitungan Pembuatan Larutan Buffer pH 4,5	43
Lampiran 4. Hasil Perhitungan Pembuatan Larutan Buffer pH 1	44
Lampiran 5. Perhitungan Pergeseran Batokromik dan Efek Hiperkromik	45
Lampiran 6. Hasil Scanning Panjang Gelombang Maksimum Sampel Ubi Jalar Ungu (Kontrol)	47
Lampiran 7. Hasil Scanning Panjang Gelombang Maksimum Sampel Ubi Jalar Ungu + 1% Asam Sitrat.....	48
Lampiran 8. Hasil Scanning Panjang Gelombang Maksimum Sampel Ubi Jalar Ungu + Susu Pasteurisasi	49
Lampiran 9. Hasil Scanning Panjang Gelombang Maksimum Sampel Ubi Jalar Ungu + 1% Asam Sitrat + Susu Pasteurisasi.....	50
Lampiran 10. Hasil Perhitungan Kandungan Total Antosianin Ubi Jalar Ungu dan Hasil Kopigmentasi dengan Asam Sitrat	51
Lampiran 11. Hasil Perhitungan Standar Deviasi Kandungan Total Antosianin.....	54
Lampiran 12. Perhitungan Pembuatan Larutan DPPH 0,5 mM	56
Lampiran 13. Hasil Perhitungan Aktivitas Antioksidan Ubi Jalar Ungu Hasil Kopigmentasi dengan Asam Sitrat	57
Lampiran 14. Hasil Perhitungan Standar Deviasi Aktivitas Antioksidan.....	61
Lampiran 15. Dokumentasi Penelitian	63

DAFTAR PUSTAKA

- Aksi Agraris Kanisius. (1995). *Petunjuk Praktis Beternak Sapi Perah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Almatsier, S. (2004). *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Andarwulan, N. & Faradilla, F. R. (2012). *Pewarna Alami untuk Pangan*. Bogor: South East Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFST) Center, Institut Pertanian Bogor.
- Anindiyasari, Y. (2012). *Pengaruh Lama Fermentasi dengan Ragi Roti Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik Tepung Kimpul*. (Skripsi). Universitas Brawijaya, Malang.
- Azizah, N. (2015). Fortifikasi Yoghurt Kedelai Menggunakan Sari Buah Lemon (*Citrus limon* L.). (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Bang, I.-S., Yu, C.-Y. & Lim, J.-D. (2010). Effects of Temperature and UV Irradiation on Stability of Anthocyanin-Polyphenol Copigment Complex in Mulberry Fruits. *Korean Journal. Medicinal Crop Sci.* 18(3).
- Barba-espín, G., Glied, S., Crocoll, C., Dzhhanfezova, T., Joernsgaard, B., Okkels, F., ... Müller, R. (2017). Foliar-Applied Ethephon Enhances The Content of Anthocyanin of Black Carrot Roots (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.). *BMC Plant Biiology.* 17(70). 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12870-017-1021-7>.
- Bechtold, T. & Mussak, R. (2009). *Handbook of Natural Colorants*. United Kingdom: John Willey & Sons Ltd.
- Brouillard, R. & Dangles, O. (1994). Anthocyanin Molecular Interactions: The First Step in The Formation of New Pigments During Wine Aging. *Food Chemistry.* 51. 365–371. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(94\)90187-2](https://doi.org/10.1016/0308-8146(94)90187-2).
- Bukhari, S. B., Memon, S., Mahroof-Tahir, M. & Bhangar, M. I. (2009). Synthesis, Characterization and Antioxidant Activity Copper–Quercetin Complex. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy.* 71(5). 1901–1906. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2008.07.030>.
- Castañeda-ovando, A., Pacheco-hernández, M. D. 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>.
- Clifford, M. N. (2000). Review: Anthocyanins – Nature, Occurrence and Dietary Burden. *Journal Science Food Agritech*. 80. 1063–1072.
- Cortez, R., Luna-vital, D. A., Margulis, D. & Mejia, E. G. De. (2017). Natural Pigments : Stabilization Methods of Anthocyanins for Food Applications. *16*. 180–198. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12244>.
- Depkes RI. (2005). *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta: Depkes RI.
- Dehpour, A. A., Ebrahimzadeh, M. A., Fazei, N. S. & Mohammad, N. S. (2009). Antioxidant Activity of The Methanol Extract of Ferula Assafoetida and Its Essential Oil Composition. *International Journal of Fats and Oils*. 60(4). 405–412. <https://doi.org/10.3989/gya.010109>.
- Escribano-Bailon, T. M. & Santos-Buelge, C. (2012). Anthocyanin Copigmentation - Evaluation, Mechanisms and Implications for the Colour of Red Wines. *Current Organic Chemistry*. 16(6). <https://doi.org/https://doi.org/10.2174/138527212799957977>.
- Furuta, S., Suda, I., Nishiba, Y. & Yamakawa, O. (1998). High tert-Butylperoxyl Radical Scavenging Activities of Sweet Potato Cultivars with Purple Flesh. *Food Science Technology*. 4(1). 33–35.
- Ginting, E., Utomo, J. S. & Yulifianti, R. (2011). Potensi Ubijalar Ungu sebagai Pangan Fungsional. *IPTEK Tanaman Pangan*, 6(1). ISSN 1907-4263.
- Giusti, M. M. & Wrolstad, R. E. (2003). Acylated Anthocyanins from Edible Sources and Their Applications in Food Systems. *Biochemical Engineering Journal*. 14(3). 217–225. [https://doi.org/10.1016/S1369-703X\(02\)00221-8](https://doi.org/10.1016/S1369-703X(02)00221-8).
- Halliwel, B. & Gutteridge, J. . M.. (2007). *Free Radical in Biology and Medicine*. 4th Edition. New York: Oxford University Press.
- Hamid, A. A., Aiyelaagbe, O. O., Usman, L. A., Ameen, O. M. & Lawal, A. (2010). Antioxidants: Its Medicinal and Pharmacological Applications. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*. 4(8). 142–151.
- Hassanbaglou, B., Hamid, A. A., Roheeyati, A. M., Saleh, N. M., Abdulamir, A., Khatib, A. & Sabu, M. C. (2012). Antioxidant Activity of Different Extracts from Leaves of *Pereskia bleo* (Cactaceae). *Journal of Medicinal Plants*

- Research*. 6(15). 2932–2937. <https://doi.org/10.5897/JMPR11.760>.
- He, Z., Zhu, H., Xu, M., Zeng, M., Qin, F. & Chen, J. (2016). Complexation of Bovine B -Lactoglobulin with Malvidin-3- O -Glucoside and Its Effect on The Stability of Grape Skin Anthocyanin Extracts. *Food Chemistry*. 209. 234–240. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.048>.
- Jie, L., Xiao-ding, L., Yun, Z., Zheng-dong, Z., Zhi-ya, Q., Meng, L., ... Lu, Q. (2013). Identification and Thermal Stability of Purple-Fleshed Sweet Potato Anthocyanins in Aqueous Solutions with Various pH Values and Fruit Juices. *Food Chemistry*. 136. 1429–1434. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.054>.
- Jusuf, M., Rahayuningsih, A. & Ginting, E. (2008). Ubi Jalar Ungu. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 30(4).
- Kong, J., Chia, L., Goh, N., Chia, T. & Brouillard, R. (2003). Analysis and Biological Activities of Anthocyanins. *Phytochemistry*. 64(5). 923–933. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00438-2](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00438-2).
- Kristanti, D. N. (2017). Daya Simpan Susu Pasteurisasi Ditinjau dari Kualitas Mikroba Termodurik dan Kualitas Kimia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 12(1). 1–7.
- Kristianingrum, S. (2014). *Handout Spektroskopi Ultra Violet dan Sinar Tampak (Spektroskopi UV–Vis)*. Yogyakarta.
- Kumalaningsih, S. & Harijono, A. Y. F. (2005). Pencegahan Pencoklatan Umbi Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L.) untuk Pembuatan Tepung. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 5(1). 11–19.
- Kuncahyo, I. (2007). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH). *Seminar Nasional Teknologi 2007, Yogyakarta*. 1–9.
- Li, X. D., Li, J., Wang, M. & Jiang, H. (2016). Copigmentation Effects and Thermal Degradation Kinetics of Purple Sweet Potato Anthocyanins with Metal Ions and Sugars. *Applied Biological Chemistry*. 59(1). 15–24. <https://doi.org/10.1007/s13765-015-0140-9>.
- Markakis, P. (1982). *Stability of Anthocyanins in Foods* (Vol. 163). New York: Academic Press.

- Mazza, G. & Brouillard, R. (1990). The Mechanism of Co-Pigmentation of Anthocyanins in Aqueous Solutions. *Phytochemistry*. 29(4). 1097–1102. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(90\)85411-8](https://doi.org/10.1016/0031-9422(90)85411-8).
- Montilla, E. C., Hillebrand, S. & Winterhatler, P. (2011). Anthocyanins in Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Varieties. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*. 5(2). 19–24.
- Natalia, L., Semangun, H., Studi, P., Biologi, M., Kristen, U., Wacana, S. & Barat, P. J. (2012). Ubi Jalar Ungu Papua Sebagai Sumber Antioksidan. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*. (hal. 1–5).
- Nic, M., Jirat, J. & Kosata, B. (2014). Compendium of Chemical Terminology. *IUPAC, 1077, 2230*. <https://doi.org/10.1351/goldbook.B00618>
- Nugroho, Y. A. & Kusnadi, J. (2015). Aplikasi Kulit Manggis (*Garcinia Mangostana* L.) Sebagai Sumber Antioksidan pada Es Krim. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(4), 1263–1271.
- Nusantara, Y. P., Lestario, L. N. & Martono, Y. (2017). Pengaruh Penambahan Asam Galat Sebagai Kopigmen Antosianin Murbei Hitam (*Morus nigra* L.) terhadap Stabilitas Termal. *AGRITECH*. 37(4). 428–436. <https://doi.org/http://doi.org/10.22146/agritech.22963>.
- Ophart, C. E. (2003). Virtual Chembook. [Online]. Diakses dari <http://chemistry.elmhurst.edu>.
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2013 Tentang Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Pengatur Keasaman.
- Rani. (2015). *Mengolah Ubi Ungu Tinggi Serat*. [Online]. Diakses dari: <https://www.pressreader.com/>.
- Rein, M. J. (2005). *Copigmentation Reactions and Color Stability of Berry Anthocyanins*. (Disertasi). University of Helsinki. <https://doi.org/10.1021/jf071205v>.
- Rukmana, H. (1997). *Ubi Jalar Budi Daya dan Pascapanen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Standar Nasional Indonesia SNI 01-3951-1995: Standar Susu Pasteurisasi. Badan Standardisasi Nasional- BSN.
- Sigma-Aldrich. (t.t.). Citric Acid. Diambil dari

<https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sial/c0759?lang=en®ion=ID>

- Suda, I., Oki, T., Masuda, M. & Kobayashi, M. (2003). Physiological Functionality of Purple-Fleshed Sweet Potatoes Containing Anthocyanins and Their Utilization in Foods. *JARQ*, 37(3), 167–173. <https://doi.org/10.6090/jarq.37.167>.
- Sun, J., Cao, X., Bai, W., 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/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.031>.
- Tensiska, Sukaminah, E. & Natalia, D. (2007). Ekstraksi Pewarna Alami dari Buah Arben (*Rubus idaeus* Linn.) dan Aplikasi pada Sistem Pangan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 18(1). 25–31.
- Trouillas, P., Sancho-garc, J. C., Freitas, V. De, Gierschner, J., Otyepka, M. & Dangles, O. (2016). Stabilizing and Modulating Color by Copigmentation : Insights from Theory and Experiment. *Chemical Reviews*. 116. 4937–4982. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.5b00507>.
- Truong, V.-D., Deighton, N., Thompson, R. T., McFeeters, R. F., Dean, L. O., Pecota, K. V. & Yencho, G. Cr. (2010). Characterization of Anthocyanins and Anthocyanidins in Purple-Fleshed Sweetpotatoes by HPLC-DAD / ESI-MS / MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 404–410. <https://doi.org/10.1021/jf902799a>.
- Tsukui, A., Murakami, T., Shiina, R. & Kayashi, K. (2002). Effect of Alcoholic Fermentation on the Stability of Purple Sweet Potato Anthocyanins. *Food Science and Technology Research*. 8(1). 4–7. <https://doi.org/10.3136/fstr.8.4>.
- Wahyudi, M. (2006). Proses Pembuatan dan Analisis Mutu Yoghurt. *Buletin Teknik Pertanian*. 11. 12–16.
- Werdhasari, A. (2014). Peran Antioksidan Bagi Kesehatan. *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia*. 3(2). 59–68.
- Widyastuti, N. (2010). Pengukuran Aktivitas Antioksidan dengan Metode CUPRAC, DPPH, dan FRAP serta Korelasinya dengan Fenol dan Flavonoid pada Enam Tanaman. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor.

- Winarno. (2004). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Wrolstad, R. E. (1993). Color and Pigment Analyses in Fruit Products. *Agricultural Experiment Station*. Diakses dari: www.oregonstate.edu.
- Wungkana, I., Suryanto, E. & Momuat, L. (2013). Aktivitas Antioksidan dan Tabir Surya Fraksi Fenolik dari Limbah Tongkol Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 2(04). 149–155.
- Yudiono, K. (2011). Ekstraksi Antosianin dari Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas* cv. *Ayamurasaki*) dengan Teknik Ekstraksi Subcritical Water. *Jurnal Teknologi Pangan*. 2(1).
- Yunilawati, R., Yemirta, Rahmi, D., Aviandharie, S. A., Hidayati, N. & Cahyaningtyas, A. A. (2007). *Pemanfaatan Katekin Sebagai Co-Pigmen untuk Peningkatan Mutu Zat Warna Alam*. Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Balai Besar Kimia dan Kemasan Kementerian Perindustrian.
- Zhang, C., Ma, Y., Zhao, X. & Mu, J. (2009). Influence of Copigmentation on Stability of Anthocyanins from Purple Potato Peel in Both Liquid State and Solid State. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57. 9503–9508. <https://doi.org/10.1021/jf901550u>.