

Artikel Penelitian

## Perubahan Antosianin dan Aktivitas Antioksidan Tepung Uwi Ungu Selama Penyimpanan

### *Anthocyanin and Antioxidant Activity Purple Yam Flour Changes During Storage*

Siti Tamaroh<sup>1,2\*</sup>, Sri Raharjo<sup>2</sup>, Agnes Murdiati<sup>2</sup>, Sri Anggrahini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana, Yogyakarta

<sup>2</sup>Jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

\*Korespondensi dengan penulis ([sititamaroh65@gmail.com](mailto:sititamaroh65@gmail.com))

Artikel ini dikirim pada tanggal 15 Februari 2018 dan dinyatakan diterima tanggal 28 Februari 2018. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui [www.jatp.ift.or.id](http://www.jatp.ift.or.id). Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists© 2018

### Abstrak

Uwi ungu (*Dioscorea alata* L) merupakan bahan pangan yang berpotensi sebagai sumber antioksidan alami, karena adanya komponen antosianin dan senyawa fenolik. Penelitian ini bertujuan mengetahui perubahan komponen tepung uwi ungu selama penyimpanan pada kondisi ruang simpan berbeda. Penyimpanan tepung uwi ungu disimpan pada ruang berukuran 60x60x60 cm<sup>3</sup> yang diberi perlakuan lampu 150 lux (ruang KL) dan tanpa perlakuan lampu (TKL). Kelembaban udara (RH) ruang simpan dicatat pada saat penyimpanan. Penyimpanan dilakukan selama 25 hari, setiap 5 hari dilakukan uji pada kadar air, kadar antosianin, kadar fenolik, aktivitas antioksidan (%RSA). Data yang diperoleh diuji statistik dengan ANOVA, jika ada beda nyata diuji dengan DNMRT pada tingkat kepercayaan 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa RH ruang simpan kondisi KL stabil (65%) dan RH ruang simpan TKL berubah-ubah (antara 77–85%). Penyimpanan pada ruang KL dapat menyebabkan peningkatan kadar air, penurunan kadar antosianin, penurunan kadar senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan (%RSA) yang lebih rendah dibanding penurunan pada penyimpanan ruang TKL. Penyimpanan tepung uwi ungu pada hari ke-10 menunjukkan peningkatan kadar air, penurunan kadar antosianin, kadar fenolik dan aktivitas antioksidan yang signifikan. Komponen penyusun tepung uwi setelah penyimpanan 10 hari pada kondisi KL sebagai berikut; kadar air 15,5 %, kadar antosianin 56,24 mg/100 g bk, kadar senyawa fenolik 104,2 mg EGA/100 g bk dan aktivitas antioksidan 75,42% (% RSA). Kesimpulannya, oleh karena ruang simpan KL terbukti menekan penurunan kadar air, kadar antosianin, kadar senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan dibanding penyimpanan pada ruang TKL, maka tepung uwi ungu lebih baik disimpan dalam ruang KL.

Kata kunci: tepung uwi ungu, penyimpanan, antosianin, fenolik, aktivitas antioksidan

### Abstract

*The purple yam (*Dioscorea alata* L) is a food that has the potential as a source of natural antioxidants, because of the anthocyanin and phenolic component. The objective of this research is to know the change of purple yam flour component during storage at different room storage. In this study, the purple yam flour was stored in the space size 60x60x60 cm<sup>3</sup>, with lamp 150 lux (LT) and without lamp (KLT). Room relative humidity (RH) was recorded. Purple yam flour was stored for 25 days. Analysis of the moisture content, anthocyanin concentration, phenolic concentration, antioxidant activity (% RSA) was done in every 5 days. The data were statistically analyzed by ANOVA method, if there were significant difference were followed by Duncan Multiple Range Test at 5% confidence level. The results showed that KL provided stabil relative humidity (65%) and TKL provided much less stabil relative humidity (77–85%). Stored purple yam at KL room increased water content, decreased anthocyanin, phenolic compounds and antioxidant activity (% RSA). These changes generated lower value than that of in storage of TKL room. Storage purple yam flour on 10 days increased water content, decreased anthocyanin and phenolic levels, and antioxidant activity, significantly. Purple yam flour components after 10 days storage at KL room provided composition as follows: moisture content of 15.5%, anthocyanin content of 56.24 mg/100g db, phenolic compounds EGA of 104.2 mg/100 g bk and antioxidant activity of 75.42%. As conclusion, KL provided better storage of purple yam than TKL.*

Keywords: Purple yam flour, storage, anthocyanin, phenolic, antioxidant activity

### Pendahuluan

Uwi merupakan umbi-umbian sumber karbohidrat yang belum banyak dimanfaatkan di Indonesia. Uwi berpotensi sebagai sumber karbohidrat alternatif, dengan kadar pati 60,3-74,4 % db, kadar protein 4,3-8,7%db, abu 2,9-4,1%db dan *total dietary fiber* 4,1-110% db (Ezeocha dan Ojimekwe, 2012). Uwi mengandung protein lebih besar dibanding ubi jalar dan ketela (Ezeocha dan Ojimekwe, 2012). Uwi juga berpotensi sebagai sumber karbohidrat penderita diabet karena

kadar gula yang rendah (Udensi *et al.*, 2010). Uwi yang berwarna ungu merupakan sumber antioksidan alami, disebabkan adanya komponen antosianin. Kadar antosianin uwi ungu sebesar 31 mg/100 g bahan kering (Fang *et al.*, 2011), setara dengan bahan lain, misalnya kentang hitam 21 mg/100 g bahan kering (Kita *et al.*, 2013) dan beras hitam/ beras merah 26,5 mg/ 100 g bahan kering (Shao *et al.*, 2014). Hsu *et al.* (2003), mengemukakan bahwa konsumsi uwi bermanfaat untuk kesehatan mikloflora usus dan sebagai antioksidan.

Lubag *et al.* (2008), menjelaskan bahwa ekstrak metanol uwi ungu memiliki potensi sebagai antioksidan lebih tinggi dari 200 µg BHA (*butylhydroxyanisole*) dan 100 µg α-tokoferol.

Uwi ungu bersifat mudah rusak, karena kadar air yang tinggi (66,2-77,7% ) (Baah *et al.* 2009; Ezeocha dan Ojimekwe, 2012), dan akan mengalami kemunduran mutu selama penyimpanan. Kehilangan komponen gizi yang terjadi sebesar 10-15% setelah tiga bulan dan 50% setelah enam bulan penyimpanan (Osunde, 2008). Konsumsi uwi yang dilakukan selama ini berbentuk olahan direbus, dikukus, digoreng atau dibakar (Udensi *et al.*, 2008).

Pembuatan tepung uwi bertujuan untuk memperpanjang umur simpan Nina *et al.*, 2017. Bentuk olahan tepung mempunyai kelebihan diantaranya bahan mudah disimpan, volumenya kecil, mudah dalam transportasi, dan lebih fleksibel untuk berbagai produk pangan olahan (Hapsari, 2014).

Olahan berbentuk tepung apabila disimpan dalam jangka waktu yang lama tanpa memperhatikan kondisi penyimpanan yang sesuai akan mengalami kemunduran mutu dan perubahan fisik dan kimia Chukwu dan Lawal (2015). Kerusakan tepung selama penyimpanan disebabkan karena peningkatan kadar air, disamping faktor lain yang berpengaruh, yaitu suhu, kelembaban ruang, dan adanya bahan pengawet (Chukwu dan Lawal (2015).

Antosianin yang terdapat pada tepung akan mengalami perubahan selama penyimpanan. Htwe *et al.* (2010), menyatakan bahwa penyimpanan beras merah dan beras hitam pada suhu ruang akan menurunkan kadar antosianin lebih besar dibanding jika disimpan dalam refrigerator. Obiegbuna *et al.* (2014), tepung cocoyam yang disimpan pada RH 75% akan mengalami penurunan kadar antosianin. Tonon *et al.* (2010), menyatakan bahwa antosianin bersifat tidak stabil karena pengaruh proses, kondisi penyimpanan dan beberapa faktor diantaranya suhu, cahaya, pH dan oksigen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan antosianin, senyawa fenolik, aktivitas antioksidan tepung uwi ungu yang disimpan pada kondisi ruang simpan yang berbeda. Penelitian ini akan memberikan informasi kondisi ruang simpan yang sesuai untuk penyimpanan tepung uwi ungu yang dapat memperkecil perubahan komponen penyusunnya.

## Materi dan Metode

### Materi

Bahan penelitian adalah uwi ungu yang diperoleh dari pasar Godean, Sleman, Yogyakarta, dengan berat setiap umbi sekitar 2 kg. Bahan kimia yang digunakan adalah radikal bebas *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH), reagen Folin-ciocalteu, asam galat (GA = *gallic acid*) dari Sigma Chemical Co., St Louis, etanol, metanol, HCl, NaCO<sub>3</sub>, NaNO<sub>2</sub>, AlCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O, NaOH (E. Merck), asam sitrat dan asam tartarat, bufer asetat, ferric tripyridyltriazine (Fe<sup>3+</sup> - TPTZ), FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O, alumunium foil. Alat penelitian meliputi spektrofotometer (UV vis 1240), neraca analitik Ohaus, pH meter (HI

2210), vortex, *cabinet drier*, blender, saringan ukuran 80 mesh, lux-meter (Lutron LX-103).

### Metode

Penelitian berlangsung pada bulan Mei sampai dengan Juli 2017. Penelitian meliputi pembuatan tepung uwi ungu dan penyimpanannya. Uji yang dilakukan pada tepung uwi ungu meliputi uji kadar air, metode penambahan berat, uji kadar antosianin dengan mengukur absorbansi warna ungu pada panjang gelombang 520 dan 700 nm, pada pH yang berbeda, uji senyawa fenolik dengan metode Folin-Ciocalteu, uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (% RSA).

### Pembuatan Tepung Uwi

Umbi uwi dikupas, dicuci, diiris bentuk kubus (ukuran 3x3x3 cm<sup>3</sup>), dikukus selama 8 menit, diiris tipis (ukuran 2-3 mm), dikeringkan dengan *cabinet drier* dengan suhu 50°C selama 10 jam. Irisan kering diblender dan diayak dengan saringan ukuran 80 mesh.

### Penyimpanan Tepung Uwi

Tepung uwi disimpan pada ruangan berbentuk kotak berukuran 60x60x60 cm<sup>3</sup>, dengan kondisi yang berbeda. Kondisi ruang simpan pertama, di beri lampu dengan kekuatan cahaya 150 lux dan tertutup (dengan alumunium foil) selanjutnya disebut kondisi ruang simpan terkendali (KL). Kondisi ruang simpan kedua, tidak dikendalikan pencahayaannya, kondisi ruang sesuai dengan keadaan alamiah (ada kondisi terang saat siang dan ada kondisi gelap pada malam hari), selanjutnya disebut kondisi tidak terkendali (TKL). Perubahan RH ruang simpan selama penyimpanan dicatat. Pada masing-masing perlakuan ruang simpan, disimpan sebanyak 100 g tepung uwi pada cawan. Pada masing-masing kondisi dilakukan 2 kali ulangan. Penyimpanan dilakukan selama 25 hari. Pengambilan sampel dilakukan setiap 5 hari. Pengujian sampel dilakukan terhadap kadar air, kadar total antosianin, kadar fenolik, aktivitas antioksidan.

### Penentuan Total Antosianin

Total antosianin ditentukan dengan metode yang dikemukakan oleh Giusti dan Wrosted (1996), dengan sedikit modifikasi. Sebanyak masing-masing 0,4 ml ekstrak dimasukkan dalam 2 tabung reaksi. Tabung reaksi pertama ditambah buffer potasium klorida (0,025 M) pH 1 sebanyak 2,6 ml. Tabung reaksi kedua ditambahkan larutan buffer sodium asetat (0,4 M) pada 4,5 sebanyak 2,6 ml. Absorbansi dari kedua sampel ditera dengan spektrofotometer pada λ 520 dan 700 nm setelah didiamkan selama 15 menit. Nilai absorbansi dihitung dari pengurangan (A<sub>520</sub> - A<sub>700</sub>) pada pH1 dengan (A<sub>520</sub> - A<sub>700</sub>) pada pH4,5. Konsentrasi antosianin dihitung sebagai sianidin-3-glikosida menggunakan koefisien ekstingsi molar sebesar 26.900 L cm<sup>-1</sup> dan berat molekul sebesar 484,82. Konsentrasi antosianin (mg/L) adalah (AxBMxFPx1000)/(ex1), dimana A adalah absorbansi, BM adalah berat molekul

(484,82), FP adalah faktor pengenceran (3 ml/0,4 ml), dan e adalah koefisien ekstingsi molar (26.900 L cm-1).

#### Penentuan Aktivitas Antioksidan Metode DPPH

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan mengetahui kapasitas penangkapan radikal bebas DPPH, sebanyak 0,2 ml sampel konsentrasi 1000 ppm, ditambah 3,8 ml larutan DPPH 0,1 mM, divortek 1 menit diinkubasi pada ruang gelap dan diamati absorbansinya pada menit ke-30 dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm (Xu dan Chang, 2007). Blanko (kontrol) dengan menggunakan etanol sebagai pengganti sampel. Penghitungan daya tangkap radikal bebas dinyatakan dalam persen (%) RSA = % *Radical Scavenging Activity* yang merupakan % pemucatan DPPH. Persen RSA dihitung dari satu dikurangi hasil dari pembagian absorbansi sampel dan absorbansi blanko kemudian dikalikan 100%

#### Penentuan Kadar Total Fenolik

Kadar total fenolik ditentukan dengan metode Folin-Ciocalteu (Roy *et al.*, 2009), menggunakan asam galat sebagai standar. Sampel sebanyak 50 µl, ditambah larutan Folin-ciocalteu 250 µl, kemudian didiamkan 1 menit dan ditambah 750 µl NaCO<sub>3</sub> 20 %, selanjutnya divortek, dan ditambah akuades sampai volume 5 ml. Setelah diinkubasi 5 menit pada suhu kamar, absorbansi ditera pada λ 760 nm. Asam galat digunakan sebagai standar dan kurva kalibrasi dibuat dengan asam galat 31,875 sampai 510 mg/L dengan r = 0,99.

#### Uji statistik

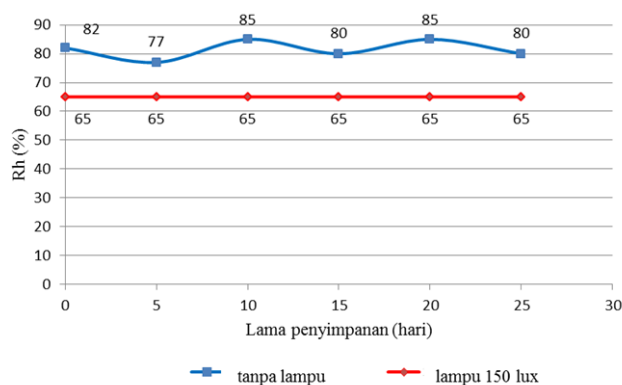
Data yang ditampilkan adalah rata-rata dari 3 ulangan dan dengan standar deviasi. Data dianalisis dengan metode analisis variansi (ANOVA). Apabila hasil uji berbeda dilakukan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada derajat kepercayaan 5%.

#### Hasil dan Pembahasan

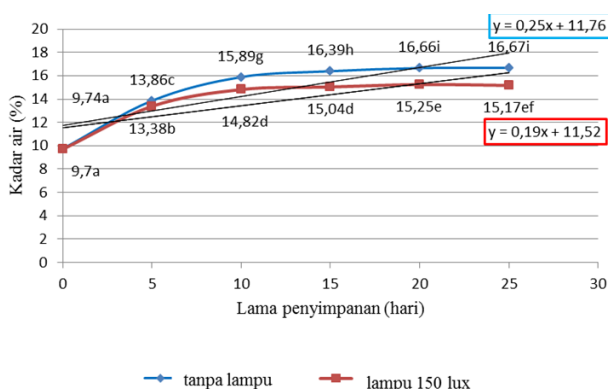
Perubahan kelembaban ruang penyimpanan tepung pada penelitian ini dapat dilihat pada Figur 1. Ruang penyimpanan yang diperlakukan dengan lampu 150 lux dan tertutup (KL), mempunyai RH yang stabil, yaitu 65%. Kondisi ruang simpan yang terpapar kondisi alamiah (TKL), berubah-ubah (tidak stabil), dari 77 sampai dengan 85%. Kelembaban ruang simpan akan berpengaruh pada perubahan kadar air, sifat fisik dan pertumbuhan mikrobia perusak selama bahan disimpan. Kelembaban yang tinggi juga akan menyebabkan terjadinya penyerapan uap air dari udara yang akan mengakibatkan bahan lembab yang berpengaruh terhadap kenaikan kadar air.

Menurut Obiegbuna *et al.* (2014), kondisi ruang simpan yang dapat mempertahankan kualitas bahan berbentuk tepung pada RH 60–64%. Ajith *et al.* (2015), pada penelitiannya tentang penyimpanan kacang mete, menyimpulkan bahwa kondisi ruang pada RH 67% dan suhu 30°C, tidak akan berpengaruh pada komponen bahan. Menurut Chukwu dan Lawal (2015), penyimpanan tepung uwi pada RH 65% dapat

mempertahankan stabilitas nilai gizi dan dapat mempertahankan dari serangan serangga.



Figur 1. Perubahan RH ruang simpan selama penyimpanan



Figur 2. Perubahan kadar air tepung uwi ungu selama penyimpanan

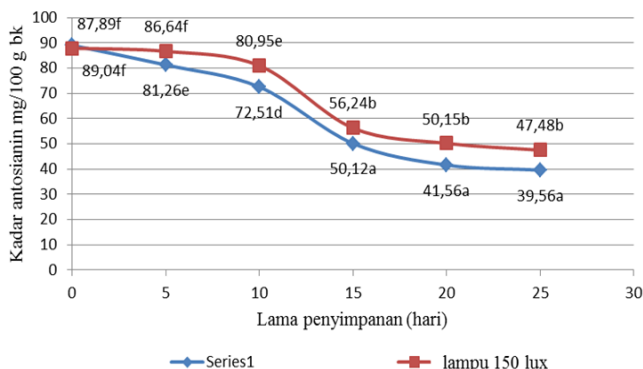
#### Perubahan Kadar Air Tepung Uwi Ungu

Perubahan kadar air tepung uwi ungu selama penyimpanan dapat dilihat pada Figur 2. Kadar air awal tepung adalah 9,74%. Selama 25 hari penyimpanan mengalami kenaikan. Penyimpanan pada kondisi KL lebih rendah dibanding yang disimpan pada kondisi ruang TKL. Peningkatan kadar air yang besar terjadi pada 10 hari penyimpanan. Kadar air tepung yang disimpan pada ruang KL adalah 14,83%, lebih rendah dibanding tepung yang disimpan pada ruang TKL yaitu 15,89%.

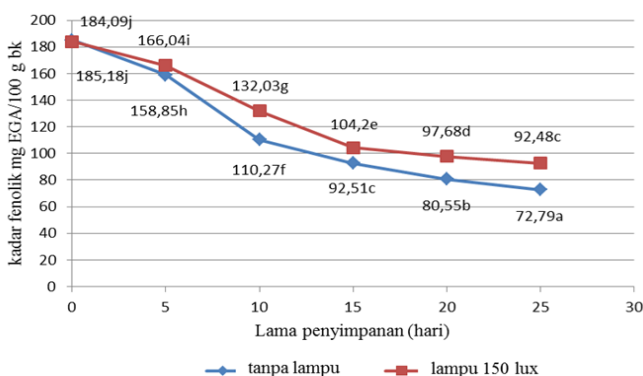
Berdasarkan persamaan linier pada Figur 2, laju pertambahan kadar air tepung yang disimpan pada ruang KL adalah 0,19% per hari lebih rendah dibanding laju pertambahan kadar air tepung yang disimpan pada kondisi TKL (0,25% per hari).

Menurut Ambarsari *et al.* (2009), standar mutu tepung ubi jalar ungu, ditentukan oleh karakter fisik tepung yaitu warna yang normal, dan kadar air maksimal 10%. Tepung dikatakan mulai mengalami penurunan mutu apabila warna tepung dinilai tidak ungu normal dan butiran tepung mulai menggumpal. Menurut SNI 01-3751-2000 tentang standar tepung terigu kadar air maksimumnya sebesar 14%. Kadar air merupakan indikator kestabilan bahan yang disimpan. Peningkatan kadar air akan meningkatkan kontaminasi mikrobia, penurunan kualitas dan stabilitas komponen bahan (Akanbi *et al.*, 2009). Kadar air tepung uwi ungu pada penyimpanan 10 hari dalam ruang KL berada

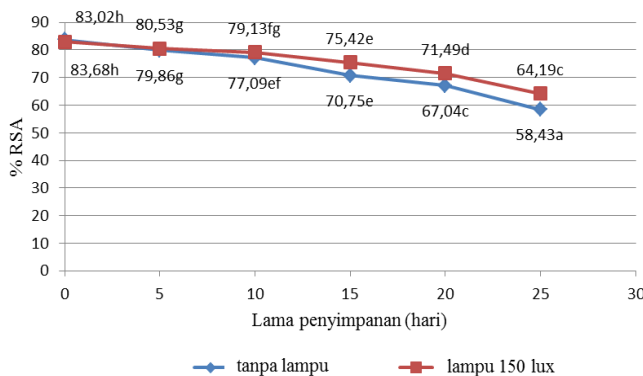
pada kadar maksimal kadar air tepung terigu menurut SNI dan tepung uwi ungu yang disimpan pada kondisi ruang TKL kadar air lebih besar dari kadar maksimal kadar air tepung terigu menurut SNI .



Figur 3. Perubahan kadar antosianin tepung uwi ungu selama penyimpanan



Figur 4. Perubahan kadar fenolik tepung uwi ungu selama penyimpanan



Figur 5. Perubahan aktivitas antioksidan (% RSA) tepung uwi ungu selama penyimpanan

### Perubahan Kadar Antosianin Tepung Uwi Ungu

Antosianin merupakan bahan bioaktif yang terdapat secara alami dalam tepung uwi ungu dan bersifat tidak stabil. Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas antosianin yaitu pH, suhu, cahaya, konsentrasi, keberadaan ion logam, oksigen, kadar gula, enzim dan pengaruh sulfur dioksida (Cavalcanti *et al.*, 2011). Kadar antosianin pada tepung uwi ungu mengalami penurunan selama penyimpanan (Figur 3). Penurunan kadar antosianin tepung uwi ungu pada ruang simpan KL sebesar 36,01%, lebih rendah dibanding ruang simpan TKL sebesar 43,71% dan

berbeda nyata antar perlakuan kondisi ruang simpan. Pada penyimpanan selama 10 hari terlihat perbedaan yang nyata penurunan kadar antosianin antara tepung yang disimpan pada ruang KL dan ruang TKL.

Obiegbuna *et al.* (2014), pada penelitiannya tentang penyimpanan strawberry kering menyatakan bahwa degradasi antosianin akan meningkat seiring dengan peningkatan kadar air bahan. Sependapat dengan penelitian Garzóna dan Wrolstad (2001), yang menyatakan bahwa degradasi antosianin dapat meningkat dengan adanya peningkatan aktivitas air. Menurut Jiménez *et al.* (2012), semakin tinggi kadar air dan aktivitas air maka degradasi antosianin akan semakin cepat. Bahan dengan kadar air yang tinggi akan mudah mengalami kerusakan, baik akibat pertumbuhan mikroba maupun reaksi kimia tertentu seperti oksidasi. Reaksi oksidasi antosianin menghasilkan senyawa yang tidak berwarna dan menurunkan stabilitas antosianin (Rein, 2005).

Hal lain yang mungkin terjadi pada penurunan kadar antosianin adalah adanya pengaruh cahaya. Cahaya merupakan faktor yang berperan dalam proses degradasi antosianin. Cahaya memiliki energi tertentu yang mampu menstimulasi terjadinya fotokimia dalam molekul antosianin (Jackman dan Smith, 1996). Reaksi fotokimia dalam molekul antosianin menyebabkan pembukaan cincin karbon nomor 2 yang pada akhirnya reaksi fotokimia ini mampu membentuk senyawa tidak berwarna seperti kalkon sebagai indikator degradasi antosianin (Markakis, 1982).

### Perubahan Kadar Senyawa Fenolik Tepung Uwi Ungu

Senyawa fenolik merupakan komponen yang terdapat pada hampir semua tanaman dan dapat berperan sebagai pemberi warna dan sebagai antioksidan alami (Nina *et al.*, 2017). Perubahan kadar senyawa fenolik tepung uwi ungu selama penyimpanan 25 hari dapat dilihat pada Figur 4. Kadar fenolik mengalami penurunan sebesar 49 % pada penyimpanan ruang kondisi KL, lebih rendah dibanding penyimpanan pada kondisi ruang TKL (61%) dan berbeda secara nyata.

Sakthidevi dan Mohan (2013), komponen fenolik adalah antioksidan yang akan menangkap radikal bebas. Aktivitas antioksidan senyawa fenolik terjadi dengan kemampuannya mendonorkan atom hidrogen pada radikal bebas sehingga radikal bebas menjadi stabil. Moraga *et al.* (2012), menyatakan bahwa kerusakan komponen bioaktif dapat terjadi semakin besar dan berbanding lurus dengan peningkatan kadar air dan RH ruang simpan. Penurunan total fenolik selama penyimpanan dimungkinkan karena senyawa fenol yang terukur sebagai asam galat telah mengalami perubahan struktur atau degradasi sehingga tidak dapat terukur (Kohartono *et al.*, 2014).

### Perubahan Aktivitas Antioksidan Tepung Uwi Ungu

Menurut Leo *et al.* (2008), senyawa fenolik dan antosianin sangat berkaitan erat dengan kemampuan bahan sebagai sumber antioksidan. Pada penelitian ini kadar antosianin (Figur 3) dan senyawa fenolik (Figur 4)

mengalami penurunan konsentrasi selama penyimpanan tepung uwi ungu pada kondisi ruang simpan yang berbeda. Penurunan aktivitas antioksidan tepung yang disimpan pada kondisi KL, sebesar 22,68% dan lebih rendah dibanding penyimpanan pada kondisi TKL (30,17%). Penurunan aktivitas antioksidan terjadi seiring dengan penurunan kadar antosianin dan senyawa fenolik selama penyimpanan.

### Kesimpulan

Kondisi ruang simpan KL memiliki RH ruang yang lebih stabil dibanding ruang simpan TKL dan menyebabkan tepung uwi ungu mengalami penurunan kadar air, kadar antosianin, kadar senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan lebih rendah dibanding penyimpanan pada ruang TKL. Oleh karena ruang simpan KL terbukti dapat menekan penurunan kadar air, kadar antosianin, kadar senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan dibanding penyimpanan pada ruang TKL, maka tepung uwi ungu lebih baik disimpan dalam ruang KL.

### Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Republik Indonesia (tahun 2017), sebagai penyandang dana penelitian ini (Hibah Penelitian Disertasi Doktor).

### Daftar Pustaka

- Akanbi, T.O., Nazamid, S., Adebawale, A.A. 2009. Functional and pasting properties of a tropical breadfruit *Artocarpus altilis* starch from Ile-Ife, Osun State Nigeria. *International Food Research Journal* (16):151-157.
- Ajith, S.A., Pramod, S., Kumari, C.P., Potty, V.P. 2015. Effect of storage temperatures and humidity on proximate composition, peroxide value and iodine value of raw cashew nuts. *Journal Food Science and Technol* 2(7):4631-4636. DOI:10.1007/s13197-014-1476-6.
- Ambarsari, I., Sarjana, Choliq, A. 2009. Rekomendasi dalam penetapan standar mutu tepung ubi jalar. *Jurnal Standardisasi* (11): 212-219.
- Baah, F.D., Maziya-Dixon, B., Asiedu, R., Oduro, I., Ellis, W.O. 2009. Nutritional and biochemical composition of *D. alata* (*Dioscorea* spp) tubers. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 7(2):373-378.
- Cavalcanti, R.N., Santos, D.T. Meireles, M.A.A. 2011. Non thermal stabilization mechanism of anthocyanins in model and food systems : an overview. *Journal Food Research International* 44 :499-509. DOI:10.1016/j.foodres.2010.12.007
- Chukwu, O., Lawal, A.O. 2015. Comparative study of storage stability of sweet potato and yam flours. *International Journal of Emerging Technologies in Engineering Research* 3(3):44-49.
- Ezeocha, V. C. Ojmelukwe, P.C. 2012. The impact of cooking on the proximate composition and anti-nutritional factors of water yam (*Dioscorea alata*). *Journal of Stored Products and Postharvest Research* 3(13) : 172 – 176. DOI:10.5897/JSPPR12.031
- Fang, Z., Wua, D., Yü, D., Ye, X., Liu, D., Chen, J. 2011. Phenolic compounds in chinese purple yam and changes during vacuum frying. *Food Chemistry* 128:943-948. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.03.123.
- Garzóna, G.A., Wrolstad, R.E. 2001. The stability of pelargonidin-based anthocyanins at varying water activity. *Food Chemistry* 75 (2) : 185-196. DOI:10.1016/S0308-8146(01)00196-0
- Giusti, M.M., Wrolstad, R.E. 1996. Characterization of red radish antocyanin. *Journal of Food Science* 61(2):322 -326.
- Hapsari, R.T. 2014. Prospek uwi sebagai pangan fungsional dan bahan diversifikasi pangan. *Buletin Palawija* 27:26-38.
- Hsu, C.L. Chen, W., Weng, Y.M., Tseng, C.Y. 2003. Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying methods. *Food Chemistry* 83(1):85-92. DOI:10.1016/S0308-8146(03)00053-0
- Htwe, N.N., Srilaong, V., Tanprasert, K., Tongchitpakdee, K.S., Kanlayanarat .S., Uthairatanakijet, A. 2010. Effects of storage time and temperature on radical scavenging activities and bioactive compounds in colored rice varieties. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 8(3): 26-31.
- Jackman, R.L., Smith, J.L. 1996. Anthocyanins and Betalains. In: Hendry, G.A.F., Houghton, J.D. *Natural Food Colorants Second Edition* p 243-280. Chapman and Hall, London.
- Jiménez, N., Bohuon, P., Dornier, Bonazzic, M.C., Pérez, A.M. Vaillant, F. 2012. Effect of water activity on anthocyanin degradation and browning kinetics at high temperatures (100-140 °C). *Food Research International* 47(1): 106-115. DOI:10.1016/j.foodres.2012.02.004
- Kita, A., Bąkowska-Barczak, A., Hamouz, K., Kułakowska, K., Grażyna Lisińska, G. 2013. The effect of frying on anthocyanin stability and antioxidant activity of crisps from red- and purple-fleshed potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Food Composition and Analysis* 32:169-175. DOI: 10.1016/j.jfca.2013.09.006.
- Kohartono, G., Sutedja, A.M. Widyawati, P.S. 2014. Perubahan kadar senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan beras organik hitam varietas Jawa dengan pengemas polipropilen selama enam bulan penyimpanan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi* 13(2): 69-74.
- Leo, L., Leone, A., Longo, C., Lombardi, D.A., Raimo, F., Zacheo, G., 2008. Antioxidant compounds and antioxidant activity in "early potatoes". *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 4154-4163. DOI:10.1021/jf073322w
- Lubag, A.J.M., Antonio, Jr., Laurena, C., Tecson-Mendoza, E.M. 2008. Antioxidants of purple and

- white greater Yam (*Dioscorea alata* L.) varieties from the Philippines. *Philippine Journal of Science*:137(1): 61-67.
- Markakis, P. 1982. Anthocyanin as food colors. Academic Press, New York.
- Moraga, G., Igual, M., García-Martínez, E., Mosquera, L.H., Martínez, N. 2012. Effect of relative humidity and storage time on the bioactive compounds and functional properties of grapefruit powder. *Journal of Food Engineering* 112 (3): 191-199. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2012.04.002.
- Nina, K.C.J., Ghislaine, D.C. Hubert, K.K., Désiré Patrice, A.Y., Patrice, K.L., Alphonse, K. 2017. Biochemical and functional properties of yam flour during the post-harvest conservation of *Dioscorea alata* cultivar Azaguié. *Current Journal of Applied Science and Technology* 21(6):1–10. DOI:10.9734/CJAST/2017/32404.
- Obiegbona, J.E, Okeke, A.U.G., Igwe, E.C. 2014. Effect of storage relative humidity on some chemical composition and browning development of treated Cocoyam (*Colocasia esculenta*) corm flour. *Journal of Scientific Research and Reports* 3(4):592-609. DOI: 10.9734/JSRR/2014/7132
- Osunde, Z.D. 2008. Minimizing postharvest losses in Yam (*Dioscorea* spp.): Treatments and techniques. *Food Science and Technology to Improve Nutrition and Promote National Development*, International Union of Food Science & Technology.
- Tonon, R.V., Brabet, C., Hubinger, M.D. 2010. Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried acai (*Euterper oleracea* Mart.) juice produced with different carrier agents. *Food Research International* 43:907–914. DOI:10.1016/j.foodres.2009.12.013.
- Rein, M.J. 2005. Copigments reaction and color stability of berry anthocyanins. Dissertation at University of Helsinki.
- Roy, M.K., Juneja, L.R., Isobe, S., Tsushida, T. 2009. Steam processed broccoli (*Brassica oleracea*) has higher antioxidant activity in chemical and cellular assaysystems. *Food Chemistry* 114:263-269. DOI:10.1016/j.foodchem.2008.09.050.
- Sakthidevi, G., Mohan, V.R. 2013. Total phenolic, flavonoid contents and in vitro antioxidant activity of *Dioscorea alata* L. Tuber. *Journal of Pharmaceutical Science and Research* 5(5):115 – 119.
- Shao, Y., Xu, F., Sun, X., Bao, J., Beta, T. 2014. Identification and quantification of phenolic acid and anthocyanins as antioxidants in bran, embryo and endosperm of white, red and black rice kernels (*Oryza sativa* L.). *Journal of Food Cereal Science* 59:211 – 218.
- Udensi, E.A., Oselebe, H.O., Onuoha, A.U. 2010. Antinutritional assessment of *D. alata* varieties. *Pakistan Journal of Nutrition* 9(2): 179-181. DOI: 10.3923/pjn.2010.179.181.
- Xu, B.J., Chang, S.K.C. 2007. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes affected by extraction. *Journal of Food Science*. 72: SI 59-66. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2006.00260.x.