

**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN UBI JALAR UNGU
(*Ipomoea batatas var Ayamurasaki*) SELAMA PENYIMPANAN SUHU 4⁰C**

**ANTIOXIDANT ACTIVITIES PURPLE SWEET POTATO
(*Ipomoea batatas var Ayamurasaki*) DURING STORAGE TEMPERATURE 40C**

Veronika Merianti¹, Kukuk Yudiono², dan Sri Susilowati³

¹Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Katolik Widya Karya Malang
Email: -

²Dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Katolik Widya Karya Malang
Email: amk_yudiono@yahoo.com

³Dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Katolik Widya Karya Malang
Email: sr_susi@yahoo.co.id

ABSTRACT

*Storage at cold temperatures is a way to maintain freshness purple sweet potato Ayamurasaki. Refrigeration will slow or prevent unwanted damage without causing disruption in the ripening process and slow down unwanted changes during storage cold temperatures. Cold temperature storage, especially at a temperature of 4⁰ C can extend the lifetime of the tissues in foods such as decreased respiration activity and inhibits the activity of microorganisms. The purpose of this study is to determine the antioxidant activity of Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas var Ayamurasaki*) During Storage at a Temperature of 4⁰C. The hypothesis that can be drawn from this study are: Expected that the cold temperature storage will increased on the content of antioxidant compounds, especially anthocyanins compounds contained in purple sweet potato (*Ayamurasaki*). The place and time of the study: This study conducted at Agriculture Faculty Laboratory of Widya Karya Catholic University in March 2014. The research design that used in this experiment was completely randomized design (CRD). Treatment duration of storage at a temperature of 4⁰C consists of four (4) levels. Each treatment was repeated three (3) times. The research variables are antioxidant activity, anthocyanins levels and sugar levels. To determine the effect of treatment conducted by using the F test F Table 5% and 1% to determine the differences in each treatment it used Least Significant Difference (LSD) Test. The results of variance analysis showed that the storage temperature of 4⁰C was highly significant at 1% for antioxidant activity, anthocyanins levels and sugar levels. The highest results in the storage temperature is 4⁰C of each treatment on day 15, which produces 272.061% antioxidant activity, anthocyanins levels 761,059gr / kg and 55,333% sugar content.*

Keywords: Storage, Antioxidants, Anthocyanins, Sugar

ABSTRAK

Penyimpanan pada suhu dingin merupakan salah satu cara mempertahankan kesegaran ubi jalar ungu *Ayamurasaki*. Pendinginan akan memperlambat atau mencegah terjadinya kerusakan yang tidak diinginkan tanpa menimbulkan gangguan pada proses pematangan dan memperlambat perubahan yang tidak diinginkan selama penyimpanan suhu dingin. Penyimpanan suhu dingin khususnya pada suhu 4⁰C dapat memperpanjang masa hidup jaringan-jaringan dalam bahan pangan tersebut karena aktivitas respirasi menurun dan menghambat aktivitas mikroorganisme. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui Aktivitas Antioksidan Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas Var Ayamurasaki*) Selama Penyimpanan Suhu 4⁰C. Hipotesis yang dapat diambil dari penelitian ini adalah: Diduga lama

penyimpanan suhu dingin mengalami peningkatan terhadap kandungan senyawa antioksidan khususnya senyawa antosianin yang terdapat dalam ubi jalar ungu (*Ayamurasaki*). Tempat dan waktu penelitian. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Katolik Widya Karya Malang pada bulan Maret 2014. Rancangan penelitian yang digunakan dalam percobaan ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan lama penyimpanan pada suhu 4⁰C terdiri dari 4 (empat) level. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 (tiga) kali. Variabel penelitian adalah aktivitas antioksidan, kadar antosianin dan kadar gula. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan dilakukan uji F dengan menggunakan F Tabel 5% dan 1% untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan digunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penyimpanan suhu 4⁰C berpengaruh sangat nyata pada taraf 1% untuk aktivitas antioksidan, kadar antosianin dan kadar gula. Hasil yang tertinggi pada penyimpanan suhu 4⁰C dari setiap perlakuan adalah pada hari ke 15 yang menghasilkan aktivitas antioksidan 272,061%, kadar antosianin 761,059gr/kg dan kadar gula 55,333%.

Kata Kunci : Penyimpanan, Antioksidan, Antosianin, Gula

PENDAHULUAN

Ubi jalar *Ipomoea batatas* merupakan tanaman yang berasal dari daerah tropis Amerika. Ubi jalar dapat tumbuh baik di dataran rendah maupun di pegunungan dengan suhu 27⁰C dan lama penyinaran 11-12 jam perhari (Soemartono, 1984). Pada tahun 1960, ubi jalar sudah tersebar hampir setiap daerah Indonesia seperti Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Papua dan Sumatra. Namun sampai saat ini hanya Papua saja yang memanfaatkan ubi jalar sebagai makanan pokok, walaupun belum menyamai padi dan jagung (Suprpti, 2003).

Indonesia merupakan negara agraris yang berpotensi memproduksi tanaman umbi-umbian termasuk ubi jalar. Produktivitas ubi jalar di Indonesia mencapai 1,9 juta ton per tahun (BPS, 2009). Di Indonesia, 89% produksi ubi jalar digunakan sebagai bahan pangan dengan tingkat konsumsi 7,9 kg/kapita/tahun, sedangkan sisanya dimanfaatkan untuk bahan baku industri, terutama saus, dan pakan ternak (Agung, 2012).

Di Indonesia, pengembangan ubi jalar belum mendapat perhatian serius, sebagaimana tercermin dari luas tanam

yang fluktuatif dengan produktivitas yang baru mencapai 9,5 ton umbi/ha. Padahal di tingkat penelitian, ubi jalar mampu memberi hasil hingga 40 ton/ha. Senjang hasil ini disebabkan oleh berbagai tanaman kacang – kacangan dan umbi-umbian (Balitkabi) melalui penelitian.

Pemuliaan ubi jalar tidak hanya diarahkan pada hasil tinggi, tetapi juga mengedepankan kualitas gizi, di antaranya protein dan betakaroten serta antioksidan (Fitrah, 2013). Antioksidan adalah bahan tambahan yang digunakan untuk melindungi komponen-komponen makanan yang bersifat tidak jenuh (mempunyai ikatan rangkap), terutama lemak dan minyak. Meskipun demikian antioksidan dapat pula digunakan untuk melindungi komponen lain seperti vitamin dan pigmen, yang banyak mengandung ikatan didalam strukturnya (Ardiansyah, 2007).

Antosianin merupakan salah satu jenis antioksidan alami. Antioksidan alami yang terkandung pada ubi jalar ungu dapat menghentikan reaksi berantai pembentukan radikal bebas dalam tubuh yang diyakini sebagai dalang penuaan dini dan beragam penyakit yang menyertainya seperti penyakit kanker,

jantung, tekanan darah tinggi, dan katarak. Radikal bebas dihasilkan dari reaksi oksidasi molekuler dimana radikal bebas yang akan merusak sel dan organ-organ yang kontak dengannya, antosianin yang diisolasi dari ubi jalar ungu mempunyai aktivitas antioksidan yang kuat.

Umur simpan adalah selang waktu yang menunjukkan antara saat produksi hingga saat akhir dari produk masih dapat dipasarkan, dengan mutu prima seperti yang dijanjikan. Umur simpan dapat juga didefinisikan sebagai waktu hingga produk mengalami suatu tingkat degradasi mutu tertentu akibat reaksi deteriorasi yang menyebabkan produk tersebut tidak layak dikonsumsi atau tidak lagi sesuai dengan kriteria yang tertera pada kemasannya (mutu tidak sesuai lagi dengan tingkatan mutu yang dijanjikan). Masalah yang sering dihadapi pada pendugaan umur simpan di antaranya adalah faktor suhu yang sering berubah-ubah yang dapat berpengaruh terhadap perubahan mutu. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju reaksi berbagai senyawa kimia akan semakin cepat (Anonymous, 2012).

Penyimpanan pada suhu dingin merupakan salah satu cara untuk mempertahankan kesegaran ubi jalar ungu *Ayamurasaki*. Pendinginan akan memperlambat atau mencegah terjadinya kerusakan yang tidak diinginkan tanpa menimbulkan gangguan pada proses pematangan dan memperlambat perubahan yang tidak diinginkan selama penyimpanan di suhu dingin. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan selama penyimpanan umbi yaitu suhu, kelembaban dan sirkulasi udara. Suhu yang rendah (4°C) selama penyimpanan dapat memperpanjang umur fisiologis dan meningkatkan produksi (Sahat, *et al.*, 1989).

Penyimpanan umbi dengan suhu dibawah 2°C akan terjadi pembekuan

atau terjadinya *chilling injury* (Nonnecke, 1989) sedangkan penyimpanan umbi pada suhu tinggi ($18^{\circ}\text{-}25^{\circ}\text{C}$) dapat mempercepat pertunasan. Suhu penyimpanan dapat mempengaruhi lama masa umur umbi. Umbi akan memiliki masa umur simpan yang lebih panjang jika disimpan pada suhu 4°C daripada disimpan dengan suhu 25°C (Jufri, 2011).

Berdasarkan penelitian Christiningsih (2009) tentang perubahan kadar senyawa dan sifat fisik ubi jalar pada berbagai macam media dan lama penyimpanan menyatakan bahwa tidak terjadi perubahan yang cukup mencolok terhadap kondisi fisik ubi jalar pada penyimpanan selama 3 (tiga) bulan. Menurut penelitian Widiyanti (2004) tentang perubahan kadar amilum dan gula reduksi umbi ubi jalar pada berbagai cara dan lama penyimpanan menyatakan bahwa penyimpanan ubi jalar yang biasa dilakukan selama kurang lebih 30 hari. Menurut penelitian Onggo (2006) tentang perubahan komposisi pati dan gula pada ubi jalar selama penyimpanan menyatakan bahwa penyimpanan ubi jalar sampai 5 hari setelah panen tidak berpengaruh pada kadar gula dan kadar pati ubi serta kandungan antioksidannya tidak mengalami kerusakan selama proses penyimpanan tersebut. Menurut Koswara (2009) Untuk berlangsungnya respirasi diperlukan suhu optimum, yaitu suhu dimana proses metabolisme (termasuk respirasi) berlangsung dengan sempurna. Pada suhu yang lebih tinggi atau lebih rendah dari suhu optimum, metabolisme akan berjalan kurang sempurna bahkan berhenti sama sekali pada suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah. Penyimpanan pada suhu 4°C dapat memperpanjang masa hidup jaringan-jaringan dalam bahan pangan tersebut karena aktivitas respirasi menurun dan menghambat aktivitas mikroorganisme. Penyimpanan dingin

tidak membunuh, mikroba, tetapi hanya menghambat aktivitasnya.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas antioksidan ubi jalar ungu *Ipomoea batatas var Ayamurasaki* selama penyimpanan suhu 4⁰C.

TINJAUAN PUSTAKA

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan selama penyimpanan umbi yaitu suhu, kelembaban dan sirkulasi udara. Suhu yang rendah (4⁰C) selama penyimpanan dapat memperpanjang umur fisiologis dan meningkatkan produksi (Sahat, *et al.*, 1989). Penyimpanan umbi dengan suhu dibawah 2⁰C akan terjadi pembekuan atau terjadinya *chilling injury* (Nonnecke, 1989) sedangkan penyimpanan umbi pada suhu tinggi (18⁰C – 25⁰C) dapat mempercepat pertunasan.

Suhu penyimpanan dapat mempengaruhi lama masa umur umbi. Umbi akan memiliki masa umur simpan yang lebih panjang jika disimpan pada suhu 4⁰C dari pada disimpan dengan suhu 25⁰C (Jufri, 2011). Penurunan suhu dapat menurunkan laju respirasi, laju transpirasi maupun proses oksidasi kimia sehingga pendinginan dianggap merupakan cara ekonomis untuk penyimpanan jangka panjang bagi buah-buahan dan sayuran serta umbi-umbian.

Ubi jalar merupakan komoditi yang mudah rusak (*perishable*) karena banyak mengandung air (berkisar antara 75 – 80 %), seperti halnya buah dan sayuran. Kerusakan umum yang terjadi adalah memar, terpotong, adanya tusukan - tusukan, bagian yang pecah, dan lecet serta kerusakan yang dihasilkan oleh respirasi dan transpirasi. Kerusakan dapat pula dikarenakan stress metabolat (seperti getah), atau terjadinya perubahan warna coklat dari jaringan

rusak atau induksi gas etilen yang dapat memacu proses kemunduran mutu produk. Kerusakan fisik memacu kerusakan fisiologis maupun patologis atau serangan mikroorganisme pembusuk.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Fakultas Pertanian, Universitas Katolik Widya Karya Malang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2014.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ubi jalar ungu varietas *Ayamurasaki* yang diperoleh dari Balitkabi Jalan Raya Kendalpayak. Bahan yang digunakan untuk analisis adalah etanol 96%, HCL, aquadest, aluminum-foil, kertas saring dan *diphenyl picril hidrazyl* (DPPH).

Alat yang digunakan untuk proses ekstraksi adalah pisau, telenan, kulkas, timbangan merk Merrles AJ 100, pipet volume, termometer merk freese albrt, gelas ukur, pH meter, blender, *beaker glass*, dan sentrifuse merk Nedtex co. Alat yang digunakan untuk analisis adalah tabung reaksi, spektrofotometer merk Hitachi U_1100.

Rancangan penelitian yang digunakan dalam percobaan ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) karena proses analisis tiap ulangan dapat dilakukan dalam waktu yang bersamaan atau bersifat homogen. Rancangan Acak Lengkap disusun secara 1 faktor dengan perlakuan lama penyimpanan pada suhu (4⁰C) terdiri dari 4 (empat) level. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 (tiga) kali. Faktor tersebut adalah sebagai berikut:

P1: Penyimpanan selama 0 hari (kurang dari 24 jam)

P2: Penyimpanan selama 5 hari.

P3: Penyimpanan selama 10 hari.

P4: Penyimpanan selama 15 hari.

Tabel 1. Nilai-Nilai Pengamatan Untuk $P_1 = P_2 = \dots = P_s =$

Penyimpanan (P)	Ulangan					Total
Penyimpanan	1	2	3	j	n	Total
P ₁	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P _{1j}	P _{1n}	S _{1j=1.}
P ₂	P ₂₁	P ₂₂	P ₂₃	P _{2j}	P _{2n}	S _{2j= S2.}
P ₃	P ₃₁	P ₃₂	P ₃₃	P _{3j}	P _{3n}	S _{3j= S3.}
P ₄	P ₄₁	P ₄₂	P ₄₃	P _{4j}	P _{4n}	S _{4j= S4.}
Total				..	n	= S...

Sumber : Yitnosumarto, 1991

Keterangan :

P = Penyimpanan

n = Ulangan

Adapun proses penyimpanan suhu (4⁰C) ubi jalar ungu *Ayamurasaki* adalah sebagai berikut (Anonymous, 2010) :

A. Persiapan bahan dan sortasi

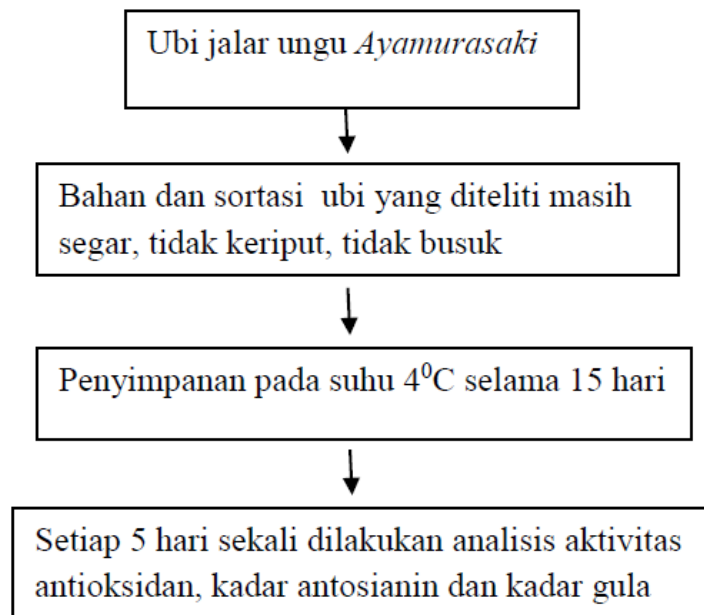
Sortasi dilakukan berdasarkan pada bentuk kesegaran buah, tidak keriput, tidak busuk, tidak terdapat hama pada ubi jalar atau jamur, ubi yang akan diteliti 1 hari setelah panen, ubi jalar berwarna ungu segar dan umur panen 4 bulan setelah tanam. Ubi jalar diperoleh dari Balitkabi jalan raya Kendalpayak. Berat ubi jalar yang digunakan setiap perlakuan (P) dari masing – masing ulangan mempunyai berat yang sama

yaitu P1 (60 gr), P2 (75 gr), P3 (80 gr) dan P4 (100 gr).

B. Penyimpanan

Penyimpanan ubi jalar ungu *Ayamurasaki* dilakukan pada penyimpanan suhu 4⁰C yaitu:

1. Penyimpanan pada suhu 4⁰C hari pertama
2. Penyimpanan pada suhu 4⁰C hari kelima
3. Penyimpanan pada suhu 4⁰C hari kesepuluh
4. Penyimpanan pada suhu 4⁰C hari kelima belas



Gambar 1. Diagram alir penyimpanan suhu 4°C (Anonymous, 2010).

Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan dapat dilakukan dengan tahap – tahap sebagai berikut:

1. Ekstraksi

Ubi jalar ungu *Ayamurasaki* diekstraksi dengan cara ubi jalar ditimbang sebanyak 50 gram dan ditambahkan 100 ml etanol 96%. Ubi ungu kemudian diblender selama 10 menit dan didiamkan selama 1 jam selanjutnya disaring menggunakan kertas saring kemudian disentrifuse dengan putaran 5.500 rpm selama 20 menit.

2. Filtrat

Filtrat yang dihasilkan dari proses sentrifuse selanjutnya akan dianalisa

3. Analisis

Analisis aktivitas antioksidan dilakukan dengan cara:

a. Filtrat diambil sebanyak 4 ml

b. Tambahkan larutan DPPH sebanyak 1 ml dengan konsentrasi 0,2 Mm Ubi jalar ungu *Ayamurasaki* Penyimpanan pada suhu 4°C selama 15 hari Bahan dan sortasi ubi yang diteliti masih segar, tidak keriput, tidak busuk Setiap 5 hari sekali dilakukan analisis aktivitas antioksidan, kadar antosianin dan kadar gula

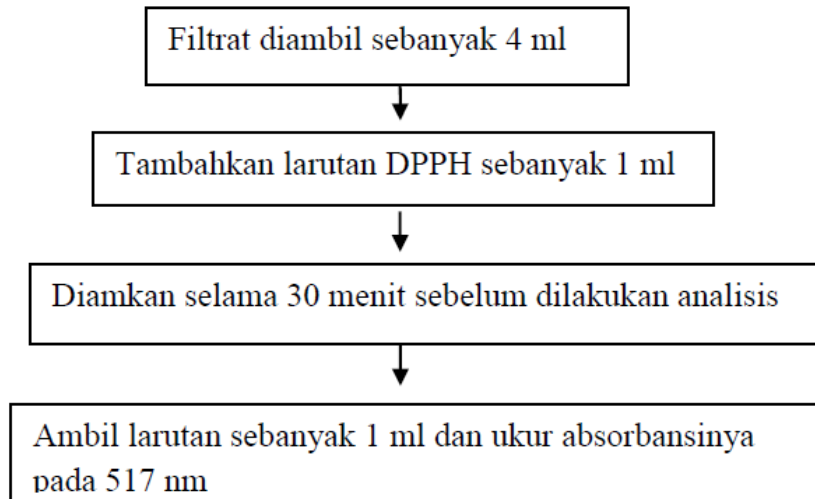
c. Diamkan selama 30 menit sebelum dilakukan analisis

d. Ambil larutan sebanyak 1 ml dan ukur absorbansinya pada 517 nm

e. Efek penangkapan DPPH (%) = $[(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$

A_0 = absorbansi dari control atau tanpa penambahan ekstrak

A_1 = absorbansi dari sampel



Gambar 2. Diagram Alir Analisis Antioksidan Menggunakan DPPH (Alfonsus, 2010).

Total Antosianin

Analisis kadar antosianin menggunakan metode cepat Kuantifikasi (Abdel, 1999) dengan tahap – tahap sebagai berikut:

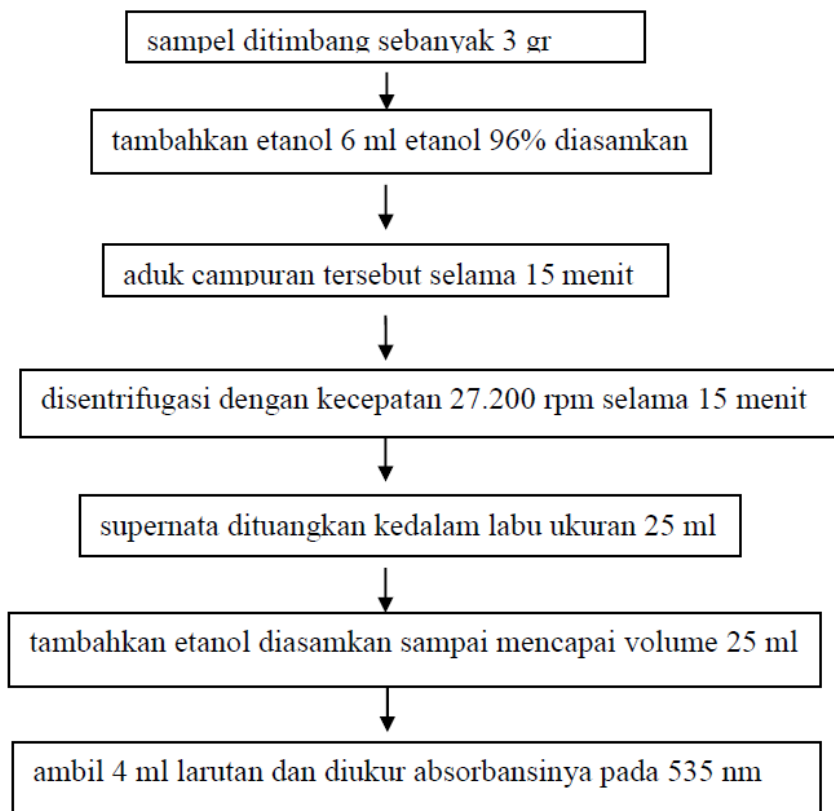
1. Menimbang sampel (ubi jalar ungu *Ayamurasaki*) sebanyak 3 gr yang sudah diblender.
2. Menambahkan etanol 6 ml etanol 96% diasamkan (etanol 96% : HCL 1,0N = 35 : 15)
3. Aduk campuran tersebut selama 15 menit Filtrat diambil sebanyak 4 ml Tambahkan larutan DPPH sebanyak 1

ml Diamkan selama 30 menit sebelum dilakukan analisis Ambil larutan sebanyak 1 ml dan ukur absorbansinya pada 517 nm

4. Setelah tercampur rata, campuran tersebut disentrifugasi dengan kecepatan 27.200 rpm selama 15 menit, supernatan dituangkan ke dalam labu ukur 25 ml

5. Selanjutnya tambahkan etanol yang sudah diasamkan sampai mencapai volume 25 ml

6. Ambil 4 ml larutan dan diukur absorbansinya pada 535 nm.



Gambar 3. Diagram Alir Analisis Kadar Antosianin Menggunakan Metode Cepat Kuantifikasi (Abdel, 1999).

Perhitungan analisis kandungan antosianin dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = (A/e) \times (\text{vol}/1,000) \times MW \times (1/\text{sample wt}) \times 106$$

Keterangan:

C = konsentrasi total antosianin (mg/ kg)

A = ml absorbansi

e = absorptivitas molar (*cyanidin 3-glucoside* = 25,965 cm⁻¹ M⁻¹)

Vol = total volume ekstrak antosianin

MW = berat molekul *cyanidin 3-glukosida* (449).

Di bawah kondisi pengujian, rumus persamaan dapat disederhanakan:

$$C = (A/25,965) \times (\text{vol}/1,000) \times 449 \times (1/3) \times 106$$

atau

$$C = A \times 288.21 \text{ mg/kg}$$

Kadar Gula

Kadar gula dapat dilakukan dengan beberapa tahap sebagai berikut:

- Kupas kulit ubi jalar ungu *Ayamurasaki* dari isinya
- Diparut untuk memudahkan penyaringan dengan kertas saring
- Setelah diparut tempatkan beberapa tetes dari cairan yang telah disaring tadi pada prisma refraktometer
- Kemudian lakukan pembacaan kadar gula yang dinyatakan dengan presentase (⁰ Brix)

Analisis Data

Data yang telah diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam Anova (*Analisis of varian*). Untuk mengetahui pengaruh perlakuan dilakukan uji F dengan menggunakan F Tabel 5% dan 1%, dengan simpulan:

1. Jika F hitung > dari F Tabel 5% dan 1% maka hasilnya adalah berbeda sangat nyata (**)
2. Jika F hitung > dari F Tabel 5% tetapi < F Tabel 1% maka hasilnya berbeda nyata (*)

3. Jika F hitung < dari F Tabel 5% dan 1% maka hasilnya adalah tidak berbeda nyata (-).

Tabel 2. Analisis Ragam Untuk RAL

SK	db	JK	KT	F hitung	
				0,05	0,01
Perlakuan	$(p-1)$	$\sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^{ni} Y_{ij}^2 - FK = JK_p$	$KT_p = JK_p / db_p$		
Galat	$\sum_{i=1}^P (n_i - 1)$	$JK_G = JK_T - JK_p$	$KT_G = JK_G / db_G$		
Total	$\sum_{i=1}^P n_i - 1$	$\sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^{ni} Y_{ij}^2 - FK = JK_T$	$FK = \frac{(\sum_i \sum_j Y_{ij})^2}{\sum_i n - 1}$		

Sumber: Suntoyo, 1991

Keterangan:

SK = Sumber keragaman
 db = Derajat bebas
 JK = Jumlah kuadrat
 P = Perlakuan
 KT = Kuadrat tengah
 n = Ulangan
 FK = $P \cdot n \cdot (\sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^{ni} Y_{ij})^2 / pn$

$$JK \text{ total} = P \cdot n \cdot \sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^{ni} Y_{ij}^2 - FK$$

$$JK \text{ perl} = P \cdot n \cdot \sum_{i=1}^P (\sum_{j=1}^{ni} Y_{ij})^2 / n - FK$$

$$JK \text{ galat percob} = JK \text{ total} - JK \text{ perlakuan}$$

$$KT_{perl} = JK_{perl} / db_{perl}$$

$$KT_{galat \text{ percob}} = JK_{G,percob} / db_{G,percob}$$

$$F_{hit} = KT_{perl} / KT_{G,percob}$$

Kriteria Uji:

Jika $F_{0,05} < F_{hitung} < F_{0,01}$, maka terima H1 pada taraf nyata 5%

$F_{hitung} > F_{0,01}$, maka terima H1 pada taraf nyata 1%

$F_{hitung} < F_{0,05}$ dan $F_{0,01}$, maka terima H0

Hipotesis statistik yang di diajukan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

Ho: Tidak ada pengaruh penyimpanan ubi jalar *Ayamurasaki* ungu terhadap kandungan antioksidan.

H1: Paling sedikit ada satu pengaruh penyimpanan ubi jalar ungu *Ayamurasaki* terhadap kandungan antioksidan.

Untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan digunakan uji:

Uji Nyata Terkecil, ini menggunakan Beda Nyata Terkecil (BNT) sebagai nilai untuk menentukan apakah selisih 2 perlakuan berpengaruh nyata atau tidak. Perbedaan Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan Beda Nyata Jujur (BNJ) terletak pada nilai kritis sebaran yang digunakan, bukan titik kritis sebaran t tetapi titik kritis dari *studentized range* untuk p buah nilai-tengah/ perlakuan. Titik kritis ini disebut q di mana nilainya tergantung pada banyaknya perlakuan p , derajat $v =$ derajat bebas galat percobaan dan taraf nyata = 5%. Rumus BNT dapat dilihat sebagai berikut: $BNT = \text{tabel } t (\alpha/2, dba) \sqrt{2 KT A/r}$

Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan merupakan kemampuan senyawa antioksidan dalam menghalangi radikal bebas yang dinyatakan dalam persentase (%). Analisis aktivitas antioksidan pada penelitian ini menggunakan metode DPPH (2,2,- *difenill-pikrilhidrazil*). DPPH adalah radikal bebas stabil berwarna ungu yang digunakan untuk pengujian kemampuan penangkapan radikal bebas dari beberapa komponen alam seperti antosianin. Berdasarkan hasil analisis ragam aktivitas antioksidan, menunjukkan bahwa lama penyimpanan ubi jalar ungu *Ayamurasaki* pada suhu 4°C terhadap aktivitas antioksidan berbeda sangat nyata dilihat dari (F hitung > F tabel 1 %).

Tabel 3. Rerata Aktivitas Antioksidan (%) Ubi Jalar Ungu *Ayamurasaki* dari masing-masing Perlakuan

Penyimpanan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
Hari ke 0	61,601	57,11	59,682	178,397	59,466a
Hari ke 5	65,561	69,12	69,632	204,313	68,104b
Hari ke 10	69,862	70,19	70,629	210,682	70,227bc
Hari ke 15	73,212	74,91	74,664	222,791	74,264c

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji BNT 1% = 4, 5383

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3 menunjukkan bahwa rerata aktivitas antioksidan yang tertinggi 74,264% pada penyimpanan hari ke 15 (P4). Aktivitas antioksidan yang terendah diperoleh pada hari ke 0 (P1) sebesar 59,466%. Aktivitas antioksidan terus meningkat hal ini terjadi karena metode penyimpanan pada suhu 4°C dapat mempengaruhi aktivitas antioksidan selama penyimpanan sehingga akan mempengaruhi reaksi metabolisme senyawa yang lainnya. Aktivitas

antioksidan ini akan meningkat apabila jumlah radikal bebas yang terdapat dalam ubi jalar ungu *Ayamurasaki* meningkat karena antioksidan dalam hal ini antosianin akan menangkap radikal bebas yang dapat menyebabkan kerusakan jaringan.

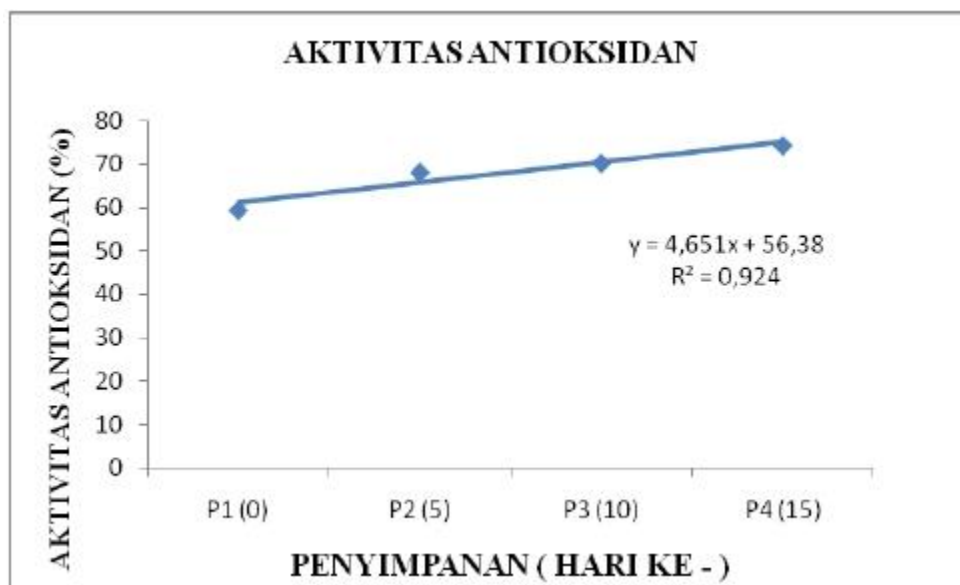
Selama penyimpanan 15 hari, aktivitas antioksidan terus mengalami peningkatan. Hal ini terjadi karena kadar antosianin yang meningkat selama penyimpanan 15 hari pada suhu 4°C. Menurut Haryati (2010) menyatakan

bahwa aktivitas enzim antara dua perlakuan suhu juga memberikan perbedaan. Enzim yang disimpan pada suhu 4°C lebih dapat mempertahankan aktivitasnya dibandingkan dengan enzim yang disimpan pada suhu ruang (27°C). Penyimpanan enzim pada suhu dingin lebih terjaga dari pada suhu ruang karena pertumbuhan mikroba kontaminan yang dapat merusak enzim terhambat. Suhu yang tinggi akan merusak struktur tiga dimensi enzim dan menurunkan aktivitas.

Senyawa fenolik sangat berhubungan dengan aktivitas antioksidan karena antioksidan terdapat dalam bagian yang mengandung senyawa fenol dan folifenol. Antioksidan akan meningkat apabila kadar senyawa fenol polifenol meningkat. Peningkatan senyawa fenolik ini berhubungan dengan peningkatan enzim *phenylalanine ammonia-lyase* (PAL) yang merupakan

salah satu enzim penting dalam sintesis senyawa fenolik (Malkeet, 2006).

Peningkatan aktivitas antioksidan yang tinggi berkaitan juga dengan kadar antosianin. Semakin tinggi kadar antosianin maka aktivitas antioksidan juga semakin tinggi. Pada Tabel 5 aktivitas antioksidan dinyatakan bahwa selama penyimpanan suhu 4°C dari hari ke 0 sampai pada hari ke 15 aktivitas antioksidannya terus mengalami peningkatan dari hari ke 0 yaitu 59,466% sampai pada hari ke 15 yaitu 74,264% begitu juga dengan hasil kadar antosianin terus mengalami peningkatan dari hari ke 0 sampai hari ke 15 untuk melihat hasil kadar antosianinnya dapat di lihat pada Lampiran 3. Grafik lama penyimpanan pada suhu 4°C terhadap aktivitas antioksidan ubi jalar ungu *Ayamurasaki* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Lama Penyimpanan Suhu 4°C (P1 – P4) Ubi Jalar Ungu *Ayamurasaki* terhadap Aktivitas Antioksidan.

Keterangan:

P1 = penyimpanan hari ke 0

P2 = penyimpanan hari ke 5

P3 = penyimpanan hari ke 10

P4 = penyimpanan hari ke 15

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa perlakuan lama penyimpanan pada suhu 4°C terhadap aktivitas antioksidan menunjukkan hubungan linier dengan persamaan $y = 4,651x + 56,38$ dari persamaan linear tersebut yang dapat diartikan apabila nilai konsentrasi antioksidan pada ubi jalar ungu *Ayamurasaki* yang masih segar tanpa perlakuan maka nilai absorbansi larutan standar antioksidan ubi jalar ungu *Ayamurasaki* sebesar 56,38% dan setiap penyimpanan selama 5 hari akan meningkatkan aktivitas antioksidan sebesar 4,651%. Nilai determinasi sebesar 0,924 atau 92,4% aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh lama penyimpanan sedangkan 7,6% aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh faktor-faktor lain.

Menurut Wanti (2008) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi aktivitas antioksidan seperti cahaya dan suhu. cahaya yang tidak terkena langsung pada ubi jalar dan suhu yang tidak berubah-ubah dari 4°C selama masa penyimpanan. Dari gambar tersebut dinyatakan bahwa semakin lama

penyimpanan suhu 4°C maka aktivitas antioksidannya semakin meningkat, peningkatan aktivitas antioksidan dapat dipengaruhi oleh kadar antosianin semakin tinggi kadar antosianin maka semakin tinggi juga aktivitas antioksidan yang disimpan suhu 4°C pada ubi jalar ungu *Ayamurasaki*.

Kadar Antosianin

Analisis kadar antosianin pada ubi jalar ungu *Ayamurasaki* dengan perlakuan lama penyimpanan menghasilkan rerata kadar antosianin yang berkisar antara 171,962 gr/kg sampai dengan 209,239 gr/kg. Berdasarkan hasil analisis ragam yang menunjukkan bahwa lama penyimpanan ubi jalar ungu *Ayamurasaki* pada suhu 4°C terhadap kadar antosianin ubi jalar ungu berpengaruh sangat nyata ($F_{hitung} > F_{tabel} 1\%$). Analisis sidik ragam kadar antosianin dapat dilihat pada Lampiran 3. Rerata kadar antosianin ubi jalar ungu *Ayamurasaki* pada perlakuan lama penyimpanan suhu 4°C terhadap kadar antosianin dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Kadar Antosianin (gr/kg) Ubi Jalar Ungu *Ayamurasaki* dari masing-masing Perlakuan

Penyimpanan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
Hari ke 0	171,338	172,05	172,491	515,886	171,962a
Hari ke 5	188,774	185,89	185,606	560,274	186,758b
Hari ke 10	190,794	192,52	195,982	579,299	193,100bc
Hari ke 15	208,086	209,38	210,248	627,717	209,239cd

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji BNT 1% = 4, 6591

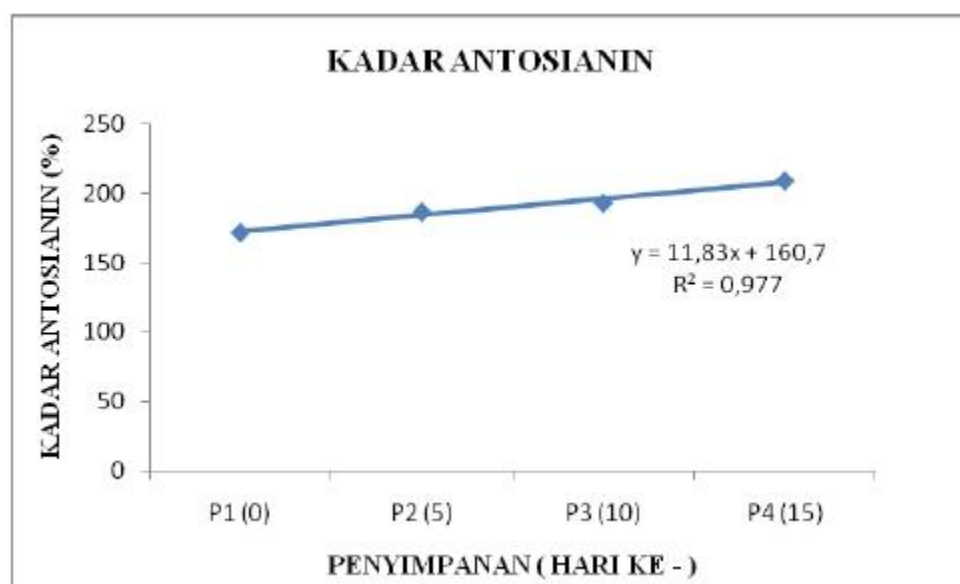
Hasil perhitungan kadar antosianin seperti yang terlihat pada Tabel 6, menunjukkan bahwa rerata kadar antosianin yang tertinggi 209,239 gr/kg pada penyimpanan hari ke 15 (P4). Kadar antosianin yang terendah

diperoleh pada hari ke 0 (P1) sebesar 171,962%. Menurut Lydia *et al.* (2001) Bahan yang disimpan pada suhu kamar dan dalam kondisi gelap menghasilkan penurunan ekstrak warna bila dibandingkan dengan ekstrak yang

disimpan pada suhu dingin (4⁰C). Mc Lellan *et al* (1979) juga telah meneliti penyimpanan antosianin pada suhu 4,6⁰C, 18,3⁰C, dan 37,2⁰C, bahwa yang paling baik adalah penyimpanan pada suhu 4,6⁰C. Perubahan intensitas warna disebabkan oleh reaksi kopigmentasi dan diduga ekstrak masih megandung enzim polifenolase (Lydia *et al*, 2001). Enzim polifenolase mengoksidasi senyawa fenolik menjadi o-benzoquinon yang kemudian dapat mengalami kondensasi dengan antosianin sehingga terdegradasi menjadi senyawa tidak berwarna (Andarwulan, 2012). Hal ini yang mengakibatkan terjadinya perubahan yang cukup besar pada penyimpanan dalam kondisi kamar sedangkan pada kondisi dingin dapat menghambat terjadinya reaksi kopigmentasi dan kerja enzim polifenolase sehingga dapat menghambat kerusakan pada peningkatan kadar antosianin (Endang, 2013).

Antosianin secara umum tersusun dari antosianidin dan molekul gula, peningkatan kadar antosianin dapat disebabkan dengan peningkatan

antosianidin dan gula, kebanyakan gugus gula adalah monosakarida seperti glukosa, galaktosa, ramnosa, xilosa dan arabinosa. Peningkatan jumlah total antosianin selama penyimpanan dapat di pengaruhi oleh kadar gula, semakin tinggi kadar gula pada ubi jalar ungu *Ayamurasaki* maka kadar antosianin pun akan semakin meningkat. Menurut Markakis (1982), molekul antosianin disusun dari sebuah aglikon (antosianidin) yang teresterifikasi dengan satu atau lebih gula (glikon). Menurut Timberlake dan Bridle (1980), gula yang menyusun antosianin terdiri dari monosakarida, disakarida dan trisakarida. Dengan adanya gugus gula yang meliputi monosakarida, disakarida dan trisakarida akan mempengaruhi stabilitas kadar antosianin. Apabila gugus gula lepas, maka antosianin menjadi tidak stabil karena kadar gula dan kadar antosianin saling berhubungan (Hidayah, 2013). Grafik lama penyimpanan pada suhu 4⁰C terhadap kadar antosianin ubi jalar ungu *Ayamurasaki* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Lama Penyimpanan Suhu 4⁰C (P1 – P4) Ubi Jalar Ungu *Ayamurasaki* terhadap Kadar Antosianin.

Keterangan:

P1 = penyimpanan hari ke 0

- P2 = penyimpanan hari ke 5
- P3 = penyimpanan hari ke 10
- P4 = penyimpanan hari ke 15

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa perlakuan lama penyimpanan pada suhu 4°C terhadap kadar antosianin menunjukkan hubungan linier dengan persamaan $y = 11,83x + 160,7$ dari persamaan linear tersebut yang dapat diartikan apabila nilai konsentrasi antosianin pada ubi jalar ungu *Ayamurasaki* yang masih segar tanpa perlakuan maka nilai absorbansi larutan standar antosianin ubi jalar ungu *Ayamurasaki* sebesar 160,7 gr/kg dan setiap penyimpanan selama 5 hari akan meningkatkan kadar antosianin sebesar 11,83 gr/kg nilai determinasi sebesar 0,977 atau 97,7% kadar antosianin dipengaruhi oleh lama penyimpanan sedangkan 2,3% kadar antosianin dipengaruhi oleh faktor-faktor lain. Permatasari (2012) menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kadar antosianin seperti oksigen dan enzim sangat mempengaruhi kadar antosianin.

Keluar masuknya oksigen pada bahan menyebabkan penurunan kadar antosianin dan enzim dapat mengakibatkan kadar antosianin

berkurang. Dari gambar tersebut dinyatakan bahwa semakin lama penyimpanan suhu 4°C maka kadar antosianin semakin meningkat, peningkatan kadar antosianin dapat dipengaruhi oleh kadar gula semakin tinggi kadar gula maka semakin tinggi juga kadar antosianin yang disimpan suhu 4°C pada ubi jalar ungu *Ayamurasaki*.

Kadar Gula

Gula adalah suatu karbohidrat sederhana yang menjadi sumber energi dan komoditi perdagangan utama. Gula paling banyak diperdagangkan dalam bentuk kristal sukrosa padat. Gula digunakan untuk mengubah rasa menjadi manis pada makanan atau minuman. Gula sederhana, seperti glukosa (yang diproduksi dari sukrosa dengan enzim atau hidrolisis asam), menyimpan energi yang akan digunakan oleh sel. Berdasarkan hasil analisis ragam kadar gula, menunjukkan bahwa lama penyimpanan ubi jalar ungu *Ayamurasaki* pada suhu dingin 4°C terhadap kadar gula berbeda sangat nyata dilihat dari ($F_{hitung} > F_{tabel} 1\%$).

Tabel 5. Rerata Kadar Gula (%) Ubi Jalar Ungu *Ayamurasaki* dari masing-masing Perlakuan

Penyimpanan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
Hari ke 0	10	10	10	30	10a
Hari ke 5	13	12	12	37	12,333b
Hari ke 10	15	15	15	45	15c
Hari ke 15	18	18	18	54	18d

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji BNT 1% = 0,7891

Hasil perhitungan kadar gula seperti yang terlihat pada Tabel 5, menunjukkan bahwa rerata kadar gula yang tertinggi 18% pada penyimpanan hari ke 15 (P4). Kadar gula yang

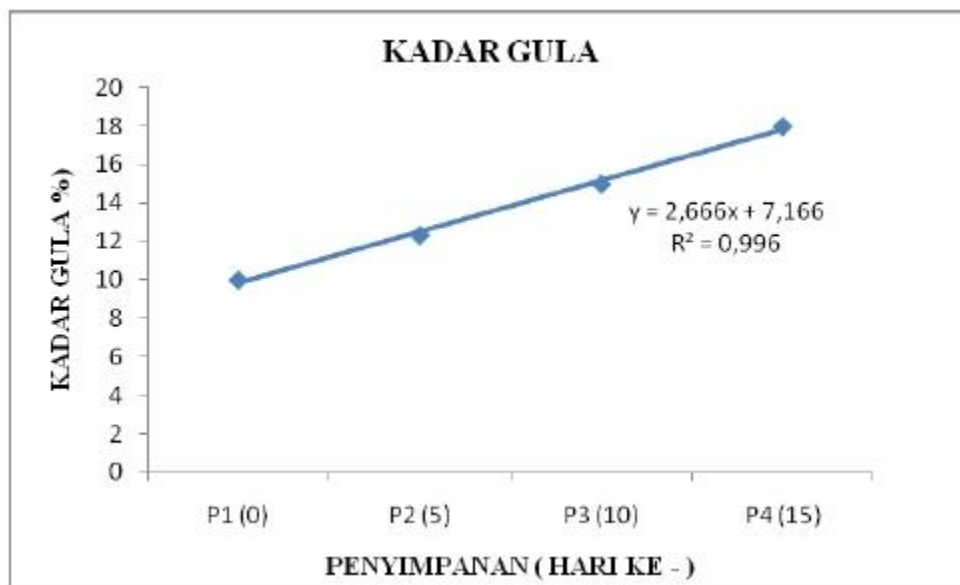
terendah diperoleh pada hari ke 0 (P1) sebesar 10%.

Perubahan nutrisi umbi selama dalam penyimpanan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan penyimpanannya

terutama temperatur. Penyimpanan umbi pada suhu ruang dapat mengalami penurunan kandungan pati yang lebih besar apabila dibandingkan dengan peningkatan kandungan gulanya, karena gula hasil perombakan dari pati secara stimular digunakan sebagai energi dalam proses respirasi. Ali dan Marpaung (1998) melaporkan bahwa umbi yang disimpan selama 5 hari penurunan kandungan patinya maksimal 0,98%, sedangkan peningkatan kandungan gulanya maksimal 0,36%. Sedangkan penyimpanan umbi pada suhu dingin dapat terjadi akumulasi kadar gula, karena laju respirasi dalam kondisi sangat lambat. Pantastico (1975) menyatakan bahwa umbi yang disimpan

pada suhu dingin hasil kadar gulanya tinggi dibandingkan umbi yang disimpan pada suhu ruang (Asandhi, 2004).

Selama dalam penyimpanan terjadi penurunan kadar pati pada ubi jalar, penurunan kadar pati pada ubi jalar selama penyimpanan terjadi antara lain karena aktivitas enzim alfa amilase yang mengubah bentuk pati menjadi gula. Meningkatnya kadar gula menunjukkan ada hubungannya dengan kenaikan aktivitas antioksidan dan kadar antosianin. Dengan bertambahnya kadar gula selama penyimpanan. Grafik lama penyimpanan pada suhu 4°C terhadap kadar gula ubi jalar ungu *Ayamurasaki* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hubungan Lama Penyimpanan Suhu 4°C (P1 – P4) Ubi Jalar Ungu *Ayamurasaki* terhadap Kadar Gula.

Keterangan:

- P1 = penyimpanan hari ke 0
- P2 = penyimpanan hari ke 5
- P3 = penyimpanan hari ke 10
- P4 = penyimpanan hari ke 15

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa perlakuan lama penyimpanan pada suhu 4°C terhadap kadar gula menunjukkan hubungan linier dengan

persamaan $y = 2,666x + 7,166$ dari persamaan linear tersebut yang dapat diartikan apabila nilai konsentrasi kadar gula pada ubi jalar ungu *Ayamurasaki* yang masih segar tanpa perlakuan maka nilai absorbansi larutan standar kadar gula ubi jalar ungu *Ayamurasaki* 7,166% dan setiap penyimpanan selama 5 hari akan meningkatkan kadar gula sebesar 2,666% Nilai detriminasi sebesar 0,996

atau 99,6% kadar gula dipengaruhi oleh lama penyimpanan sedangkan 0,4% kadar gula dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti suhu dan cahaya. Suhu dan cahaya yang tinggi dapat mempercepat kerusakan pada kadar gula karena sebagian besar kadar gula dijadikan energi makanan selama penyimpanan ubi jalar tersebut (Erwinda, 2014).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis ragam pengaruh lama penyimpanan suhu 4⁰C terhadap aktivitas antioksidan pada ubi jalar ungu *Ayamurasaki*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perlakuan lama penyimpanan pada suhu 4⁰C ubi jalar ungu *Ayamurasaki* berpengaruh meningkatkan aktivitas antioksidan. peningkatan aktivitas antioksidan dari penyimpanan hari ke - 0 (nul) sampai hari ke - 15 adalah sebesar 14,798%. Selain dipengaruhi oleh proses awal penyimpanan seperti cahaya dan suhu peningkatan aktivitas antioksidan juga dipengaruhi oleh antosianin, semakin tinggi kadar antosianin maka aktivitas antioksidan pada ubi ungu juga akan semakin tinggi.
2. Perlakuan lama penyimpanan pada suhu 4⁰C ubi jalar ungu *ayamurasaki* berpengaruh meningkatkan kadar antosianin. peningkatan kadar antosianin dari penyimpanan hari ke - 0. (nul) sampai hari ke - 15 adalah sebesar 37,277 gr/kg. Peningkatan kadar

antosianin dipengaruhi oleh peningkatan kadar gula karena gula salah satu pembentuk antosianin. Peningkatan produksi antosianin pada saat penyimpanan disebabkan oleh dihasilkan gula dari proses perombakan yang dibantu oleh rangsangan aktivitas enzim PAL (*Phenylalanine Ammonia Lyase*).

3. Perlakuan lama penyimpanan pada suhu 4⁰C ubi jalar ungu *ayamurasaki* berpengaruh meningkatkan kadar gula. peningkatan kadar gula dari penyimpanan hari ke - 0 (nul) sampai hari ke - 15 adalah sebesar 8%. Kadar gula yang meningkat disebabkan oleh proses perombakan senyawa kompleks menjadi lebih sederhana selama masa penyimpanan.

Saran

1. Dari hasil penelitian aktivitas antioksidan ubi jalar ungu *ipomea batatas var Ayamurasaki* pada penyimpanan suhu 4⁰C dapat disarankan Penelitian selanjutnya membahas senyawa aktif lainnya seperti polifenol, karoten, vitamin C, vitamin A, dan masih banyak senyawa lainnya.
2. Peneliti selanjutnya dapat disarankan untuk meneliti ubi jalar ungu *Ayamurasaki* disimpan pada suhu 4⁰C dalam waktu yang cukup lama lebih dari 15 hari sampai pada penurunan aktivitas antioksidan, kadar antosianin dan kadar gula serta senyawa lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel, Aal and P. Hucl. 1999. *A Rapid Method for Quantifying Total Anthocyanins in Blue Aleurone and Purple Pericarp Wheats*. Cereal Chem. 76(3):350–35.
- Agung, Luqman dan Yunianta. 2012. *Ekstraksi Antosianin Dari Limbah Kulit Ubi Jalar Ungu (Ipomoea Batatas L.) Metode Microwave Assisted Extraction (Kajian Waktu Ekstraksi Dan Rasio Bahan: Pelarut*. Alumni Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP – Universitas Brawijaya, Malang.
- Alfonsus, Ristayan Angga Perdhana. 2010. *Pengaruh Metode Dan Lama Penyimpanan Ubi Jalar Ungu Ayamurasaki (Ipomoea batatas var Ayamurasaki) Terhadap Kadar Antosianin*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Katolik Widya Karya Malang.
- Anonymous. 2010. *Penyimpanan Komoditi Hortikultura*. <http://fp.unram.ac.id/data/2011/02/BAB-6-Penyimpanan.pdf>. diakses pada tanggal 27 maret 2014.
- Ardiansyah. 2007. *Antioksidan dan Peranannya Bagi Kesehatan*. www.chapterislamic.space.wordpress.com/2007/01/24/antioksidan-danperanannyabagi-kesehatan/-32k. Diakses tanggal 14 Maret 2014.
- Asandhi, A Azis Dan Kusdiby. 2004. *Waktu Panen Dan Penyimpanan Pasca Panen Untuk Mempertahankan Mutu Umbi Kentang Olahan*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Endang. 2013. *Ekstraksi Dan Uji Kestabilan Warna Pigmen Antosianin Dari Bunga Telang (Clitoria Ternatea L.) Sebagai Bahan Pewarna Makanan*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Endang, Saptianingsih. 2011. *Karakteristik Dan Potensi Antioksidan Ketan Hitam Sebagai Bahan Baku Fermentasi Minuman Beralkohol*. Program Studi Teknik Boga Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Erwinda, Dwi Maya dan Susanto Hadi Wahono. 2014. *Pengaruh Ph Nira Tebu (Saccharum Officinarum) Dan Konsentrasi Penambahan Kapur Terhadap Kualitas Gula Merah*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang.
- Fitrah, Pratiwi Jaya Evie. 2013. *Pemanfaatan Antioksidan Dan Betakaroten Ubi Jalar Ungu Pada Pembuatan Minuman Non-Beralkohol*. Media Gizi Masyarakat Indonesia, Vol.2, No.2, Februari 2013 :54-57.
- Haryati, T. 2010. *Preservasi Xilanase Bacillus Pumilus Pu4-2 Dengan Teknik Imobilisasi Pada Pollard Dan Penambahan Kation*. Balai Penellitian Ternak. Fmipa Institut Pertanian Bogor.

- Hidayah, Tri. 2013. *Uji Stabilitas Pigmen Dan Antioksidan Hasil Ekstraksi Zat Warna Alami Dari Kulit Buah Naga (Hylocereus Undatus)*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Jufri, Farida Afifah. 2011. *Penanganan Penyimpanan Kentang Bibit (Solanum Tuberosum L.) Di Hikmah Farm, Pangalengan, Bandung, Jawa Barat*. Departemen Agronomi Dan Hortikultura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Koswara, Sutrisno. 2009. *Pengolahan Pangan Dengan Suhu Rendah*. Ebookpangan.Com.
- Malkeet, Singh Padda. 2006. *Effect Of Low Temperture Storage On Phenolic Composition And Antioxidant Activity Of Sweet Potatoes*. Punjab Agricultura University.
- Nonnecke, I.L. 1989. *Vegetable Production*. New York: Van Nostrand Reinhold
- Onggo, Tino Mutiarawati. 2006. *Perubahan Komposisi Pati Dan Gula Dua Jenis Ubi Jalar Nikrum "Cilembu" Selama Penyimpanan*. www.bionatura.unpad.ac.id. Diakses Pada Tanggal 23 Maret 2014.
- Permatasari, Oktavina. 2012. *Antosianin Kulit Terong*. <http://tataoktavinaa.blogspot.com/>. Diakses pada tanggal 19 Maret 2014.
- Sahat, S. dan Sulaeman, H., 1989. *Pengujian Varietas Kentang Di Dataran Medium*. Bull.Penel.Hort., vol. 18, no.1, Hlm. 23-34
- Sukartini, dan M. Jawal Anwarudin Syah. 2009. *Potensi Kandungan Antosianin pada Daun Muda Tanaman Mangga sebagai Kriteria Seleksi Dini Zuriat Mangga*. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Solok.
- Suntoyo, Yitnosumarto. 1991. *Percobaan Perancangan, Analisis, Dan Interpretasinya*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wanti, Surtika. 2008. *Pengaruh Berbagai Jenis Beras Terhadap Aktivitas Antioksidan Pada Angkak Oleh Monascus Purpureus*. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.

