

Karakterisasi Bahan Anti *Browning* dari Ekstrak Air Buah Jambu Batu (*Psidium guajava* Linn) pada Buah Apel Malang (*Malus sylvestris* (L.) Mill)

Anti-Browning Material Characterization of The Water Extract of Guava Fruit (*Psidium guajava* Linn) in Malang Apples (*Malus sylvestris* (L.) Mill)

Oktarina Husaini*, Zulkifli, Martha L. Lande, dan E.Nurcahyani

Jurusan Biologi - FMIPA Universitas Lampung - Bandar Lampung
Jl. Prof. Dr Sumantribrojonegoro No.1. Bandar Lampung,35145
Email : Oktarinahusaini23@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this study was to prove that the water extract of guava pulp can hinder the process of browning in apples Malang. The research was conducted in October - November 2016 in the Laboratory of Plant Physiology, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Lampung. This study uses a completely randomized design (CRD) with 6 degree of concentration of water extract of the fruit flesh guava: control (Citric acid 2% w/v), 0% v/v, 25% v/v, 50% v/v, 75 % v/v, 100% v/v. Browning index is determined based on the absorbance of the extract of apple Malang at a wavelength of 420 nm. Total soluble carbohydrate content was determined by the phenol-sulfuric method, while estimating dehydrogenase enzyme activity by methylene blue method. Levene's test for homogeneity, analysis of variance and LSD test was carried out at 5% significance level. Water extract of guava fruit has the same effectiveness with citric acid 2% w/v in inhibiting browning apples Malang. Similarly, the water extract of guava fruit as well as citric acid 2% w/v has the same effect on total soluble carbohydrate content and the activity of the enzyme dehydrogenase. Water extract of guava fruit has the same effectiveness with citric acid 2% w/v except for 100% concentration on reducing sugar level. The final conclusion is that the water extract of guava fruit has the different characteristics as citric acid 2% w/v in inhibiting browning in apples Malang.

Keywords: water extract of guava fruit, browning index, total soluble carbohydrate content, dehydrogenase enzyme activity.

Diterima : 21 Desember 2016, Disetujui : 18 Juli 2017

PENDAHULUAN

Apel (*Malus sylvestris* (L.) Mill) adalah tanaman yang berasal dari daerah Asia Barat. Tanaman ini hidup pada daerah beriklim subtropis dengan temperatur atau kondisi udara yang dingin. Di Indonesia apel mulai dibudidayakan sejak tahun 1934 hingga saat ini. Salah satu wilayah di Indonesia yaitu kota malang yang menghasilkan banyak buah apel. Kota Malang memiliki iklim yang sangat cocok untuk penanaman dan pembudidaya buah apel. Buah Apel merupakan buah yang tergolong populer di seluruh dunia karena mempunyai rasa yang sangat menyegarkan. Buah apel memiliki nilai penting dalam segi ekonomi dan mempunyai kandungan gizi yang baik untuk kesehatan (Soelarso, 1997).

Permasalahan yang sering terjadi selama penyimpanan buah apel pada jangka waktu yang lama yaitu daging buah apel akan berubah menjadi warna kecoklatan (*Browning*). Hal ini dapat menyebabkan kerugian ekonomi. Daging buah apel mengalami perubahan warna menjadi coklat melalui oksidasi enzimatis senyawa fenolik primer selama masa penyimpanan tersebut. Perubahan warna pada buah apel ini dapat terjadi karena ketidakseimbangan antara proses oksidatif dan reduktif metabolisme dalam buah yang menyebabkan oksigen menjadi reaktif. Hal ini dapat menyebabkan hilangnya tekstur dan rasa pada buah yang mengalami *browning* (Christin et al, 2007).

Pencoklatan (*Browning*) merupakan perubahan kecoklatan pada buah yang terjadi akibat proses enzimatis oleh polifenol oksidasi. Secara umum perubahan *browning* sering terjadi pada buah-buahan seperti pisang, pear, salak, pala, dan apel. Perubahan *browning* ini terbagi menjadi dua yaitu secara enzimatis dan secara non enzimatis. Sayur dan buah dapat mengalami *browning* jika terkelupas atau dipotong. *Browning* ini merupakan proses pembentukan pigmen berwarna kuning yang akan segera berubah menjadi coklat gelap (Rachmawan, 2001).

Pencegahan *browning* telah banyak dilakukan dengan menggunakan penambahan bahan-bahan kimia sintetis seperti bisulfid, asam sitrat, asam askorbat, asam benzoat dan kalsium klorida sebagai senyawa anti *browning* pada berbagai jenis buah-buahan dan sayur-sayuran. Namun, penggunaan bahan kimia sintetis sebagai anti *browning* telah dilarang karena dapat menyebabkan asma dan efek samping bagi kesehatan pada konsumen. Penggunaan bahan – bahan alami lebih efektif dalam mencegah *browning* pada buah-buahan dan sayur-sayuran dibanding bahan kimia sintetis (Sappers and Miller, 1992).

Berdasarkan penelitian Thipnate dan Sukhonthara (2015) buah jambu batu mempunyai nilai polifenol dan kapasitas antioksidan yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan alami pencegah *browning* pada buah apel. Buah jambu batu juga mengandung metabolit sekunder yang merupakan inhibitor dari enzim Polifenol Oksidase (PPO) penyebab *browning* pada buah-buahan.

Dalam makalah ini peneliti melaporkan pengaruh ekstrak air buah jambu batu (*Psidium guajava* Linn.) terhadap indeks *browning*, kandungan karbohidrat terlarut total, aktivitas enzim dehidrogenase dan level gula pereduksi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung pada bulan Oktober - November 2016. Rancangan percobaan yang digunakan menggunakan Rancangan acak lengkap (RAL) dengan ekstrak buah jambu batu sebagai faktor utama yang terdiri dari 6 taraf konsentrasi : K₀ sebagai kontrol (air) 0% v/v, K₁ (asam sitrat 2% b/v), K₂ 25% v/v, K₃ 50% v/v, K₄ 75% v/v, dan K₅ 100% v/v setiap perlakuan diulang 5 kali sehingga jumlah satuan percobaan seluruhnya 30 potongan buah apel. Variabel dalam penelitian ini adalah indeks *browning*, kandungan karbohidrat terlarut total, level gula pereduksi, dan aktivitas enzim dehidrogenase. Sedangkan parameter kuantitatif dalam penelitian ini adalah indeks *browning*, kandungan karbohidrat terlarut total, dan aktivitas enzim dehidrogenase sedangkan parameter kualitatif adalah gula pereduksi.

Langkah pertama adalah pembuatan ekstrak daging buah jambu batu dibuat berdasarkan penelitian Thipnate dan Sukhonthara (2015) 25% ekstrak daging buah jambu batu setara dengan 0,24 g basah daging buah jambu batu dalam 1 ml aquades. Untuk merendam 5 potongan buah apel Malang dibutuhkan 500 ml ekstrak buah jambu batu.

Langkah kedua adalah pemberian perlakuan 500 ml ekstrak air buah jambu batu dengan konsentrasi masing masing 0% v/v (air), 25% v/v, 50% v/v, 75% v/v, dan 100% v/v dan 500 ml asam sitrat 2% b/v disiapkan dalam beaker gelas. 5 potongan buah apel yang dipilih secara acak dimasukkan ke dalam masing

masing beaker gelas dan dibiarkan selama 15 menit. Selanjutnya potongan buah apel tersebut ditaruh dicawan petri yang telah diberi label perlakuan dan ulangan kemudian inkubasi selama 72 jam.

Langkah ketiga adalah pengamatan parameter indeks *browning* menurut Jeong *et al.*, (2008). 1 gram daging buah apel digerus sampai halus dalam mortar dan ditambahkan 10 ml *aquadest*. Ekstrak disaring kedalam erlenmayer dengan kertas saring Whatman no.1. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 420 nm. Pengamatan kandungan karbohidrat terlarut total ditentukan berdasarkan metode fenol sulfur dengan cara menimbang 100 mg daging buah apel digerus sampai halus dalam mortar dan diekstrak dengan 100 ml *aquadest*. Ekstrak disaring kedalam erlenmayer dengan kertas saring Whatman no.1. 2 ml ekstrak dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 ml larutan H₂SO₄ pekat dan 1 ml larutan fenol. Ekstrak dibiarkan beberapa saat sampai berwarna cokelat kemerahan menunjukkan karbohidrat terlarut. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer UV dengan panjang gelombang 490 nm.

Kandungan karbohidrat ditentukan berdasarkan kurva standar glukosa dan dinyatakan dalam satuan mg/jaringan. Pengamatan gula pereduksi dideteksi dengan uji *benedict*. Daging buah apel sebanyak 1 gram ditimbang. Daging buah apel ditumbuk halus dalam mortar dan ditambahkan 5 ml *aquadest*. Ekstrak disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman no.1 kedalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan 3 ml *benedict* dan dipanaskan selama 10 menit. Endapan warna merah bata yang terbentuk menunjukkan adanya gula pereduksi.

Pengamatan aktifitas enzim dehidrogenase diukur berdasarkan metilen blue (Witham *et al.*,1986). Daging buah apel dipotong berukuran 1x1x1 cm dan ditimbang sebanyak 1 gram kemudian ditaruh ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan methylen blue 0,025% lalu ditutup rapat dengan plastik dan diikat menggunakan karet gelang, diinkubasi selama 24 jam. Perubahan warna ditentukan berdasarkan transmisi larutan pada panjang gelombang 600 nm. Sebagai kontrol, daging buah apel yang telah dinonaktifkan enzim dehidrogenasanya dengan cara perendaman dalam air panas selama 20 menit. Aktifitas enzim dehidrogenase ditunjukkan oleh transmisi larutan methylen blue. Semakin besar transmisi dan semakin bening larutan, maka semakin tinggi aktifitas enzim dehidrogenase.

Langkah keempat adalah homogenitas ragam ditentukan berdasarkan uji Levene pada taraf nyata 5 %. Data indeks *browning*, Kandungan karbohidrat terlarut total, aktivitas enzim dehidrogenase dianalisis ragam pada taraf nyata 5% dan dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

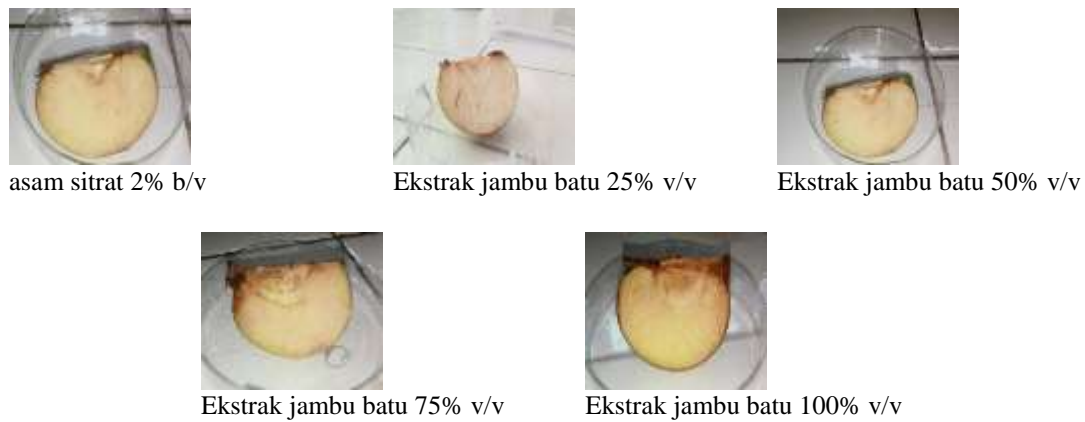
Warna Permukaan Daging Buah. Perbedaan warna permukaan daging buah apel Malang yang direndam dalam air dan asam sitrat 2 % b/v ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Warna permukaan daging buah apel Malang setelah 72 jam dalam air dan asam sitrat 2% b/v.

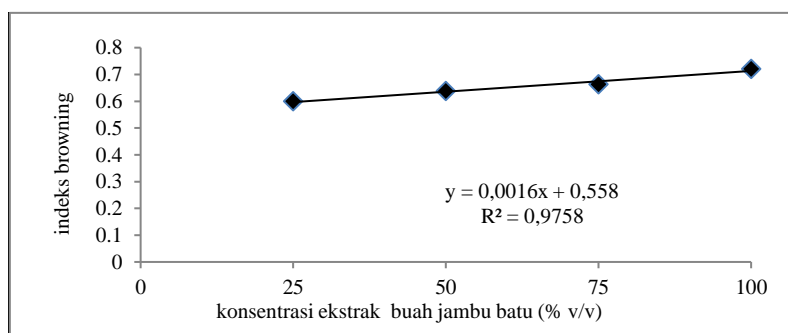
Dari hasil pengamatan terlihat bahwa permukaan daging buah apel Malang yang direndam air berwarna coklat sedangkan buah apel Malang yang direndam asam sitrat 2% b/v relatif masih berwarna putih. Hal ini menunjukkan bahwa pada buah apel yang direndam air terjadi *browning* sedangkan yang direndam asam sitrat 2% b/v tidak terjadi *browning*.

Perbedaan warna permukaan daging buah apel malang yang direndam dalam asam sitrat dengan buah apel malang yang direndam dengan ekstrak daging buah jambu batu ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Warna permukaan daging buah apel malang setelah 72 jam dalam asam sitrat 2% b/v dan ekstrak air buah jambu batu.

Indeks Browning. Hasil uji t pada taraf nyata 5% menunjukkan bahwa indeks *browning* buah apel malang yang direndam dalam asam sitrat 2% b/v ($0,667 \pm 0,006$) berbeda nyata dari indeks *browning* buah apel malang yang direndam dalam air ($0,792 \pm 0,004$). Indeks *browning* buah apel malang yang direndam dengan asam sitrat 2% b/v lebih rendah dibandingkan dengan indeks *browning* buah apel malang yang direndam dengan air. Hubungan konsentrasi ekstrak air buah jambu batu dengan indeks *browning* buah apel malang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva hubungan antara konsentrasi ekstrak buah jambu batu dengan indeks *Browning* buah apel malang

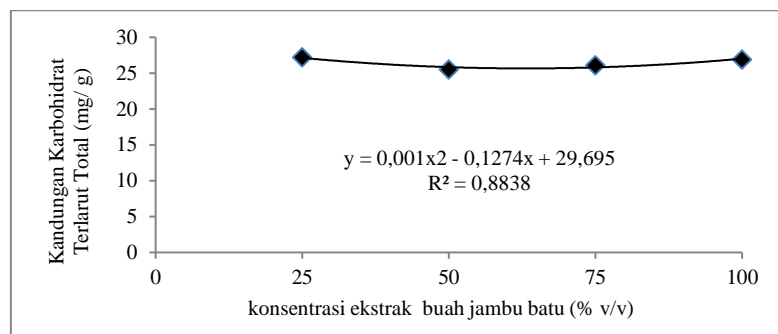
Dari kurva terlihat bahwa hubungan antara konsentrasi ekstrak air buah jambu batu dengan indeks *browning* buah apel malang adalah Linier positif dengan persamaan $y = 0,0016x + 0,558$ dan $R^2 = 0,9758$. Koefisien korelasi indeks *browning* adalah sebesar 0,98. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi ekstrak air buah jambu batu sangat kuat dengan indeks *browning* buah apel malang.

Perendaman daging buah apel malang dalam ekstrak buah jambu batu selama 15 menit pada konsentrasi 25% v/v, 50% v/v, dan 75% v/v menurunkan indeks *browning* buah apel malang dibandingkan perendaman daging buah apel malang dalam larutan asam sitrat 2% b/v. Namun pada perendaman daging buah apel malang dalam ekstrak air buah jambu batu dengan konsentrasi 100% v/v menunjukkan sedikit *browning*.

Besarnya penurunannya indeks *browning* pada buah apel malang sangat bergantung pada konsentrasi ekstrak air buah jambu batu yang digunakan, namun konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan

browning pada buah apel malang. Oleh sebab itu perendaman ekstrak air buah jambu batu pada konsentrasi 25% v/v, 50% v/v, dan 75% v/v menurunkan pH jaringan sehingga menonaktifkan enzim polifenol oksidase (PPO) sedangkan perendaman ekstrak air buah jambu batu pada konsentrasi 100% v/v sedikit menurunkan pH jaringan karena pada konsentrasi 100% v/v buah apel malang mengalami sedikit *browning*.

Kandungan Karbohidrat Terlarut Total. Hasil uji t pada taraf nyata 5% (Lampiran 2) menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat terlarut total buah apel malang yang direndam dalam asam sitrat ($27,130 \pm 1,438$) berbeda nyata dibanding buah apel malang yang direndam dalam air ($28,318 \pm 5,255$). Kandungan karbohidrat terlarut total buah apel malang yang direndam dengan asam sitrat lebih rendah dibandingkan dengan buah apel malang yang direndam dengan air. Hubungan antara konsentrasi ekstrak air buah jambu batu dengan Kandungan karbohidrat terlarut total buah apel malang ditunjukkan pada Gambar 4.

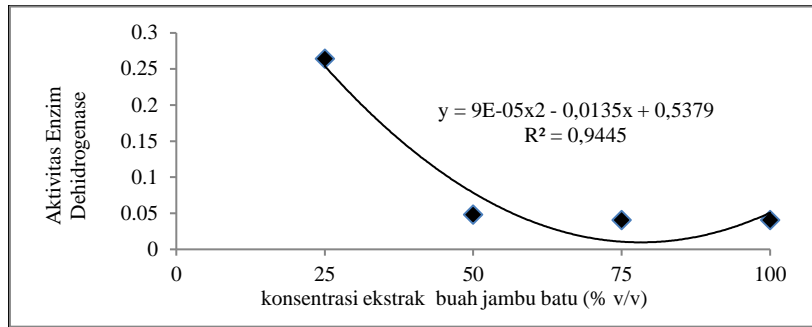


Gambar 4. Kurva hubungan antara konsentrasi ekstrak buah jambu batu dengan kandungan karbohidrat terlarut total buah apel malang.

Dari kurva terlihat bahwa hubungan antara konsentrasi ekstrak air buah jambu batu dengan kandungan karbohidrat terlarut total buah apel malang adalah kuadratik dengan persamaan $y = 0,001x^2 - 0,1274x + 29,695$ dan $R^2 = 0,8838$. Koefisien korelasi kandungan karbohidrat terlarut total adalah sebesar 0,94. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi ekstrak air buah jambu batu sangat kuat dengan kandungan karbohidrat terlarut total buah apel malang. Konsentrasi minimum kandungan karbohidrat terlarut total yaitu terdapat pada konsentrasi 63,7%. Kandungan karbohidrat terlarut total buah apel malang cenderung mengalami penurunan dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak air buah jambu batu yaitu sebesar 94% untuk setiap peningkatan konsentrasi ekstrak air buah jambu batu.

Kandungan karbohidrat terlarut total buah apel malang yang direndam larutan asam sitrat 2% b/v lebih rendah dibandingkan kandungan karbohidrat terlarut total buah apel malang yang direndam dengan air sedangkan kandungan karbohidrat terlarut total buah apel malang yang direndam dengan ekstrak air buah jambu batu cenderung mengalami penurunan dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak air buah jambu batu.

Aktivitas Enzim Dehidrogenase. Hasil uji t pada taraf nyata 5% (Lampiran 3) menunjukkan bahwa aktivitas enzim dehidrogenase buah apel malang yang direndam dalam asam sitrat 2% b/v ($0,046764 \pm 1,63E-05$) berbeda nyata dibandingkan dengan buah apel malang yang direndam dalam air ($0,04198 \pm 4,094E-07$). Aktivitas enzim dehidrogenase buah apel malang yang direndam dengan asam sitrat lebih rendah dibandingkan dengan buah apel malang yang direndam dengan air. Hubungan antara konsentrasi ekstrak air buah jambu batu dengan aktivitas enzim dehidrogenase buah apel malang ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Kurva hubungan antara konsentrasi ekstrak buah jambu batu dengan aktivitas enzim dehidrogenase buah apel malang.

Dari kurva terlihat bahwa hubungan antara konsentrasi ekstrak air buah jambu batu dengan aktivitas enzim dehidrogenase buah apel malang adalah kuadratik dengan persamaan $y = 9E-05x^2 - 0,0135x + 0,5379$ dan $R^2 = 0,9445$. Koefisien korelasi aktivitas enzim dehidrogenase adalah sebesar 0,971. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi ekstrak air buah jambu batu sangat kuat dengan aktivitas enzim dehidrogenase buah apel malang. Konsentrasi minimum aktivitas enzim dehidrogenase yaitu terdapat pada konsentrasi 75%. Aktivitas enzim dehidrogenase buah apel malang cenderung mengalami penurunan dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak air buah jambu batu yaitu sebesar 68% untuk setiap peningkatan konsentrasi ekstrak air buah jambu batu.

Aktivitas enzim dehidrogenase pada buah apel malang yang direndam larutan asam sitrat 2% b/v lebih rendah dibandingkan aktivitas enzim dehidrogenase buah apel malang yang direndam dengan air sedangkan aktivitas enzim dehidrogenase buah apel malang yang direndam dengan ekstrak air buah jambu batu cenderung mengalami penurunan dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak air buah jambu batu.

Level Gula Pereduksi. Pengaruh ekstrak air buah jambu batu terhadap level gula pereduksi pada buah apel malang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Level gula pereduksi

Konsentrasi ekstrak air buah jambu batu (% v/v)	Level Gula Pereduksi
Kontrol(Air)	++
Kontrol(Asam Sitrat 2% b/v)	++
25	++
50	++
75	++
100	+

Keterangan

- + : sedikit gula pereduksi
- ++ : banyak gula pereduksi

Level gula pereduksi buah apel kontrol relatif sama dengan buah apel malang perlakuan dengan konsentrasi 25% v/v, 50% v/v, dan 75% v/v, namun hanya berbeda pada konsentrasi 100% v/v. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak air buah jambu batu dapat meningkatkan level gula pereduksi.

Perbandingan efek asam sitrat 2 % v/v dengan efek ekstrak air buah jambu batu 25% v/v terhadap browning. Warna permukaan buah apel malang yang diberi perlakuan asam sitrat 2% b/v relatif sama dengan buah apel malang yang diberi perlakuan ekstrak air buah jambu batu konsentrasi 25% v/v. Sehingga untuk memahami karakteristik ekstrak air buah jambu batu maka peneliti membandingkan efek asam sitrat 2 % v/v dengan efek ekstrak air buah jambu batu 25% v/v. Efek asam sitrat 2% b/v terhadap browning buah apel malang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Efek asam sitrat 2% b/v terhadap *browning* buah apel malang

Variabel	Efek	Besarnya perubahan
Warna permukaan daging buah apel	Relatif lebih putih	-
Indeks <i>browning</i>	↓	15,8 %
Kandungan karbohidrat terlarut total	↓	4,19 %
Gula pereduksi	-	-
Aktivitas enzim dehidrogenase	↑	11,40 %

Efek ekstrak air buah jambu batu dengan konsentrasi 25% v/v terhadap *browning* buah apel malang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Efek ekstrak air buah jambu batu dengan konsentrasi 25% v/v terhadap *browning* buah apel malang

Variabel	Efek	Besarnya perubahan
Warna permukaan daging buah apel	Relatif lebih putih	-
Indeks <i>browning</i>	↓	24,37 %
Kandungan karbohidrat terlarut total	↓	3,80 %
Gula pereduksi	-	-
Aktivitas enzim dehidrogenase	↑	474 %

Warna permukaan buah apel malang yang diberi perlakuan ekstrak air buah jambu batu dengan konsentrasi 25% v/v menunjukkan relatif berwarna putih. Namun, Indeks *browning* buah apel malang menurunkan sebesar 24,37 %, Kandungan karbohidrat terlarut total menurunkan sebesar 3,80 % dan aktivitas enzim dehidrogenase meningkatkan sebesar 474 % yang mengalami perubahan setelah pemberian perlakuan ekstrak air buah jambu batu dengan konsentrasi 25% v/v.

Efek asam sitrat 2 % b/v terhadap *browning* buah apel malang menunjukkan bahwa warna permukaan daging buah apel malang dan gula pereduksi relatif sama dengan efek ekstrak air buah jambu batu dengan konsentrasi 25% v/v. Namun efek ekstrak air buah jambu batu dengan konsentrasi 25% v/v terhadap indeks *browning* dan kandungan karbohidrat terlarut total menurunkan lebih besar dibandingkan dengan efek asam sitrat 2% b/v sedangkan efek ekstrak air buah jambu batu dengan konsentrasi 25% v/v aktivitas enzim dehidrogenase meningkat lebih besar dibandingkan dengan efek asam sitrat 2% b/v.

Menurut hasil penelitian Paramita (2010) buah yang terpotong menyebabkan percepatan respirasi tinggi yang akan merubah proses biokimia diantaranya adalah meningkatnya produksi etilen, pelunakan buah, perkembangan pigmen. Namun, aktivitas metabolisme yang semakin lambat pada kandungan karbohidrat. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pada potongan buah apel malang yang diberi perlakuan ekstrak air buah jambu batu memiliki kandungan karbohidrat yang rendah dibandingkan dengan buah apel malang kontrol. Hal ini akibat dari percepatan respirasi yang tinggi sehingga semakin besar konsentrasi dari ekstrak air buah jambu batu maka semakin relatif rendah kandungan karbohidrat terlarut totalnya.

KESIMPULAN

Ekstrak air buah jambu batu bersifat anti *browning* terhadap buah apel Malang dengan efektivitas yang sama dengan asam sitrat 2 % b/v. Tetapi memiliki karakteristik yang berbeda dengan asam sitrat 2% b/v meliputi penurunan indeks *browning* dan peningkatan enzim dehidrogenase lebih besar dibandingkan asam sitrat 2 % b/v. Buah apel malang kontrol dengan buah apel malang yang diberi perlakuan asam sitrat 2 % b/v

menunjukkan pengaruh indeks *browning*, kandungan karbohidrat terlarut total dan aktivitas enzim dehidrogenase yang berbeda.

SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukan uji organoleptik terhadap ekstrak air buah jambu batu pada buah apel malang dan perlu dibandingkan ekstrak air buah jambu batu dengan senyawa anti *browning* kimia lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Christin, F., Jeroen Lammertyn, Quang Tri Ho, Pieter Verboven, Bert Verlinden. Bart M. Nicolai. 2007. Browning disorders in pear fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 43(1) : 1–13.
- Jeong, H.L., Jin, W.J., Kwang, D.M. and Kee, J.P. 2008. Effect of Anti-Browning Agents on Polyphenoloxidase Activity and Total Phenolics as Related to Browning of Fresh-Cut 'Fuji' Apple. *ASEAN Food Journal*. 15(1): 79-8.
- Paramita, Octavianti. 2010. Pengaruh membran terhadap perubahan pola respirasi, produksi etilen dan jaringan buah mangga (*Mangifera indica* L.) Var Gedong Gincu pada berbagai suhu penyimpanan. *Jurnal Kompetensi Teknik*. 2 (1).
- Rachmawan, O. 2001. Pengeringan, Pendinginan dan Pengemasan Komoditas Pertanian. Depdiknas. Jakarta.
- Sappers, G. M. and R. L. Miller. 1992. Enzymatic browning control in potato with ascorbic acid-2-phosphates. *Journal of Food Science*. 57(5):1132-1135.
- Soelarso, Bambang. 1997. *Budi Daya Apel*. Yogyakarta : KANISIUS.
- Thipnate, Poonsiri and S. Sukhonthara. 2015. Control of Enzymatic Browning in Apple and Potato Purees by Using Guava Extract. *Silpakorn U Science & Tech J Vol.9(2)*. ISSN 1905-9159.
- Witham and Yoshida. 1986. Exercises in Plant Physiology second Edition ed. Published as: Experiments in Plant Physiology. America.