

UJI EFEKTIVITAS BERBAGAI BAHAN ANTI *BROWNING* PADA *FRESH-CUT* APEL MANALAGI (*Malus sylvestris* Mill)

The Effects Of Various Anti-Browning Agents On Fresh-Cut Manalagi Appel (Malus Sylvestris Mill)

Retno Hardianti¹, Ir. Nafi Ananda Utama, MS²., Ir. Indira Prabasari. M.P., Ph. D³
dan Chandra Kurnia Setiawan, SP.M.Sc⁴.

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian UMY

Retnohar14@gmail.com

Intisari, *Fresh-cut* merupakan salah satu pengolahan buah dan sayuran yang melibatkan pencucian, pengupasan dan pengirisan sebelum dilakukan pengemasan dengan suhu rendah untuk dilakukan penyimpanan sehingga mudah dikonsumsi tanpa menghilangkan kesegaran dan nilai kandungannya. Dampak lebih lanjut dari *fresh-cut* yaitu terjadinya perubahan enzimatis, penurunan umur simpan dan mutu buah. Pencoklatan enzimatis pada *fresh-cut* mengakibatkan kerugian ekonomis, karena beresiko menjadikan *browning*. Penghambatan reaksi *browning* dapat dilakukan dengan menambahkan beberapa bahan anti *browning* seperti natrium bisulfit, asam sitrat dan arginin. Tujuan penelitian yaitu untuk mengkaji larutan manakah yang efektif untuk menghambat reaksi pencoklatan pada *fresh-cut* buah apel Manalagi (*Malus sylvestris* Mill). Penelitian dilakukan di Laboratorium Pascapanen Program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimental faktor tunggal yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian bahan anti *browning* berupa L-arginin 100 mmol menunjukkan hasil paling efektif untuk menghambat *browning* hal ini ditunjukkan pada setiap pengamatan, sementara perendaman asam sitrat menunjukkan hasil yang kurang efektif dalam menghambat *browning*.

Kata kunci:Apel Manalagi, *fresh-cut*, *browning*, natrium bisulfit, L-arginin, asam sitrat

Abstract, *Fresh-cut* is one of the fruits and vegetables processing which involves washing, stripping and slicing before packaging with low temperature for storage so that it is easy to consume without losing its freshness and biological value. Further impact of fresh cut is the occurrence of enzymatic changes, decreased shelf life and fruit quality. Enzymatic browning in fresh cut results in economic losses, because it risks making browning. Inhibition of the browning reaction can be done by adding some anti-browning ingredients such as sodium bisulfite, citric acid and arginine. The purpose of the research is to examine which solution is effective for inhibiting browning reactions in fresh cut apple Manalagi (*Malus sylvestris* Mill). The research was conducted at the Postharvest Laboratory of the Agrotechnology Study Program at the Faculty of Agriculture, Muhammadiyah University, Yogyakarta. The research method used was the experimental method of the single factor compiled in a Completely Randomized Design (CRD). The results showed that the give of anti-browning ingredients in

the form of L-arginine 100 mmol showed the most effective results for inhibiting browning this was shown at each observation, while soaking citric acid showed results that were less effective in inhibiting browning.

Keywords: Manalagi apples, fresh-cut, browning, sodium bisulfite, L-arginine, citric acid.

PENDAHULUAN

Perubahan kebiasaan gaya hidup dan kesadaran masyarakat tentang manfaat mengkonsumsi buah dan sayur segar terhadap kesehatan tubuh menyebabkan terjadinya pergeseran pola konsumsi masyarakat modern. Gaya hidup dan kesibukan masyarakat menjadi berubah berpengaruh terhadap perilaku masyarakat untuk mengkonsumsi buah-buahan dan sayur-sayuran segar, maka masyarakat akan mencari alternatif makanan sehari-hari yang sehat, segar, praktis, cepat saji dan beraroma. Situasi ini menyebabkan peluang teknologi pengolahan minimal yang dapat dipenuhi oleh produk potong segar *fresh-cut* (Elvira, 2014). *IBIS World Industry Report* menunjukkan bahwa data industri buah dan sayuran *Fresh-cut* diharapkan akan mengalami peningkatan 2,8 % tiap tahunnya atau senilai USD \$ 6,8 Milyar pada lima tahun mendatang (Utama dan Setiawan, 2016).

Badan Pusat Statistik Indonesia (2017) telah mencatat kenaikan total konsumsi buah apel, tahun 2015 menunjukkan bahwa konsumsi nasional mencapai 183,69 juta jiwa, naik menjadi 262,83 juta jiwa pada tahun 2016. Setelah dilakukan pemanenan buah Apel Manalagi akan mengalami perubahan sifat fisik dan kimia. Perubahan yang terjadi disebabkan karena berlanjutnya kegiatan metabolisme. Beberapa kandungan seperti gula, asam, tekstur, warna, laju respirasi, air, total tanin maupun beta karoten akan berubah seiring dengan perkembangan fisiologis buah sehingga akan menyebabkan terjadinya kerusakan. Kerusakan-kerusakan tersebut dapat disebabkan oleh kerusakan mekanis, fisik, mikrobiologis, dan proses fisiologis. Sehingga menyebabkan umur simpan buah apel menjadi relatif pendek dan mempengaruhi terhadap mutu simpan buah. Mutu simpan buah erat kaitannya dengan proses respirasi dan transpirasi selama penanganan dan penyimpanan. Menurunnya mutu simpan buah apel dapat disebabkan oleh *fresh-cut*. Beberapa perlakuan pada *fresh-cut* mengakibatkan terjadinya peningkatan produksi etilen, laju respirasi, degradasi membran, kehilangan air dan kerusakan akibat adanya mikroorganisme. Perlakuan proses pengolahan menyebabkan produk terolah minimal mudah mengalami penurunan mutu. Salah satu contoh penurunan mutunya adalah akibat terjadinya pencoklatan enzimatis (*enzymatic browning*).

Beberapa bahan anti *browning* seperti natrium bisulfit, asam sitrat dan arginin mampu menghambat reaksi pencoklatan, hal ini ditunjukkan oleh Penelitian yang telah dilakukan oleh Aziz, R (2016) menunjukkan bahwa buah Pir yang dilakukan perendaman dengan natrium bisulfit lebih tahan terhadap perubahan warna cokelat, hal ini menunjukkan bahwa teknik penghambatan dengan natrium bisulfit menunjukkan hasil terbaik. Penelitian yang telah dilakukan oleh Kiki (2018) menunjukkan bahwa proses aplikasi pencelupan *fresh-*

cut apel dengan beberapa bahan anti *browning* seperti L-arginin dan asam sitrat mampu menghambat reaksi pencoklatan pada *fresh-cut* buah apel Manalagi. Beberapa penelitian yang dilakukan sebelum ini menunjukkan bahwa proses aplikasi pencelupan *fresh-cut* apel dengan beberapa bahan anti *browning* seperti natrium bisulfit, asam sitrat dan L-arginin hanya dilakukan pengujian tentang umur simpan dan memperlambat pematangan beberapa buah-buahan yang dapat menarik daya minat konsumen. Umur simpan tidak cukup untuk penelitian buah *fresh-cut* karena umur simpan yang menunjukkan bentuk fisik kurang maksimal dijadikan untuk indikator buah segar yang memiliki kandungan vitamin yang tinggi maka pada penelitian ini dilakukan pencelupan dengan beberapa bahan anti *browning* untuk mengetahui reaksi kimia dan senyawa enzimatik yang ada pada *fresh-cut* buah apel sehingga dapat meminimalisir penurunan mutu buah.

Metode Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Juli sampai Agustus 2018 di Laboratorium Pascapanen Program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental faktor tunggal yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diujikan yaitu tahap uji anti*browning* menggunakan larutan natrium bisulfit (50 ppm dan 150 ppm perendaman selama 5 menit), asam sitrat (50 ppm dan 150 ppm perendaman selama 10 menit), L-arginin (50 mmol dan 100 mmol perendaman selama 10 menit) dan ditambah dengan satu perlakuan pembandingan yaitu kontrol (tanpa pencelupan bahan anti *browning*). Penelitian ini terdiri dari 7 perlakuan dengan 3 ulangan sehingga menghasilkan 21 unit percobaan.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: buah apel Manalagi (*Malus sylvestris Mill*) Natrium bisulfit, Asam sitrat, L-arginin, 0,05 M Na bupper Phospahate pH 7, Guaiacol 0,5%, Larutan Hidrogen Perioksida (H_2O_2) 0,3%, *pyrocatechol* 0,5 M, Natrium karbonat (Na_2CO_3), *Reagen Folin-ciocalteu*, *Diphenyl-1 pircyl-hidrazil* (DPPH), Methanol, Klorin, HCL, alkohol 50%, aquades, aquabides, plastik *wrapping*, *sterofoam*.

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi timbangan analitik, pisau *stainless steel*, *cooler*, *spectrophotometer*, *chromameter* CR-400, *Sentrifuge*, *wrapping film*, baskom kecil, statif, gelas piala, gelas ukur, erlenmeyer, tabung reaksi, mikropipet, mortar dan alu, buret, blender, kain saring, dan kamera.

Tata Laksana Penelitian / Cara Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahap uji pendahuluan dan penelitian inti. Penelitian pendahuluan terdiri dari tahap: persiapan alat dan bahan, Pembuatan bahan anti *browning* dan Pencelupan *fresh-cut* apel Manalagi, sementara penelitian inti terdiri dari tahap: Persiapan alat dan bahan, penyortiran buah, pencucian buah, pemotongan buah, pembuatan larutan natrium bisulfit, asam sitrat dan arginin, pencelupan bahan anti *browning* dan pengamatan.

Parameter Pengamatan

Warna pengukuran dilakukan menggunakan alat *Chromameter* CR – 400. Pengukuran meliputi atribut warna CIELAB (L,a, b, C, 0H, ΔE). L menunjukkan kecerahan dengan nilai 0 (gelap atau hitam) hingga 100 (terang/putih), sedangkan

a dan b adalah koordinat-koordinat *chrommometer*, dimana a untuk warna hijau (a negatif) sampai merah (a positif) dan b untuk warna biru (b negatif) sampai kuning (b positif). Total perubahan warna (ΔE) selama penyinaran diperoleh dengan menggunakan rumus: $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$

Total Fenol (mg GAE/100 FW) menggunakan metode *folin-Ciocalteu* yang didasarkan pada reaksi oksidasi reduksi. Pengujian Aktivitas Total Fenol dilakukan dengan cara: Melarutkan 1 gram sample kedalam aquades 10 ml, Mengambil 0,5 ml lalu ditambahkan aquades 5 ml dikocok menggunakan tangan secara manual. Menunggu selama 5 menit kemudian larutan ditambahkan Na_2CO_3 5% selama 5 menit dan di tambahkan 1,5 folin lalu dihomogenkan secara manual dengan tangan. Setelah itu, dilakukan pengukuran dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 765 nm. Berikut rumus total fenol:

$$\text{Kadar Total Fenol} = \frac{(\text{abs.sample} - \text{blanko}) - a \times \text{vol .awal} \times \text{Fp}}{b \times \text{Berat sample}}$$

Uji Aktivitas Enzim Polyphenol Oksidase (PPO) menggunakan metode metode Fujita *et.al.*, (1995) yang telah di modifikasi. Pengujian aktivitas enzim PPO dilakukan dengan cara : Sampe tiap ulangan ditimbang seberat 5 gram untuk nantinya dihaluskan dengan menggunakan blender dengan ditambah bahan pelarut 115 ml buffer phosphate. Menyaring larutan yang telah larut, kemudian diambil 4 ml sampel dan dimasukan kedalam tabung reaksi. Tambahkan pyrocatecol sebanyak 1 ml, kemudian dimasukan kedalam *sentrifuge* selama 30 menit. Pengukuran aktivitas enzim polyphenol oksidase dilakukan dengan memasukkan larutan ke dalam alat *spektrofotometer* dengan panjang gelombang 425 nm. Kadar senyawa oksidase dihitung dengan menggunakan persamaan (Supavanich *et.al.*, 2012): **Activity (U.Mi⁻¹)** = [(AF_{sample} - AI_{Sample}) - (AF_{blank} - AI_{blank})] / (0,001 x t)

Uji Aktivitas Enzim Peroxidase (POD) menggunakan metode metode Khan dan Robinson (1991). Pengujian Aktivitas Enzim Peroxidase (POD) dilakukan dengan cara: Sampe tiap ulangan ditimbang seberat 5 gram untuk nantinya dihaluskan dengan menggunakan blender dengan ditambah bahan pelarut 115 ml buffer phosphate. Menyaring larutan yang telah larut, kemudian diambil 24 ml sampel dan dimasukan kedalam tabung reaksi. Tambahkan 2,5 ml guaiacol dan H_2O_2 1% sebanyak 1 ml, masukan 5 ml kedalam tabung reaksi kemudian campuran larutan dan sampel masukan kedalam *sentrifuge* selama 30 menit. Pengukuran aktivitas enzim *polyphenol oksidase* dilakukan dengan memasukkan larutan ke dalam alat *spektrofotometer* dengan panjang gelombang 470 nm. Kadar senyawa peroxidase dihitung dengan menggunakan persamaan (Supavanich *et.al.*, 2012): **Activity (U.Mi⁻¹)** = [(AF_{sample} - AI_{Sample}) - (AF_{blank} - AI_{blank})] / (0,001 x t)

Total Antioxidant Activity (TAA) Absorbansi diukur pada 517 nm dengan menggunakan *spectrophotometer*. TAA dinyatakan dengan persentase penghambatan radikal DPPH dan ditentukan dengan menggunakan persamaan Sanchez Moreno *et. al.*, (1999):

$$TAA(\%) = \frac{Abs_{sampel} - Abs_{kontrol}}{Abs_{sampel}} \times 100$$

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Sidik Ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan software SAS pada taraf signifikansi α 5%. Apabila terdapat beda nyata antar perlakuan yang diujikan maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan Duncan's *Multiple Range Test* (DMRT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Warna

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada pengamatan hari ke-0 sampai hari ke-6 perlakuan perendaman natrium bisulfit (50 ppm dan 100 ppm), asam sitrat (50 ppm dan 100 ppm) dan L-arginin(50 mmol dan 100 mmol) menunjukkan hasil yang signifikan kecuali pada hari ke-9 non-signifikan terhadap warna daging buah *fresh-cut* apel Manalagi, hal ini menunjukkan bahwa perendaman natrium bisulfit (50 ppm dan 100 ppm), asam sitrat (50 ppm dan 100 ppm) dan L-arginin(50 mmol dan 100 mmol) dan kontrol hanya efektif pada hari ke-6. Adapun rerata hasil uji warna pada semua sampel apel Manalagi disajikan pada tabel 2. Tabel 1. Rerata Warna (Hue) *fresh-cut* yang diberikan perlakuan berbagai bahan anti browning dan tanpa perlakuan selama 9 hari pengamatan.

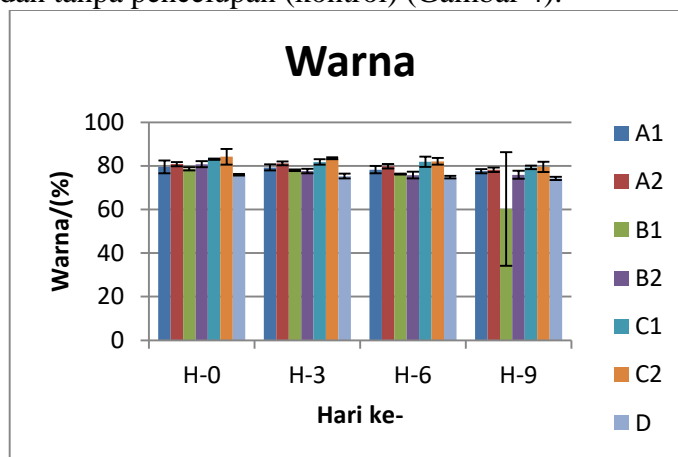
Perlakuan	Uji Rerata Warna (Hue) <i>Fresh cut</i> Hari ke-			
	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke-6	Hari ke-9
A1	79.48bc	79.28c	78.27bc	77.59a
A2	80.77abc	81.19b	79.77ab	78.16a
B1	78.61cd	77.99c	76.18cd	60.26a
B2	80.76 abc	77.59c	75.77cd	75.91a
C1	82.99ab	81.79ab	81.86a	79.29a
C2	84.17a	83.50a	82.09a	79.50a
D	75.92d	75.30d	74.84d	74.26a

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT dengan taraf 5%.

A1 : Natrium Bisulfit 50 ppm perendaman selama 5 menit, A2: Natrium Bisulfit 150 ppm perendaman selama 5 menit, B1 : Asam Sitrat 50 ppm perendaman selama 10 menit, B2 : Asam Sitrat 100 ppm perendaman selama 10 menit, C1 : Arginin 50 mmol perendaman selama 10 menit, C2 : Arginin 100 mmol perendaman selama 10 menit, D : Kontrol (tanpa perlakuan)

Pada hari ke-9 menunjukkan non-signifikan terhadap warna daging buah *fresh-cut* apel Manalagi, hal ini sesuai dengan pengamatan visual saat pengamatan yang menunjukkan indeks warna rendah (cenderung gelap) pada setiap perendaman bahan anti *browning* dan tanpa perendaman (kontrol). Rerata hasil uji warna semua perlakuan perendaman bahan anti *browning* menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan tanpa perendaman (kontrol) terhadap *fresh-cut* apel Manalagi pada pengamatan hari ke-0 sampai hari ke-6. Nilai indeks warna cenderung baik ditunjukkan pada perlakuan L-arginin 100 mmol perendaman

selama 10 menit (16g/L), hal ini disebabkan pada pengamatan hari ke-6 indeks warna yang diperoleh reratanya lebih tinggi. Semakin tinggi nilai rerata indeks warna maka warna *fresh-cut* apel Manalagi akan semakin cerah. Pada *fresh-cut* apel tanpa perlakuan memiliki nilai terendah pada hari ke-0 sampai hari ke-6, rendahnya indeks warna menyebabkan warna cenderung gelap. Perubahan warna daging buah *fresh-cut* apel Manalagi juga dapat dilihat berdasarkan histogram pada pengamatan hari ke-0 hingga hari ke-9 setelah dilakukan pencelupan bahan anti *browning* tanpa pencelupan (kontrol) (Gambar 4).



Gambar 4. Hasil pengujian warna pada *fresh-cut* apel Manalagi dengan berbagai perlakuan A1 Natrium Bisulfit 50 ppm, A2 Natrium Bisulfit 150 ppm, B1 Asam sitrat 50 ppm, B2 Asam sitrat 100 ppm, C1 L-arginin 50 mmol, C2 L-arginin 100 mmol, D Tanpa perlakuan (Kontrol) selama 9 hari pengamatan.

Berdasarkan hasil histogram pada gambar 4. menunjukkan bahwa rerata indeks warna pada *fresh-cut* apel seluruh perlakuan dan tanpa perlakuan mengalami penurunan. Menurunnya nilai uji warna menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyimpanan *fresh-cut* apel maka indeks warna yang ditunjukkan akan semakin gelap atau kecoklatan.

Total Fenol

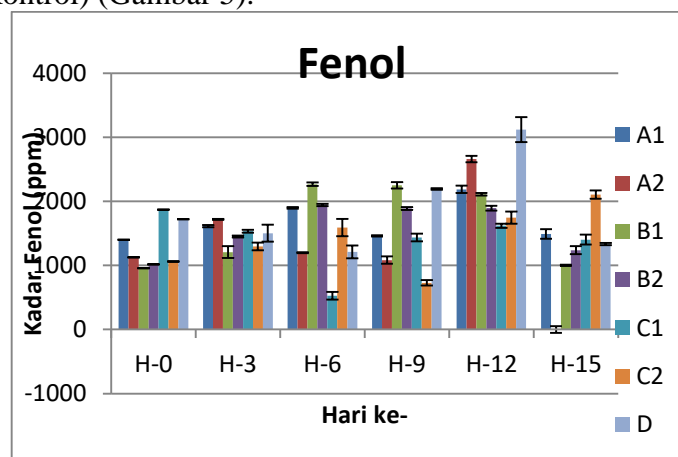
Tabel 2. Rerata total phenol (ppm) *fresh-cut* yang diberikan perlakuan dan tanpa perlakuan selama 15 hari pengamatan

Perlakuan	Total phenol (ppm) Hari ke-					
	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke-6	Hari ke-9	Hari ke-12	Hari ke-15
A1	1401.32c	1614.04ab	1899.12b	1462.50c	2186.84c	1491.23c
A2	1125.00 d	1717.11a	1197.37d	1082.46d	2659.21b	1782.89b
B1	956.14e	1208.33d	2267.54a	2249.78a	2110.31c	1002.19e
B2	1015.35de	1451.75c	1942.98b	1888.38b	1894.30d	1237.94d
C1	1870.61a	1535.09bc	527.41e	1436.40c	1620.29f	1402.41cd
C2	1060.09de	1297.15d	1592.11c	727.85e	1744.85e	2103.07a
D	1718.20b	1502.85bc	1211.62d	2193.64a	3118.64a	1333.33cd

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT dengan taraf 5%.

A1 : Natrium Bisulfit 50 ppm perendaman selama 5 menit, A2: Natrium Bisulfit 150 ppm perendaman selama 5 menit, B1 : Asam Sitrat 50 ppm perendaman selama 10 menit, B2 : Asam Sitrat 100 ppm perendaman selama 10 menit, C1 : Arginin 50 mmol perendaman selama 10 menit, C2 : Arginin 100 mmol perendaman selama 10 menit, D : Kontrol (tanpa perlakuan)

Hasil analisis sidik ragam. menunjukkan bahwa pada pengamatan hari ke-0 sampai hari ke-15 perlakuan perendaman natrium bisulfit (50 ppm dan 100ppm), asam sitrat (50ppm dan 100 ppm) dan L-arginin(50mmol dan 100mmol) menunjukkan hasil yang signifikan pada *fresh-cut* apel Manalagi. Nilai uji total fenol pada pengamatan hari ke-0 sampai hari ke-15 menunjukkan hasil beda nyata antar perlakuan perendaman natrium bisulfit, asam sitrat, L-arginin dan tanpa perlakuan (kontrol) terhadap hasil *fresh-cut* apel Manalagi. Beda nyata yang terjadi diduga karena tingkat kematangan buah yang berbeda-beda. Berdasarkan tabel sidik ragam pada tabel 3. menunjukkan bahwa nilai fenol tertinggi yaitu perlakuan tanpa perendaman (kontrol) pada hari ke-12, sementara nilai fenol terendah yaitu pada perlakuan perendaman L-arginin50 mmol perendaman selama 10 menit pada hari ke-6. Dinamika perubahan total fenol pada *fresh-cut* apel Manalagi juga dapat dilihat berdasarkan histogram pada pengamatan hari ke-0 hingga hari ke-15 setelah dilakukan pencelupan bahan anti *browning* dan tanpa pencelupan (kontrol) (Gambar 5).



Gambar 5. Hasil pengujian Total Fenol pada *fresh-cut* apel Manalagi dengan berbagai perlakuan A1 Natrium Bisulfit 50 ppm, A2 Natrium Bisulfit 150 ppm, B1 Asam sitrat 50 ppm, B2 Asam sitrat 100 ppm, C1 L-arginin 50 mmol, C2 L-arginin 100 mmol, D Tanpa perlakuan (Kontrol) selama 15 hari pengamatan.

Berdasarkan hasil histogram pada gambar 5. menunjukkan uji total fenol yang diberikan perlakuan berbagai bahan anti *browning* dan tanpa perendaman selama 15 hari pengamatan mengalami fluktuasi. Peningkatan fenol pada perlakuan karena mengalami pelukaan yang mengakibatkan respirasi terus meningkat sehingga memicu produksi fenol yang digunakan sebagai antioksidan.

Uji Aktivitas Enzim *Polyphenol Oxidase* (PPO)

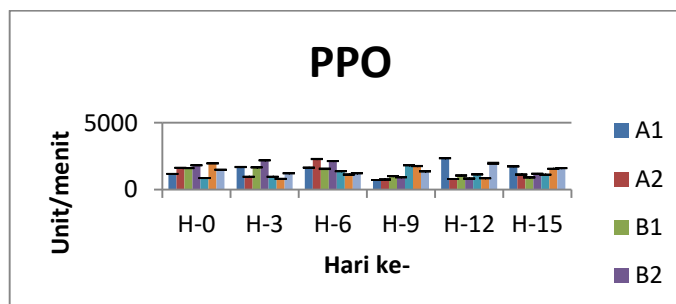
Tabel 3. Rerata uji *Polyphenol Oxidase* (PPO) pada *fresh-cut* yang diberikan perlakuan dan tanpa perlakuan selama 15 hari pengamatan.

Perlakuan	Uji Aktivitas Enzim Polyphenol Oksidase (PPO) (unit) Hari ke-					
	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke-6	Hari ke-9	Hari ke-12	Hari Ke-15
A1	1162.333f	1676.333b	1637.333c	707.50g	2337.300a	1736.667a
A2	1631.333c	952.333e	2283.667a	752.97f	783.667g	1117.000e
B1	1607.000d	1658.667c	1555.333d	996.97d	1045.667d	912.667f
B2	1817.000b	2185.000a	2127.667b	914.60e	830.033f	1174.333d
C1	864.333g	956.667ee	1367.333e	1812.13a	1134.233c	1111.000e
C2	1957.333a	793.667f	1126.333g	1756.67b	845.333e	1545.333c
D	1482.000e	1215.667d	1210.000f	1357.30c	1968.067b	1602.667b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT dengan taraf 5%.

A1 : Natrium Bisulfit 50 ppm perendaman selama 5 menit, A2: Natrium Bisulfit 150 ppm perendaman selama 5 menit, B1 : Asam Sitrat 50 ppm perendaman selama 10 menit, B2 : Asam Sitrat 100 ppm perendaman selama 10 menit, C1 : Arginin 50 mmol perendaman selama 10 menit, C2 : Arginin 100 mmol perendaman selama 10 menit, D : Kontrol (tanpa perlakuan)

Hasil analisis sidik ragam. menunjukkan bahwa pada pengamatan hari ke-0 sampai hari ke-15 perlakuan perendaman natrium bisulfit (50 ppm dan 100ppm), asam sitrat (50 ppm dan 100 ppm) dan L-arginin(50 mmol dan 100 mmol) menunjukkan hasil yang signifikan pada *fresh-cut* apel Manalagi. Nilai uji aktivitas enzim PPO pengamatan hari ke-0 hingga pengamatan hari ke-15 pada tabel 1. menunjukkan nilai beda nyata antar perlakuan perendaman natrium bisulfit, asam sitrat dan L-arginin terhadap hasil *fresh-cut* apel Manalagi. Hal ini menunjukkan perendaman natrium bisulfit, asam sitrat dan arginin dapat menghambat aktivitas enzim *PPO fresh-cut* apel Manalagi. Nilai aktivitas PPO tertinggi yaitu pada pengamatan hari ke-12 dengan perlakuan natrium bisulfit 50 ppm perendaman selama 5 menit, sementara nilai PPO terendah yaitu pada hari ke-9 perlakuan natrium bisulfit 50 ppm perendaman selama 5 menit. Perlakuan perendaman natrium bisulfit 50 ppm perendaman selama 5 menit menunjukan rerata nilai yang efektif dibandingkan dengan perlakuan natrium bisulfit (100 ppm), L-arginin(100 dan 50 mmol) dan tanpa perlakuan (kontrol). Perubahan aktivitas enzim PPO pada *fresh-cut* apel Manalagi setelah perendaman bahan anti *browning* dan tanpa perendaman (kontrol) disajikan dalam histogram pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil pengujian Aktivitas Enzim Polyphenol Oksidase (PPO) pada *fresh-cut* apel Manalagi dengan berbagai perlakuan A1 Natrium Bisulfit 50 ppm, A2 Natrium Bisulfit 150 ppm, B1 Asam sitrat 50 ppm, B2 Asam sitrat 100 ppm, C1 L-arginin 50 mmol, C2 L-arginin 100 mmol, D Tanpa perlakuan (Kontrol) selama 15 hari pengamatan.

Berdasarkan hasil histogram pada gambar 6, menunjukkan nilai Uji Aktivitas Enzim PPO mengalami fluktuasi pada pengamatan hari ke-0 hingga hari ke-15. Pada pengamatan hari ke-3 hingga ke-6 mengalami peningkatan, hari ke-9 mengalami penurunan hari ke-12 mengalami peningkatan dan hari ke-15 mengalami penurunan. Peningkatan aktivitas enzim PPO menyebabkan terjadinya *browning* hal ini sesuai dengan total fenol pada pengamatan fenol dan indeks warna.

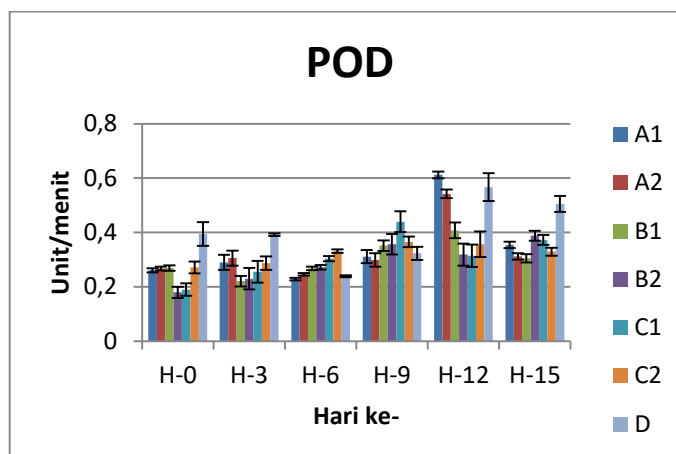
Aktivitas Enzim Peroxidase (POD)

Tabel 4. Rerata Uji POD *fresh-cut* yang diberikan perlakuan dan tanpa perlakuan

Perlakuan	Aktivitas Enzim Peroksidase (POD) (unit) Hari ke-					
	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke-6	Hari ke-9	Hari ke-12	Hari Ke-15
A1	26.80c	26.23c	22.33e	33.51d	62.22a	36.56c
A2	24.61d	34.46b	23.70d	26.15g	58.29b	33.03d
B1	31.23b	22.56e	26.40c	37.56c	45.94d	27.48e
B2	17.60f	21.26f	27.36b	30.31f	30.47f	36.36c
C1	18.26f	26.40c	26.90c	46.44a	34.49e	43.60b
C2	21.03e	23.53ad	37.53a	38.67b	25.14g	24.30f
D	39.30a	39.16a	23.80d	32.33e	56.63c	50.33a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT dengan taraf 5%.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pencelupan *fresh-cut* apel Manalagi pada semua perlakuan dan tanpa perlakuan (kontrol) menunjukkan hasil yang signifikan. Berdasarkan hasil sidik ragam uji aktivitas enzim peroksidase (POD) pengamatan hari ke-0 hingga pengamatan hari ke-15 pada tabel 5. diketahui terdapat beda nyata antar perlakuan dari perendaman natrium bisulfit, asam sitrat dan L-arginin terhadap hasil *fresh-cut* apel Manalagi. Hal ini menunjukkan perendaman natrium bisulfit, asam sitrat dan L-arginin dapat menghambat aktivitas enzim peroksidase *fresh-cut* apel Manalagi. Aktivitas enzim POD disajikan dengan histogram pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil pengujian Aktivitas Enzim *peroxidase* (POD) pada *fresh-cut* apel Manalagi dengan berbagai perlakuan A1 Natrium Bisulfit 50 ppm, A2 Natrium Bisulfit 150 ppm, B1 Asam sitrat 50 ppm, B2 Asam sitrat 100 ppm, C1 L-arginin 50 mmol, C2 L-arginin 100 mmol, D Tanpa perlakuan (Kontrol) selama 15 hari pengamatan.

Berdasarkan histogram gambar 7, nilai aktivitas enzim *peroxidase* (POD) mengalami fluktuasi pada pengamatan hari ke-0 hingga hari ke-15. Nilai aktivitas enzim *peroxidase* (POD) tertinggi yaitu pada pengamatan hari ke-12 dengan perlakuan natrium bisulfit 50 ppm perendaman selama 5 menit, sementara nilai aktivitas enzim *peroxidase* (POD) terendah yaitu pada pengamatan asam sitrat 100 ppm perendaman selama 10 menit.

Total Antioksidan

Tabel 5. Rerata Uji TAA *fresh-cut* yang diberikan perlakuan dan tanpa perlakuan selama 15 hari pengamatan

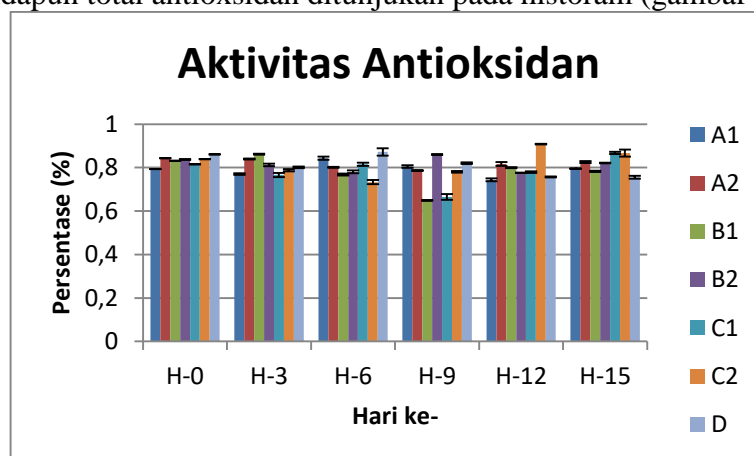
Perlakuan	Uji Aktivitas Total Antioksidan (TAA) (%) Hari ke-					
	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke-6	Hari ke-9	Hari ke-12	Hari Ke-15
A1	0.793000e	0.770418e	0.843182b	0.804291c	0.743445f	0.795509c
A2	0.843182b	0.839418b	0.801781d	0.786852d	0.816711b	0.825618b
B1	0.831891c	0.862000a	0.767909f	0.648727f	0.799900c	0.782963d
B2	0.836909bc	0.811818c	0.780454e	0.860494a	0.776063d	0.820600b
C1	0.815581d	0.766027e	0.815581c	0.665161e	0.779451d	0.867645a
C2	0.839418bc	0.787981d	0.732781g	0.780078d	0.907665a	0.867018a
D	0.860745a	0.800527cd	0.872036a	0.819721b	0.757370e	0.755363e

Keterangan: angka yang diikuti angka yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT dengan taraf 5%.

A1 : Natrium Bisulfit 50 ppm perendaman selama 5 menit, A2: Natrium Bisulfit 150 ppm perendaman selama 5 menit, B1 : Asam Sitrat 50 ppm perendaman selama 10 menit, B2 : Asam Sitrat 100 ppm perendaman selama 10 menit, C1 : Arginin 50 mmol perendaman selama 10 menit, C2 : Arginin 100 mmol perendaman selama 10 menit, D : Kontrol (tanpa perlakuan)

Berdasarkan hasil sidik ragam pada tabel 6. menunjukkan aktivitas antioksidan *fresh-cut* apel Manalagi menunjukkan hasil yang berbeda nyata dan tidak beda nyata antar perlakuan. Perendaman yang menunjukkan beda nyata

menunjukkan bahwa adanya pengaruh perendaman bahan anti *browning* dapat menghambat laju fenol sehingga menyebabkan total antioksidan menjadi ikut terhambat pada *fresh-cut* buah apel. Dari tabel 6 dapat dilihat bahwa nilai total antioksidan tertinggi hari ke-12 tertinggi yaitu pada L-arginin 100 mmol perendaman selama 10 menit, sementara nilai total antioksidan terendah Pada hari ke-6 yaitu pada perendaman L-arginin 100 mmol perendaman selama 10 menit. Perendaman dengan L-arginin menunjukkan nilai tertinggi dan terendah hal ini disebabkan oleh nilai total fenol yang menunjukkan nilai fenol tertinggi dan terendah yaitu pada perendaman arginin. Tingginya aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa nilai aktivitas antioksidan yang dihasilkan tinggi hal ini sejalan dengan pengamatan warna dan fenol yang menunjukkan bahwa perendaman dengan L-arginin menunjukkan nilai fenol yang baik sehingga proses pencoklatan yang terjadi menjadi terhambat (cenderung cerah) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Adapun total antioksidan ditunjukkan pada histogram (gambar 8).



Gambar 8. Hasil pengujian Aktivitas TAA pada *fresh-cut* apel Manalagi dengan berbagai perlakuan A1 Natrium Bisulfit 50 ppm, A2 Natrium Bisulfit 150 ppm, B1 Asam sitrat 50 ppm, B2 Asam sitrat 100 ppm, C1 L-arginin 50 mmol, C2 L-arginin 100 mmol, D Tanpa perlakuan (Kontrol) selama 15 hari pengamatan.

Berdasarkan hasil histogram pada gambar 8. menunjukkan bahwa rerata total antioksidan pada *fresh-cut* apel seluruh perlakuan dan tanpa perlakuan mengalami naik turun setiap harinya namun cenderung stabil. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyimpanan *fresh-cut* apel maka indeks warna yang ditunjukkan akan semakin gelap atau kecoklatan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa: pemberian bahan anti *browning* berupa L-arginin 100 mmol menunjukkan hasil paling efektif ditunjukkan pada setiap pengamatan, sementara perendaman asam sitrat menunjukkan hasil yang kurang efektif dalam menghambat *browning* pada setiap pengamatan.

SARAN

Perlu dilakukan uji lanjut mengenai kualitas fisik *fresh-cut* apel Manalagi yang diberi perlakuan perendaman natrium bisulfit, asam sitrat dan L-arginin

untuk mengetahui kualitas kesegaran buah setelah dilakukan pencelupan dan penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, R. 2016. Analisis Pengaruh Natrium Metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) dan Lama Penyimpanan terhadap Proses Browning Buah Pir menggunakan Rancangan Faktorial. *Jtech* 5(2), 54 – 58.
- Badan Pusat Statistika Inonesia (BPS). 2017. Konsumsi Buah dan Sayur Susens Maret 2016. [http://gizi.depkes.go.id/wp-content/uploads/2017/01/Paparan-BPS Konsumsi-Buah-Dan-Sayur.pdf](http://gizi.depkes.go.id/wp-content/uploads/2017/01/Paparan-BPS_Konsumsi-Buah-Dan-Sayur.pdf). Diakses tanggal 11 Januari 2018.
- Elvira. 2014. Pengembangan Agribisnis Pedesaan Melalui Pemanfaatan Kulit Kakao Sebagai Sumber Pektin * *Agrisep* Vol (15) No. 2
- Kiky Julynasary, 2018. Efektifitas Pemberian L-arginin, Asam Askorbat Dan Asam Sitrat dalam Menghambat *Browning* pada *Fresh-Cut* Apel Manalagi (*Malus Sylvestris* Mill). *Agroteknologi*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Utama, Nafi A. dan Setiawan, Chandra Kurnia. 2016. Kajian Penambahan Minyak Atsiri Sebagai Antimikrobia pada Edible Coating Berbasis Caroxymethyl Celulose pada Fresh-Cut Buah Apel Manalagi. <http://repository.umy.ac.id/handle/123456789/11667>. Diakses tanggal 11 Januari 2018.

