

PENGARUH BERBAGAI KONSENTRASI NATRIUM BISULFIT(NaHSO_3) SEBAGAI ANTI *BROWNING* PRODUK *FRESH-CUT* APEL MANALAGI (*Malus sylvestris* Mill.)

Oleh :

Candra Debilana Nusivera, Nafi Ananda Utama, Indira Prabasari

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

ABSTRACT. *The immersion of fresh cut fruit in natrium bisulfite solution is known to be able to inhibit the enzymatic browning process in fruit flesh because the sulfite compounds contained in natrium bisulfite can inhibit the activity of enzymes that play a role in the browning process. This research has been carried out in the Laboratory of Postharvest Technology, Faculty of Agriculture Universitas Muhammadiyah Yogyakarta from July to August 2018. The study aimed to examine the effect of immersing fresh cut fruit of Manalagi apples on natrium bisulfite solution and knowing the right concentration to inhibit the enzymatic browning process for 15 days of storage. The study was conducted with a single factor experimental design which was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) with 3 replications. Experiments tested consisted of 200 ppm, 150 ppm, 100 ppm and 50 ppm natrium bisulfite with 5 minutes and 3 minutes immersion time and as a comparison also carried out treatment without immersion. The results showed the treatment of immersing fresh cut fruit of Manalagi apples on natrium bisulfite 50 ppm for 3 minutes was the best treatment to inhibit the enzymatic browning process compared to other treatments.*

Keywords: *Manalagi apples, fresh cut fruit, browning, natrium bisulfite.*

INTISARI. Pencelupan buah potong segar pada larutan natrium bisulfit diketahui mampu menghambat proses pencoklatan enzimatis pada daging buah karena senyawa sulfit yang terkandung dalam natrium bisulfit mampu menghambat aktivitas enzim yang berperan dalam proses pencoklatan. Penelitian ini telah dilaksanakan di laboratorium Pasca Panen Universitas Muhammadiyah Yogyakarta pada bulan Juli hingga Agustus 2018. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh pencelupan buah potong segar apel Manalagi pada larutan natrium bisulfit dan mengetahui konsentrasi yang tepat untuk menghambat proses pencoklatan enzimatis selama 15 hari penyimpanan. Penelitian dilaksanakan dengan rancangan percobaan faktor tunggal yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 ulangan. Percobaan yang diujikan terdiri dari Natrium Bisulfit 200 ppm, 150 ppm, 100 ppm dan 50 ppm dengan waktu perendaman 5 menit dan 3 menit serta sebagai pembandingan dilakukan perlakuan tanpa perendaman. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan perendaman buah potong segar apel Manalagi pada natrium bisulfit 50 ppm selama 3 menit merupakan perlakuan terbaik untuk menghambat proses pencoklatan enzimatis dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Kata kunci: Apel Manalagi, buah potong segar, *browning*, natrium bisulfit.

I. PENDAHULUAN

Apel (*Malus sylvestris* Mill.) merupakan salah satu tanaman subtropis yang dibudidayakan di Indonesia. Varietas apel yang dikembangkan oleh petani di Indonesia salah satunya adalah apel Manalagi. Menurut data Badan Pusat Statistik pada tahun 2017, konsumsi

nasional buah apel meningkat dari 183,69 juta pada tahun 2015 menjadi 262,83 juta pada tahun 2016. Namun masuknya buah apel impor ke Indonesia mengakibatkan apel Manalagi kalah bersaing dengan jenis apel impor. Badan Pusat Statistik Indonesia telah mencatat tren kenaikan volume impor buah apel segar sejak tahun 2008. Volume impor tersebut mulai dari 139,819 ton pada tahun 2008 naik menjadi 153,512 ton di tahun 2009 dan selanjutnya naik menjadi 197,487 ton di tahun 2010 (Siregar dan Amri, 2011). Salah satu upaya untuk meningkatkan minat konsumen terhadap apel Manalagi adalah melalui diversifikasi produk, yaitu pengolahan minimal (*minimal processing*) atau dikenal dengan produk *fresh-cut*.

Menurut Rosa dan Carvalho (2000) dalam William et al., (2008), pengolahan minimal (*minimal processing*) atau dikenal pula dengan istilah potong segar (*fresh-cut*) mencakup proses pembersihan, pencucian, sortasi, pengupasan, dan pengirisan sebelum dikemas dan menggunakan suhu rendah untuk penyimpanan sehingga mudah dikonsumsi tanpa menghilangkan kesegaran dan nilai gizi yang dikandungnya. Namun disisi lain buah potong segar memiliki masa simpan yang lebih rendah dibandingkan dengan buah-buahan dan sayuran segar karena kerusakan fisiologis, fisik, kimia, dan mikrobiologis dari jaringan (Fontes dalam William et al., 2008). Berbagai perlakuan yang dialami buah potong segar dapat mengganggu integritas jaringan dan sel yang dimilikinya, akibatnya terjadi peningkatan produksi etilen, peningkatan laju respirasi, degradasi membran, kehilangan air, dan kerusakan akibat mikroorganisme. Dampak lebih lanjut adalah terjadinya reaksi pencoklatan (*browning*) secara enzimatik yang mengakibatkan penurunan umur simpan serta mutu buah (Baeza, 2007). Reaksi pencoklatan secara enzimatik merupakan reaksi yang terjadi antara polifenol dengan enzim polifenoloksidase (PPO) yang membentuk quinon, kemudian terpolimerisasi menghasilkan warna coklat. Reaksi ini dapat dihindari dengan menggunakan beberapa metode, diantaranya dengan menonaktifkan enzim atau dengan menambahkan agen anti pencoklatan yang dapat menghindari terjadinya kontak antara enzim dengan substrat (Ioannou dan Ghoul, 2013).

Penonaktifan PPO bisa dilakukan berdasarkan pada mekanisme reaksi pencoklatan, misalnya melalui penghilangan oksigen yang merupakan reaktan dalam reaksi pencoklatan, denaturasi protein enzim, melindungi interaksi dengan gugus prostetik tembaga dan interaksi dengan senyawa fenolik ataupun quinon (Mesquita dan Queiroz, 2013). Salah satu senyawa yang dapat digunakan dalam menonaktifkan PPO adalah natrium bisulfit. Natrium bisulfit (NaHSO_3) merupakan bahan pengawet yang memiliki senyawa sulfit (*sulfiting agents*). *Sulfiting agents* secara luas digunakan sebagai bahan tambahan untuk mencegah pencoklatan

dari buah dan sayuran selama pengolahan. Penggunaan senyawa sulfit yang berlebihan dilarang oleh WHO karena akan berdampak negatif khususnya bagi penderita asma (Tan et al., 2015). Menurut Kiranun dan Jingtair (2011), penggunaan Natrium bisulfit tidak lebih dari 500 ppm dan perendaman maksimal selama 5 menit agar buah aman untuk dikonsumsi. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas natrium bisulfit (NaHSO_3) dalam menghambat pencoklatan enzimatis produk fresh-cut apel Manalagi dan menentukan konsentrasi natrium bisulfit (NaHSO_3) terbaik dalam menekan pencoklatan enzimatis produk *fresh-cut* apel Manalagi.

II. TATA CARA PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen, Fakultas Pertanian UMY pada bulan Juli-Agustus 2018.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu lemari pendingin, timbangan analitik, *Chromameter* CR – 400, *spectrophotometer*, pisau, gelas piala, gelas ukur, Erlenmeyer, tabung reaksi, botol spray, mikropipet, mortar, *sterofoam*, plastik *wrap*, dan *waterbath*. Bahan yang digunakan yaitu apel varietas Manalagi dengan umur panen seragam (114 hari setelah bunga mekar), Natrium bisulfit, *Methanol*, *Buffer Phosphate*, *Guaiacol*, Hidrogen Peroksida, Folin, *Pyrocatechol*, DPPH, Alkohol, *Aquadest*, *Aquabidest* dan *sterofoam*.

C. Metode Penelitian

Penelitian dirancang dengan metode ekperimental yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan rancangan perlakuan faktor tunggal. Perlakuan yang diujikan adalah berbagai konsentrasi natrium bisulfit dan waktu pencelupan yang terdiri dari 8 perlakuan dan 1 kontrol, yaitu :

NIWI = natrium bisulfit 200 ppm + pencelupan selama 5 menit

N1W2 = natrium bisulfit 200 ppm + pencelupan selama 3 menit

N2W1 = natrium bisulfit 150 ppm + pencelupan selama 5 menit

N2W2 = natrium bisulfit 150 ppm + pencelupan selama 3 menit

N3W1 = natrium bisulfit 100 ppm + pencelupan selama 5 menit

N3W2 = natrium bisulfit 100 ppm + pencelupan selama 3 menit

N4W1 = natrium bisulfit 50 ppm + pencelupan selama 5 menit

N4W2 = natrium bisulfit 50 ppm + pencelupan selama 3 menit

N0W0 = Tanpa perlakuan (kontrol)

Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, diperoleh 27 unit percobaan. Setiap unit terdiri dari 7 sub-unit sehingga diperoleh 189 sub-unit percobaan atau potong buah.

D. Cara Penelitian

1. Kriteria Buah

Pemanenan buah apel dilakukan di salah satu perkebunan apel di kota Batu, Malang. Buah apel yang dipanen adalah buah yang berumur 114 hari setelah bunga mekar, buah yang termasuk ke dalam grade A dengan kriteria buah berukuran 4 – 5 buah/kg, buah tidak cacat dan tidak luka.

2. Pencucian Buah Apel

Pencucian buah apel dilakukan dengan cara menyiapkan bak yang sudah berisi air yang telah dicampur klorin dengan konsentrasi 200µl L-1. Kemudian apel dicuci satu persatu untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada kulit buah kemudian ditiriskan.

3. Pembuatan Larutan Natrium bisulfit

Pembuatan larutan natrium bisulfit dilakukan dengan cara membuat larutan stok terlebih dahulu. Larutan stok yang dibuat adalah larutan dengan konsentrasi 200 ppm, yaitu dengan cara memasukkan 1.600 mg natrium bisulfit ke dalam 8 liter air, kemudian dihomogenkan. Setelah itu, dilakukan proses pengenceran untuk membuat larutan dengan konsentrasi 150 ppm, 100 ppm dan 50 ppm.

4. Pemotongan Buah Apel Manalagi dan Pencelupan

Pemotongan buah apel dilakukan dengan cara membagi 1 buah apel menjadi 6 bagian, kemudian dihilangkan bagian core nya. Buah yang telah dipotong langsung dimasukkan ke dalam larutan natrium bisulfit dan direndam sesuai perlakuan. Potongan buah yang telah dikemas disimpan pada lemari pendingin dengan suhu 5°C selama 15 hari.

5. Pengamatan

Pengamatan dilakukan selama 15 hari dengan waktu pengamatan setiap 3 hari sekali. Setiap 3 hari sekali diambil sampel korban dari setiap perlakuan untuk dilakukan uji aktivitas enzim Peroksidase (POD), aktivitas enzim Polifenol Okksidase (PPO), Fenol, *Total Antioxydant Activity* (TAA). Pengamatan perubahan warna dilakukan dengan menggunakan alat Chromameter CR – 400.

E. Parameter yang Diamati

1. Warna

Kecerahan diukur berdasarkan intensitas warna dengan menggunakan Chromameter Minolta CR - 400. Pengamatan dilakukan setiap 3 hari sekali selama 15 hari. Pengukuran warna meliputi atribut warna CIELAB (L, a, b, C, oH, ΔE). L menunjukkan kecerahan dengan nilai 0 (gelap/hitam) hingga 100 (terang/putih), sedangkan a dan b adalah koordinat – koordinat chromameter, dimana a untuk warna hijau (a negatif) sampai merah (a positif) dan b untuk warna biru (b negatif) sampai warna kuning (b positif). Total perubahan warna (ΔE) selama penyimpanan diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2] \times 0,5$$

Keterangan :

ΔE = Total perbedaan warna

ΔL (L sampel dikurangi L standar) = Perbedaan terang dan gelap (+ = lebih terang, - = lebih gelap)

Δa (a sampel dikurangi a standar) = Perbedaan merah dan hijau (+ = merah, - = hijau)

Δb (b sampel dikurangi b standar) = perbedaan kuning dan biru (+ = kuning, - = biru)

2. Uji Aktivitas Enzim Polifenol Oksidase (PPO)

Uji aktivitas enzim PPO dilakukan dengan cara menghaluskan 5 gram sampel yang dicampur dengan 115 ml *buffer phosphate* kemudian disaring dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 4 ml, kemudian ditambahkan 1 ml *pyrocatechol*, disentrifuse selama 30 menit dengan kecepatan 2680 rpm kemudian diamati dengan spectrophotometer dengan panjang gelombang 425 nm.

3. Uji Aktivitas Enzim Peroksidase (POD)

Uji aktivitas enzim PPO dilakukan dengan cara menghaluskan 5 gram sampel yang dicampur dengan 115 ml *buffer phosphate* kemudian disaring dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer sebanyak 24 ml, kemudian ditambahkan 1 ml H₂O₂ dan 2,5 Guaiacol, dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 5 ml, disentrifuse selama 30 menit dengan kecepatan 2680 rpm kemudian diamati dengan spectrophotometer dengan panjang gelombang 470 nm.

4. Uji Total Fenol

Pengujian total fenol dilakukan dengan cara menghaluskan 1 gram sampel, kemudian ditambahkan 10 ml *aquadest*, diambil 0,5 ml sampel, ditambahkan 5 ml

aquadest dan ditunggu selama 5 menit. Ditambahkan 1,5 ml Na_2CO_3 dan 1,5 ml Folin, digojok hingga berwarna kebiruan dan diamati menggunakan spectrophotometer dengan panjang gelombang 765 nm.

5. Uji Total Antioxidant Activity (TAA)

Pengujian TAA dilakukan dengan cara menghaluskan 1 gram sampel, ditambahkan 10 ml *methanol*, diambil 1 ml sampel dan ditambahkan 1 ml larutan DPPH, didiamkan selama 30 menit kemudian ditambahkan 3 ml *methanol* dan diamati menggunakan spectrophotometer dengan panjang gelombang 517 nm.

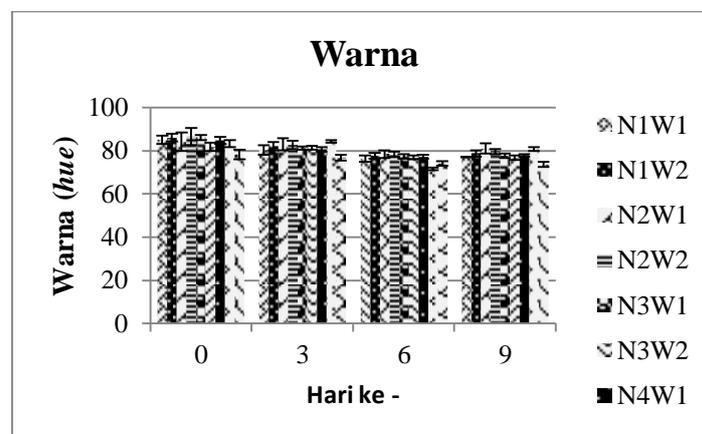
F. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam atau Analysis of Variant (ANOVA) 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).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Warna

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pencelupan *fresh-cut* apel Manalagi pada larutan natrium bisulfit konsentrasi 200 ppm, 150 ppm, 100 ppm dan 50 ppm selama 5 menit dan 3 menit menunjukkan hasil yang signifikan terhadap warna daging buah potong segar apel Manalagi pada pengamatan hari ke-0, hari ke-3, dan hari ke-9. Perubahan warna daging buah potong segar apel Manalagi juga dapat dilihat berdasarkan histogram pada pengamatan hari ke-0 hingga hari ke-9 setelah dilakukan pencelupan pada natrium bisulfit (Gambar 1).



Gambar 1. Histogram hasil uji warna (*Hue*) yang diberikan perlakuan berbagai konsentrasi natrium bisulfit dan tanpa perendaman selama 9 hari pengamatan.

Histogram pada gambar 1 menunjukkan bahwa buah potong segar apel Manalagi mengalami perubahan warna selama penyimpanan. Buah potong segar apel Manalagi yang diberi perlakuan pencelupan natrium bisulfit cenderung mengalami penurunan kecerahan warna daging buah hingga hari ke-6 dan kecerahan warna daging buah meningkat pada hari ke-9. Hal tersebut berbeda halnya dengan buah potong segar apel Manalagi tanpa perendaman yang mengalami penurunan kecerahan warna daging buah sejak hari ke-0 hingga hari ke-9. Secara umum, konsentrasi dan waktu perendaman buah potong segar apel Manalagi dengan natrium bisulfit berpengaruh positif dalam menurunkan laju pencoklatan pada daging buah. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian William *et al.*, (2008) yang menyatakan bahwa tingkat kecerahan daging buah apel potong segar paling tinggi terdapat pada perlakuan menggunakan natrium metabisulfit dan mengindikasikan bahwa perlakuan tersebut merupakan perlakuan yang paling efisien untuk menghambat terjadinya pencoklatan enzimatis. Tan, dkk (2015) menyatakan bahwa reaksi antara sulfit dengan quinon dan perendaman dengan larutan bisulfit efektif dalam menghambat timbulnya warna coklat pada buah dan sayur.

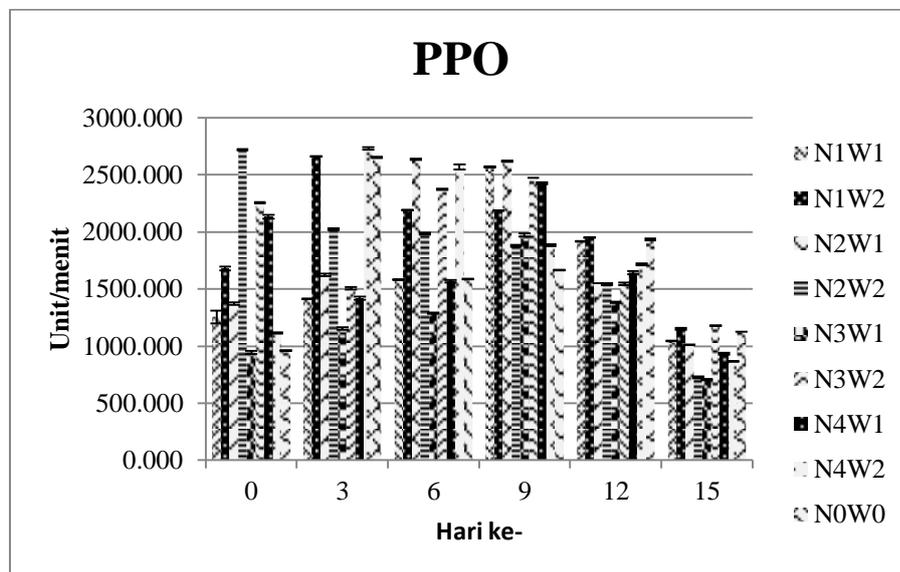
Pada hari ke-9, semua perlakuan pencelupan buah potong segar apel Manalagi pada natrium bisulfit mengalami peningkatan kecerahan warna daging buah, hal ini diduga karena kemampuan senyawa sulfit dalam mereduksi hasil oksidasi quinon menjadi bentuk fenolat sebelumnya yang tidak berwarna. Menurut Kujipers *et al.*, (2012), mekanisme inhibisi pencoklatan oleh senyawa sulfit terbagi menjadi tiga cara, yaitu inhibisi reaksi searah PPO, reduksi o-quinon sehingga membalikan arah reaksi enzimatis dan pembentukan produk tambahan antara sulfit dan o-quinon sehingga mencegah terjadinya reaksi pencoklatan lebih lanjut.

Perendaman buah potong segar apel Manalagi pada natrium bisulfit dengan konsentrasi 50 ppm selama 3 menit dan 150 ppm selama 5 menit menghasilkan warna daging buah yang lebih cerah dibandingkan dengan perlakuan lainnya di hari ke-9. Sedangkan perendaman pada natrium bisulfit konsentrasi 200 ppm selama 5 menit menghasilkan warna daging buah paling gelap dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perendaman buah menggunakan natrium bisulfit dapat berpengaruh positif terhadap kecerahan daging buah jika kondisi tersebut cocok dengan kapasitas kejenuhan daging buah, karena residu pada daging buah yang terlalu banyak sebagai akibat dari larutan dengan konsentrasi yang terlalu tinggi dapat memicu penurunan tingkat kecerahan daging buah (Mohpraman dan Siriphanich, 2012). Residu sulfit merupakan sisa sulfit yang tertinggal dalam suatu bahan pangan. Residu sulfit

disebabkan karena adanya perendaman dan sulfit yang larut dalam air masuk ke dalam jaringan buah.

B. Aktivitas Enzim Polifenol Oksidase (PPO)

Hasil analisis sidik ragam terhadap kandungan enzim PPO menunjukkan pencelupan buah potong segar apel Manalagi pada larutan natrium bisulfit konsentrasi 200 ppm, 150 ppm, 100 ppm dan 50 ppm selama 3 menit dan 5 menit menunjukkan hasil yang signifikan pada pengamatan hari ke-0 hingga hari ke-15. Perubahan aktivitas enzim PPO pada buah potong segar apel Manalagi setelah perendaman pada natrum bisulfit juga disajikan dalam histogram pada gambar 2.



Gambar 1. Histogram hasil uji aktivitas enzim PPO yang diberikan perlakuan berbagai konsentrasi natrium bisulfit dan tanpa perendaman selama 15 hari pengamatan.

Histogram pada gambar 6 menunjukkan aktivitas enzim PPO yang mengalami fluktuasi pada setiap pengamatannya. Aktivitas enzim PPO cenderung mengalami peningkatan pada hari ke-9 kemudian menurun pada hari ke-12 hingga hari ke-15 kecuali pada perlakuan perendaman dalam natrium bisulfit 150 ppm selama 3 menit. Perendaman buah potong segar apel Manalagi pada natrium bisulfit 150 ppm selama 3 menit menyebabkan penurunan aktivitas enzim PPO sejak pengamatan hari ke-3 hingga hari ke-15.

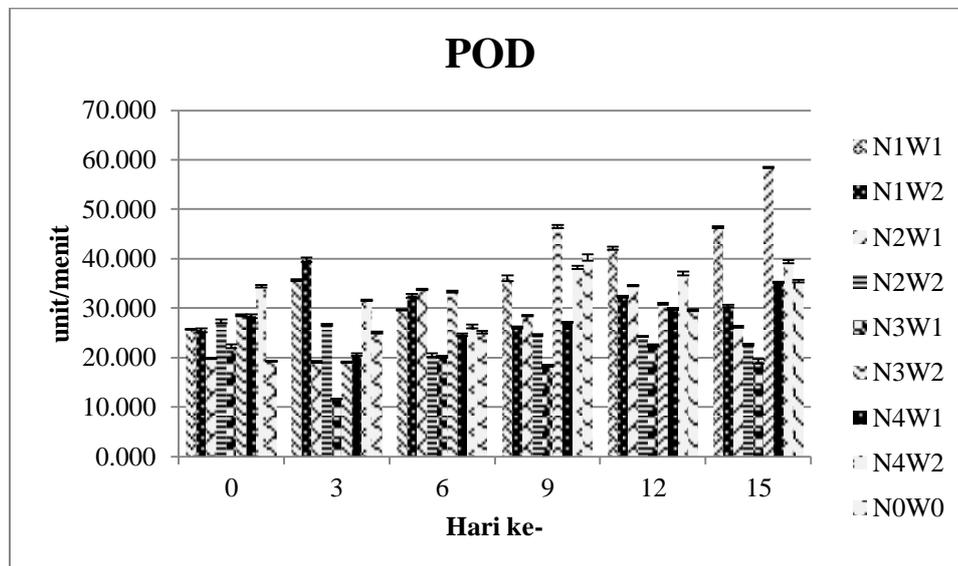
Penurunan aktivitas enzim PPO disebabkan oleh perendaman buah potong segar apel Manalagi menggunakan natrium bisulfit yang berlangsung efektif untuk menghambat atau menurunkan aktivitas enzim pada konsentrasi tersebut karena senyawa sulfit bersifat racun bagi enzim. Yu Shen *et.al.*, (2012) menyatakan bahwa sulfit berkontribusi terhadap

pengurangan oksigen sehingga oksidase tidak dapat mengoksidasi konstituen polifenol atau bergabung dengan quinon. Hal tersebut menyebabkan quinon gagal mengalami reaksi dan quinon kembali ke bentuk fenolat sebelumnya (Neo dan Sakino, 2010). Menurut Oktariani (2017), aktivitas enzim PPO sangat bergantung pada konsentrasi oksigen karena oksigen yang akan mengubah senyawa *phenol* menjadi melanin berwarna coklat.

Pada hari ke-15, aktivitas enzim PPO masih terus berlangsung namun dalam jumlah yang lebih rendah dibandingkan dengan hari sebelumnya. Menurut Rahman (2007), senyawa sulfit yang terkandung di dalam natrium bisulfit tidak dapat secara mutlak menghentikan reaksi pencoklatan tetapi hanya mampu memperlambat reaksi pencoklatan dengan cara menurunkan aktivitas enzim PPO. Senyawa sulfit menghambat pembentukan pigmen berwarna coklat dengan mengubah o-quinon menjadi sulfo-fenolat yang tidak berwarna dan penghambatan terjadi tergantung dari aktivitas tirosinase (Kujiperss *et al.*, 2012).

C. Aktivitas Enzim Peroksidase (POD)

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pencelupan buah potong segar apel Manalagi pada Natrium bisulfit dengan konsentrasi 200 ppm, 150 ppm, 100 ppm dan 50 ppm selama 5 menit dan 3 menit menunjukkan hasil yang signifikan pada pengamatan hari ke-0 hingga hari ke-15. Adapun aktivitas enzim POD disajikan dengan histogram pada gambar 3.



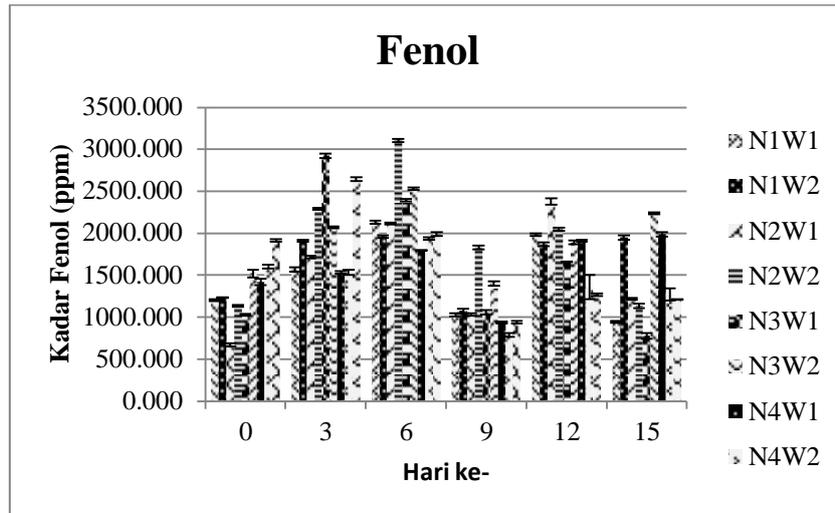
Gambar 3. Histogram hasil uji aktivitas enzim POD yang diberikan perlakuan berbagai konsentrasi natrium bisulfit dan tanpa perendaman selama 15 hari pengamatan.

Buah potong segar apel Manalagi yang direndam pada perlakuan natrium bisulfit konsentrasi 100 ppm selama 5 menit merupakan perlakuan yang mampu diserap oleh

jaringan buah dengan optimal sehingga senyawa sulfit berkerja di dalam jaringan untuk menghambat aktivitas enzim yang dibuktikan dengan kadar aktivitas enzim yang paling rendah pada sampel tersebut dibandingkan dengan sampel dengan perlakuan lainnya. Enzim peroksidase yang terdapat pada buah dan sayur merupakan enzim golongan feriprotoporfirin (protohemin) sebagai gugus prostetik, yaitu enzim yang mengandung unsur Fe dan akan berwarna coklat jika dimurnikan. Ikatan antara gugus prostetik yang mengandung besi dan protein dapat distabilkan dengan bisulfit (Embs dan Markakis 1968 dalam deMan 1997). Senyawa sulfit membentuk kompleks dengan besi peroksidase yang dapat menstabilkan atau bahkan menurunkan aktivitas enzim tersebut sehingga reaksi pencoklatan pada buah dapat dihambat. Terefe *et al* (2014) menyatakan bahwa terdapat korelasi antara perubahan warna kecoklatan pada buah selama penyimpanan dengan adanya peningkatan aktivitas enzim POD. Enzim peroksidase merupakan kelompok enzim oksidoreduktase yang mampu mengkatalisis reaksi oksidasi oleh hidrogen peroksida (H_2O_2) dari sejumlah substrat yang merupakan donor hidrogen seperti fenol. Enzim peroksidase dalam organisme hidup dapat mengkatalisis senyawa substratnya, sedangkan H_2O_2 berfungsi untuk menginisiasi biosintesis beberapa metabolit sekunder yang diperlukan pada proses pertumbuhan. Oksidasi fenolat oleh enzim peroksidase dengan substrat H_2O_2 menghasilkan reaksi kopling oksidatif, sehingga terbentuklah polimer fenolik. Oksidasi yang dilakukan oleh enzim peroksidase terhadap senyawa fenolik menyebabkan terbentuknya suatu radikal fenoksi, dimana radikal ini mampu melakukan resonansi dengan posisi *orto* dan *para* pada cincin aromatiknya dan selanjutnya akan bergabung dengan radikal fenoksi yang lain membentuk senyawa baru polifenol.

D. Fenol

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pencelupan buah potong segar apel Manalagi pada natrium bisulfit dengan konsentrasi 200 ppm, 150 ppm, 100 ppm dan 50 ppm selama 5 menit dan 3 menit menunjukkan hasil yang signifikan pada pengamatan hari ke-0 hingga hari ke-15. Total fenol pada buah potong segar apel Manalagi yang diberi perlakuan perendaman natrium bisulfit menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan tanpa perendaman. Perlakuan perendaman pada natrium bisulfit 100 ppm selama 5 menit menunjukkan total fenol paling rendah diakhir pengamatan dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Adapun dinamika perubahan total fenol pada semua perlakuan disajikan dengan histogram pada gambar 4.



Gambar 4. Histogram hasil uji kandungan fenol yang diberikan perlakuan berbagai konsentrasi natrium bisulfit dan tanpa perendaman selama 15 hari pengamatan.

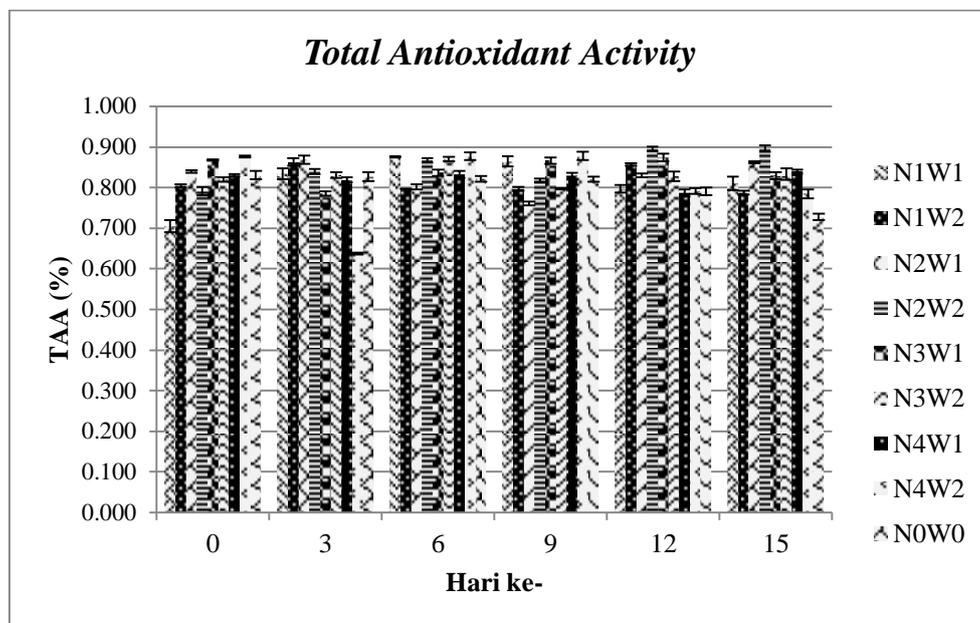
Histogram pada gambar 8 menunjukkan bahwa kandungan fenol pada semua perlakuan cenderung meningkat pada hari ke-3 dan hari ke-6 kemudian menurun pada hari ke-9. Peningkatan kandungan fenol hingga hari ke-6 berkaitan dengan adanya enzim *phenylalanine-ammonia lyase* (PAL) yang juga meningkat akibat adanya pelukaan. Fenomena total fenol mencapai puncaknya dan kemudian menurun dihari berikutnya terjadi setelah sebelumnya enzim PAL mencapai puncaknya akibat adanya pelukaan. Total fenol tidak secara paralel meningkat bersamaan dengan enzim PAL, melainkan terdapat jeda waktu total fenol mencapai puncaknya (Kubo *et al.*, 1988). Kandungan fenol kembali meningkat pada hari ke-12 dan cenderung menurun pada hari ke-15. Kandungan fenol paling rendah di akhir pengamatan terdapat pada sampel yang direndam pada perlakuan natrium bisulfit dengan konsentrasi 100 ppm selama 5 menit.

Penurunan dan peningkatan kandungan fenol ini berkaitan dengan aktivitas enzim PPO serta berpengaruh langsung terhadap warna buah potong segar apel Manalagi. Kandungan fenol yang meningkat pada hari ke-3 hingga hari ke-6 berhubungan dengan aktivitas enzim PPO yang diamati pada waktu yang sama dan menunjukkan kecenderungan peningkatan aktivitas enzim (Gambar 2). Hal ini tentu berpengaruh pada kenampakan warna buah potong segar apel Manalagi yang mengalami penurunan derajat kecerahan warna daging buah pada hari ke-3 hingga hari ke-6 (Gambar 1). Pada hari ke-9, kandungan fenol pada semua perlakuan mengalami penurunan. Meskipun pada hari ke-9 aktivitas enzim PPO belum menunjukkan penurunan aktivitas enzim yang signifikan, namun hal tersebut menyebabkan

peningkatan kecerahan warna daging buah potong segar apel Manalagi dihari tersebut (Gambar 1).

E. Total Antioksidant Activity (TAA)

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pecelupan buah potong segar apel Manalagi pada larutan natrium bisulfit konsentrasi 200 ppm, 150 ppm, 100 ppm dan 50 ppm selama 3 menit dan 5 menit menunjukkan hasil yang signifikan terhadap *Total Antioxidant Activity* (TAA) buah potong segar apel Manalagi pada pengamatan hari ke-0 hingga hari ke-15. *Total antioxidant activity* (TAA) pada buah potong segar apel Manalagi selama penyimpanan juga dapat dilihat pada histogram yang menunjukkan *trend* TAA sejak hari ke-0 hingga hari ke-15 (Gambar 9).



Gambar 5. Histogram hasil uji TAA yang diberikan perlakuan berbagai konsentrasi natrium bisulfit dan tanpa perendaman selama 15 hari pengamatan.

Histogram pada gambar 9 menunjukkan bahwa TAA buah potong segar apel Manalagi pada semua perlakuan perendaman mengalami fluktuasi selama penyimpanan namun cenderung konstan sejak hari ke-3 hingga hari ke-15. Buah potong segar apel Manalagi tanpa perlakuan mengalami aktivitas antioksidan yang terus menurun sejak hari ke-3 hingga hari ke-15. Aktivitas antioksidan pada buah potong segar yang diberi perlakuan perendaman larutan natrium bisulfit cenderung mengalami peningkatan pada hari ke-3 kecuali pada perlakuan pada perendaman natrium bisulfit 50 ppm selama 3 menit yang mengalami penurunan TAA secara drastis namun meningkat lagi pada hari ke-6. Peningkatan aktivitas

antioksidan ini berkaitan dengan banyaknya gugus hidroksil pada sampel. Diduga senyawa sulfat yang masuk ke dalam jaringan buah mampu mempertahankan kandungan gugus hidroksil pada senyawa fenol sehingga penangkapan atau penetralan radikal bebas terus berlangsung seperti penetralan spesies oksigen reaktif (ROS) yang dapat menyebabkan kerusakan DNA dan mempercepat penuaan. Menurut Aji (2013), Semakin banyak jumlah gugus hidroksil yang dimiliki oleh senyawa fenol maka semakin besar aktivitas antioksidan yang dihasilkan. Senyawa fenol ini mempunyai kemampuan untuk menyumbangkan atom hidrogen, sehingga radikal DPPH dapat tereduksi menjadi bentuk yang lebih stabil. Aktivitas peredaman radikal bebas senyawa fenol dipengaruhi oleh jumlah dan posisi hidrogen fenolik dalam molekulnya.

Aktivitas antioksidan pada semua perlakuan cenderung mengalami penurunan pada hari ke-9. Alfianti (2012) menyatakan bahwa kandungan fenolik dan flavonoid yang tinggi memiliki aktivitas antioksidan penangkapan radikal DPPH yang tinggi pula, begitupun dengan kebalikannya sehingga penurunan aktivitas antioksidan pada hari ke-9 juga dapat dihubungkan dengan menurunnya kadar fenol pada sampel yang sama di hari tersebut (Gambar 4). Wolfe *et al.*, (2003) menyatakan bahwa terdapat hubungan antara kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan pada apel. Uji kapasitas antioksidan yang dilakukan oleh Lee *et al.*, (2003) menunjukkan urutan senyawaan fenolik menurut kemampuan antioksidannya, yaitu quercetin, epikatekin, prosianidin B2, asam klorogenat dan floretin.

Penurunan aktivitas antioksidan diduga disebabkan oleh proses glikolisasi yang terjadi pada sampel selama penyimpanan. Senyawa flavonoid yang terdapat di dalam ekstrak buah dan berada dalam keadaan tidak murni yang dalam artian berikatan dengan gugus lain merupakan salah satu faktor yang menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan. Senyawa tersebut salah satunya adalah glikosida. Glikosida adalah senyawa yang tersebar luas di dalam tanaman. Glikolisasi dapat menurunkan aktivitas antioksidan flavonoid. Hal tersebut mengakibatkan flavonoid tidak dapat mendonasikan hidrogen dan elektron untuk menangkal radikal bebas dikarenakan terjadinya halangan sterik. Adanya perubahan bentuk atom $-H$ menjadi gugus metil ($-CH_3$) melalui reaksi metilasi juga dapat menurunkan aktivitas antioksidan karena pengurangan atom $-H$ yang merupakan sumber proton untuk penangkapan radikal bebas (Aji, 2013).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Perendaman buah potong segar apel Manalagi pada berbagai konsentrasi natrium bisulfit mampu menghambat perubahan warna daging buah akibat reaksi pencoklatan enzimatis.
2. Perendaman buah potong segar apel Manalagi pada natrium bisulfit dengan konsentrasi 50 ppm selama 3 menit merupakan perlakuan dengan kemampuan terbaik untuk menghambat perubahan warna daging buah akibat reaksi pencoklatan enzimatis.

B. Saran

Perlu dilakukan uji lanjut mengenai kualitas fisik *fresh-cut* apel Manalagi yang diberi perlakuan perendaman natrium bisulfit untuk mengetahui kualitas kesegaran buah setelah dilakukan pencelupan dan penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, Sulandi. 2013. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kloroform Buah Lakum (*Cayratia trifolia*) dengan Metode DPPH (2,2-Difenil-1-Oikrilhidrazil). Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura. Pontianak. <https://media.neliti.com/media/publications/193320-ID-none.pdf>. Diakses tanggal 21 Januari 2019.
- Badan Pusat Statistik . 2017. Konsumsi buah dan Sayur Nasional. Badan Pusat Statistik. Jakarta. gizi.depkes.go.id/wp-content/uploads/Paparan-BPS-Konsumsi-Buah-Dan-Sayur.pdf. Diakses tanggal 11 Januari 2018.
- Baeza, Rita 2007. *Comparison of Technologies to Control the Physiological, Biogichemical and Nutriional Changes of Fresh-Cut Fruit. Thesis. Food Science Graduate Program College Agriculture. Kansas State University. Manhattan. Kansas.*
- deMan, John. 1997. Kimia Makanan. ITB : Bandung.
- Ingka, R.A dan Rosdiani, A. 2015. Analisis Pengaruh Natrium Metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) dan Lama Penyimpanan terhadap Proses Browning Buah Pir menggunakan Rancangan Faktorial. Politeknik Gorontalo. Jtech 5 (2) : 54 – 58.
- Ioannou, I dan Ghou, M. 2013. *Prevention of Enzymatic Browning in Fruit and Vegetables. European Scientific Journal.* 9 (30) : 310-341.
- Kiranun, Mohpraman dan Jingtair, Siriphanich. 2011. *Safe Use of Sodium Metabisulfite in Young Coconuts. Postharvest Biology and Techniologi* 65 : 76-78. Kasetsart University Kamphaen.

- Kujipers, T.F.M., Verloop, A.J.W., Narvaez-Cuenca, van Berkel, W.J.H., Vincken, J.P., and Gruppen, H. 2012. Inhibition of Enzymatic Browning of Chlorogenic Acid by Sulphucontaining Compounds. *Journal of Agriculture Food Chemistry*. 60 :3507 – 3514.
- Mesquita, V. L. V. and Queiroz, C. 2013. *Enzymatic Browning. Biochemistry of Foods. 3rd Ed. Editor Eskin, N.A. M. and Shahidi, F. Academic Press. Amsterdam.* 387-418.
- Mohpraman, K. and Siriphanich, J. 2012. *Safe use of Sodium Metabisulfite in Young Coconuts. Postharvest Biology and Technology* 65 : 76-78.
- Queiroz, C., Lopes, M. L. M., Fialho, E., dan Valente-Mesquita, V. L. 2008. *Polyphenol oxidase: Characteristics and mechanisms of browning control. Food Reviews International* 24 (4) : 361-375.
- Rahman, F. 2007. Pengaruh konsentrasi natrium metabisulfit (Na₂S₂O₅) dan suhu pengeringan terhadap mutu pati biji alpukat (*Persea americana* Mill.), Skripsi, USU, Medan.
- Siregar dan Amri. 2011. Pemerintah Perketat Impor Buah. <http://industri.kontan.co.id/news/pemerintah-perketat-impor-buah-1>. Diakses tanggal 10 Januari 2018.
- Supapvanich, Suriyan., Prathaan, Pattama dan Tepsorn, Racha. 2012. *Browning Inhibition on Fresh-cut Rose Apple Fruit cv. Taaptimjaan Using Konjac Glucomannan Coating Incorporated with Pineapple Fruit Extract. Post Harvest Biology and Technology Journal* 73 (2012) : 46 – 49.
- William, Renzo., Angelica, Maria., Juliana, Marques dan Gustavo, Graciano. 2008. *Effect of L-Ascorbic Acid and Sodium Meabisulfite in the Inhibition of the Enzymatic Browning of Minimally Processed Apfle. International Journal of Agricultural Reseach* 3 (3) : 196 – 201. https://www.researchgate.net/publication/250302981_Effect_of_L-ascorbic_acid_and_sodium_metabisulfite_in_the_inhibition_of_the_enzymatic_browning_of_minimally_processed_apple. Diakses tanggal 9 Januari 2018.
- Yu, Shen Liang., Nan, Lu Chen dan Lih, Shang Ke. 2012. *Influence of dipping in sodium metabisulfite in pericarp browning of lichi cv. Yu Her Pau (Fezixiao). Post Harvest Biology and Technology* 68: 72-77.
- Zaky, Fadhila. 2018. Pengaruh Konsentrasi Natrium Metabisulfit (Na₂S₂O₅) terhadap Reaksi Pencoklatan dan Aktivitas Enzim Polifenol Oksidase (PPO) pada *Fresh-cut* Buah Apel (*Malus sylvestris* Mill.) Varietas Rome Beauty. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.