

SURAT KETERANGAN NASKAH DITERIMA

No. 444/PL.15.8/LL/2017

Dengan ini, Redaksi Jurnal Pertanian Terapan memberitahukan bahwa naskah Anda dengan identitas:

- Judul : Interaksi Antara Asam Benzoat dan Temperatur Terhadap *Brewing Jus* Buah Belimbing Manis (*Averrhoa carambola* L.)
- Penulis : Fathia Jannah, Zulkifli, Tundjung Tripeni Handayani, dan Martha Lulus Lande
- Afiliasi/institusi : Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung
- Email : fathia.jannah1041@students.unila.ac.id
- Tanggal Kirim : 13 November 2017

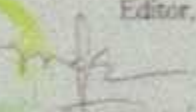
Telah memenuhi kriteria publikasi di Jurnal Pertanian Terapan dan dapat kami terima sebagai bahan naskah untuk Penerbitan Jurnal Pertanian Terapan pada Vol 18 No 03 2018, dalam versi cetak dan/atau elektronik. Melalui surat keterangan ini, penulis tunduk pada ketentuan hak cipta Jurnal Pertanian Terapan [lihat *Author Guideline* di situs jurnal].

Untuk menghindari adanya duplikasi terbitan dan pelanggaran etika publikasi ilmiah terbitan berkala, kami berharap agar naskah/artikel tersebut tidak dikirimkan dan dipublikasikan ke penerbit jurnal/majalah lain.

Demikian surat ini disampaikan, atas partisipasi dan kerja samanya, kami ucapkan terima kasih.

Bandar Lampung, 14 Desember 2017

Editor,



Anahitasari, S.T.P., M.T.A
NIP. 197608302010122002

Interaksi Antara Asam Benzoat dan Temperatur Terhadap Browning Jus Buah Belimbing Manis (*Averrhoa carambola* L.)

Interaction Between Benzoic Acid and Temperature Against Browning Sweet Star Fruit Juice (*Averrhoa carambola* L.)

Fathia Jannah^{1*}, Zulkifli², Tundjung Tripeni Handayani², Martha Lulus Lande²

¹Mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Unila

²Dosen Jurusan Biologi FMIPA Unila

*fathia.jannah1041@students.unila.ac.id

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah penambahan asam benzoat dapat menghambat *browning* jus buah belimbing manis. Penambahan asam benzoat dilakukan setelah jus buah belimbing manis diberi perlakuan temperatur 0 °C, 25 °C dan 50 °C. Penelitian dilakukan dalam percobaan faktorial 3 x 2 dengan 4 kali ulangan. Faktor A adalah temperatur dengan 3 taraf: 0 °C, 25 °C, 50 °C dan faktor B adalah asam benzoat dengan 2 taraf: 0% b/v dan 10% b/v. Parameter kuantitatif adalah indeks *browning* dan kandungan karbohidrat terlarut total. Parameter kualitatif adalah aktivitas enzim dehidrogenase dan level gula pereduksi. Uji Levene dan analisis ragam dilakukan pada taraf nyata 5%. Jika interaksi faktor A dan B tidak nyata maka ditentukan *main effect* dengan uji Tukey pada taraf nyata 5%. Jika interaksi nyata maka ditentukan *simple effect* faktor B pada setiap faktor A dengan uji F pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan asam benzoat meningkatkan kejernihan jus buah belimbing manis. Indeks *browning* jus buah belimbing manis yang diberi perlakuan 0 °C, 25 °C mengalami penurunan masing-masing 88% dan 89% setelah penambahan asam benzoat namun tidak berpengaruh terhadap kandungan karbohidrat terlarut total jus buah belimbing manis. Perlakuan temperatur 25 °C dan 50 °C menurunkan kandungan karbohidrat terlarut total masing-masing 6% dan 9% dibanding perlakuan 0 °C. Aktivitas enzim dehidrogenase relatif lebih tinggi pada temperatur 25 °C baik tanpa penambahan maupun dengan penambahan asam benzoat dibanding temperatur 0 °C dan 50 °C. Gula pereduksi terdeteksi pada semua perlakuan. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa penambahan asam benzoat dapat menghambat *browning* jus buah belimbing manis.

Kata kunci: asam benzoat, belimbing manis, *browning*.

ABSTRACT

The purpose of this research was to find out whether the addition of benzoic acid could inhibit browning of sweet star fruit juice. The addition of benzoic acid was done after sweet star fruit juice was treated 0 °C, 25 °C and 50 °C. The experiment was conducted in a 3 x 2 factorial experiment with 4 replications. Factor A was a temperature with 3 levels: 0 °C, 25 °C, 50 °C and B factor was benzoic acid with 2 levels: 0% w/v and 10% w/v. Quantitative parameters are brown index and total dissolved carbohydrate content. Qualitative parameters are dehydrogenase enzyme activity and reducing sugar level. Levene test and variance analysis were performed at 5% significant level. If the interaction of factor A and B is not real then the main effect is determined by the Tukey test at 5% significant level. If the interaction is real then the simple effect of factor B on each factor A with the F test at 5% significant level. The results showed that the increase of benzoic acid increased the clarity of sweet star fruit juice. The browning index of sweet star fruit juice treated 0 °C, 25 °C has decreased by 88%

and 89% after addition of benzoic acid but did not affect the total soluble carbohydrate content of sweet star fruit juice. Temperature treatment 25 °C and 50 °C decreased total dissolved carbohydrate content by 6% and 9% respectively compared to 0 °C treatment. Dehydrogenase enzyme activity relative higher at temperature 25 °C either without addition or with addition of benzoic acid compared to temperature 0 °C and 50 °C. The reducing sugar was detected in all treatments. From the study it concluded that the addition of benzoic acid can inhibit browning sweet star fruit juice.

Keywords: benzoat acid, browning, sweet star fruit

Diterima:, disetujui

PENDAHULUAN

Belimbing manis (*Averrhoa carambola* L.) memiliki bentuk seperti bintang, berlekuk-lekuk jika dilihat dari penampang melintangnya, permukaannya licin seperti lilin dan memiliki rasa manis bervariasi sesuai dengan jenis dan varietasnya. Menurut N.I. Vavilov, belimbing tergolong tanaman tropis yang berasal dari India kemudian menyebar ke berbagai negara tropis seperti Malaysia dan Indonesia. Berbeda dengan pendapat sebelumnya, Sunarjono (2004) mengemukakan bahwa tanaman belimbing sebenarnya berasal dari daerah Asia Tenggara terutama Malaya.

Buah belimbing manis biasa dikonsumsi langsung setelah buah masak atau setelah diolah menjadi minuman atau jus. Buah belimbing mudah mengalami pencoklatan (*browning*). *Browning* adalah salah satu masalah yang dihadapi dalam pengolahan buah belimbing salah satunya jus. Jus buah belimbing akan berubah warna menjadi coklat apabila didiamkan terlalu lama..

Menurut Rahmawati (2008), *browning* adalah proses pembentukan pigmen berwarna kuning yang akan berubah warna menjadi coklat gelap. Warna coklat ini terbentuk karena dipicu oleh reaksi oksidasi yang dikatalisis oleh enzim fenol oksidase atau polifenol oksidase (PPO) (Cheng & Crisosto, 1995). Reaksi pencoklatan dapat didefinisikan sebagai peristiwa dimana gugus asam amino dari protein bereaksi dengan gugus aldehida atau keton dari gula pereduksi dan menghasilkan warna coklat (Azis, 2016). *Browning* memberikan kerugian yaitu mengurangi kualitas produk bahan pangan segar, sehingga dapat menurunkan nilai ekonomisnya. Penurunan nilai ekonomis buah karena *browning* dapat terjadi karena perubahan rasa pada buah (Blackwell, 2012). Perubahan rasa dan penurunan kualitas tersebut juga berlaku pada pengolahan jus buah belimbing manis.

Browning dapat dihambat dengan perlakuan-perlakuan tertentu. Penghambatan *browning* dapat dilakukan baik dengan perlakuan fisik (pemanasan, pendinginan, pembekuan, aplikasi tekanan tinggi, dan radiasi), maupun penambahan zat penghambat (Marshall *et al.*, 2000). Menurut Padmadisastra *et al.* (2003) pemanasan akan menginaktivasi enzim-enzim yang terlibat dalam reaksi *browning*. Enzim umumnya bereaksi optimum pada suhu 30-40 °C. Pada suhu 45 °C enzim mulai terdenaturasi dan pada suhu 60 °C enzim mengalami dekomposisi, termasuk enzim PPO yang menyebabkan *browning* pada buah. Namun proses pemanasan dapat menyebabkan non-enzimatik *browning*. Eskin *et al.* (1971) menyatakan, reaksi non-enzimatik *browning* merupakan reaksi yang tidak melibatkan peran enzim. Reaksi *browning* non-enzimatik terdiri dari tiga macam yaitu karamelisasi, reaksi Maillard, dan oksidasi vitamin C. Non-enzimatik *browning* disebabkan oleh tiga proses yaitu karamelisasi, oksidasi vitamin C, dan reaksi Maillard (Kurtanto, 2008).

Menurut Zulfahnur, dkk (2009) pencegahan reaksi *browning* pada produk pangan juga dapat dilakukan dengan penurunan pH pangan melalui penambahan asam sitrat, asam askorbat, asam asetat, larutan natrium metabisulfit dan larutan sirup gula. Penurunan pH dilakukan karena reaksi *browning* umumnya terjadi pada pH 9 sampai pH 10,5 (Eriksson, 1981). Asam benzoat adalah salah satu asam organik yang dapat menghambat terjadinya reaksi *browning*. Asam benzoat merupakan pereduksi

kuat sehingga berfungsi sebagai antioksidan (William and Caliendo, 1984). Penambahan asam benzoat dapat menurunkan pH enzim fenolase atau polifenol oksidase (PPO) sehingga aktivitas enzim menjadi terhambat dan dapat mengikat ion tembaga yang merupakan sisi aktif enzim (Santoso, 2006).

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan percobaan lanjutan untuk mengetahui pengaruh dari asam benzoat dan temperatur terhadap *browning* jus buah belimbing manis. *Browning* pada jus buah belimbing manis di evaluasi berdasarkan warna jus, indeks *browning*, kandungan karbohidrat terlarut total, aktivitas enzim dehidrogenase dan level gula pereduksi.

Dalam makalah ini kami melaporkan interaksi antara asam benzoat dan temperatur terhadap *browning* jus buah belimbing manis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, pada bulan Oktober sampai November 2017. Penelitian dilakukan dalam percobaan faktorial 3 x 2. Faktor A adalah temperatur dengan 3 taraf: 0 °C, 25 °C, 50 °C dan faktor B adalah asam benzoat dengan 2 taraf: 0% b/v dan 10% b/v. Setiap kombinasi perlakuan diulang 4 kali sehingga jumlah satuan percobaan adalah sebanyak 24 kali. Sebagai parameter kuantitatif adalah nilai tengah (μ) indeks *browning* dan kandungan karbohidrat terlarut total sedangkan parameter kualitatif adalah level gula pereduksi dan aktivitas enzim dehidrogenase.

Untuk mendapatkan jus buah belimbing manis, 100 gram daging buah diproses dengan juicer. Jus yang diperoleh dimasukkan ke dalam beaker glass. Selanjutnya, 10 ml dipipet ke dalam tabung reaksi yang telah dilabel dengan perlakuan dan ulangan. Semua tabung reaksi ditutup rapat dengan plastik dan diikat dengan karet gelang.

8 tabung reaksi berisi jus buah belimbing manis disimpan didalam kulkas sampai temperatur jus mencapai 0 °C, 8 tabung reaksi lagi diinkubasi pada suhu kamar (25 °C), dan sisanya dipanaskan dengan hot plate sampai temperatur 50 °C. Masing-masing 4 tabung reaksi dari ketiga temperatur diberi penambahan asam benzoat 2 ml sebagai perlakuan dan 2 ml aquadest sebagai kontrol. Kemudian seluruh tabung diinkubasi pada suhu kamar selama 72 jam.

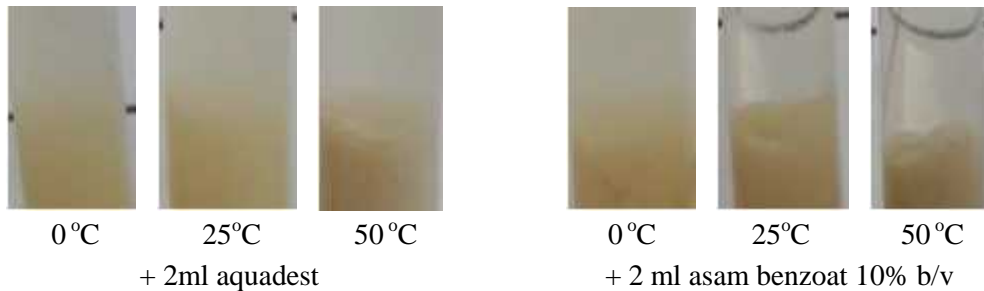
Indeks *browning* ditentukan menurut Jeong *et al.* (2008). Absorbansi jus buah belimbing manis diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm. Semakin besar nilai absorbansi semakin tinggi indeks *browning*. Kandungan karbohidrat terlarut total ditentukan dengan metoda fenol sulfur. 2 ml jus dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 ml larutan H₂SO₄ pekat dan 1 ml larutan fenol. Jus dibiarkan beberapa saat sampai berwarna coklat kemerahan yang menunjukkan karbohidrat terlarut. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer UV dengan panjang gelombang 490 nm. Nilai absorbansi setiap jus buah belimbing manis dicatat. Kandungan karbohidrat ditentukan berdasarkan kurva standar glukosa dan dinyatakan dalam satuan mg/ml jus. Gula pereduksi dideteksi dengan uji Benedict. 2 ml jus buah belimbing manis ditambahkan 3 ml Benedict dan dipanaskan selama 10 menit. Endapan warna merah bata yang terbentuk menunjukkan gula pereduksi. Aktivitas enzim dehidrogenase dievaluasi berdasarkan metoda *methylene blue* (Witham *et al.*, 1886). 2 ml Jus buah belimbing manis dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan methylene blue 0,025% (b/v) sampai memenuhi tabung reaksi lalu ditutup rapat dengan plastik dan diikat menggunakan karet gelang, selanjutnya dilanjutkan dengan inkubasi selama 24 jam. Aktivitas enzim dehidrogenase diduga berdasarkan perubahan warna larutan *methylene blue*. Semakin bening warna *methylene blue* semakin tinggi aktivitas enzim dehidrogenase.

Uji Levene dan analisis ragam dilakukan pada taraf nyata 5%. Jika interaksi faktor A dan faktor B tidak nyata maka ditentukan *main effect* dengan uji Tukey pada taraf nyata 5 %. Jika

interaksi nyata maka ditentukan *simple effect* asam benzoat (faktor B) pada setiap taraf temperatur (faktor A) dengan uji F pada taraf nyata 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Warna jus buah belimbing manis. Warna jus buah belimbing manis setelah diberi perlakuan temperatur dan diinkubasi selama 72 jam dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Warna jus buah belimbing manis setelah diinkubasi selama 72 jam.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penambahan asam benzoat 10% b/v meningkatkan kejernihan jus buah belimbing manis dan menghambat proses *browning* jus buah belimbing manis.

Hal tersebut sesuai dengan William and Caliendo (1984) bahwa asam benzoat merupakan pereduksi kuat sehingga berfungsi sebagai antioksidan. Suatu antioksidan dapat melindungi zat lain dari oksidasi dimana dirinya sendiri yang teroksidasi, sehingga mencegah buah berubah menjadi berwarna coklat.

Indeks *Browning*. Pengaruh asam benzoat terhadap indeks *browning* jus buah belimbing manis dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata indeks *browning* jus buah belimbing manis.

Faktor	B (Asam Benzoat)			
	Taraf	0% b/v	10% b/v	Rata-rata
A (Temperatur)	0°C	1,44 ±0,08 ^a	0,17 ±0,02 ^b	0,805
	25°C	1,32 ±0,05 ^a	0,15 ±0,02 ^b	0,735
	50°C	0,55 ±0,05 ^a	0,22 ±0,02 ^a	0,385

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata.

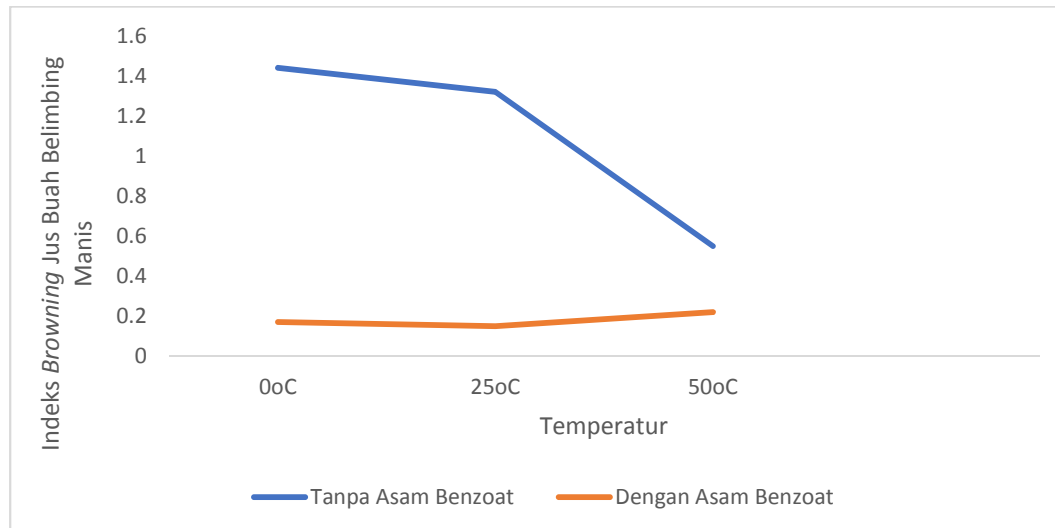
Analisis ragam pada taraf nyata 5% menunjukkan bahwa temperatur, asam benzoat serta interaksinya berpengaruh nyata terhadap indeks *browning* jus buah belimbing manis ($p < 0,05$). Analisis *simple effect* menunjukkan bahwa perlakuan asam benzoat berpengaruh nyata terhadap indeks *browning* jus buah belimbing manis yaitu pada taraf temperatur 0 °C dan 25 °C ($F > F_{hit}$).

Hal ini menunjukkan bahwa asam benzoat efektif menurunkan enzimatik *browning* dalam jus buah belimbing manis. Hal tersebut sesuai dengan Iyengar dan Evily (1992) bahwa asam organik seperti asam benzoat digunakan untuk menghambat reaksi *browning* dengan menurunkan pH dibawah 3, sehingga enzim polifenol oksidase menjadi inaktif. Disamping dapat menurunkan pH penambahan

asam benzoat juga dapat mengikat ion tembaga yang merupakan sisi aktif enzim sehingga aktivitas enzim dapat dihambat (Santoso, 2006).

Latifah (2009) menjelaskan bahwa *browning* dapat diminimalisir apabila interaksi antara oksigen dan jaringan buah dapat ditekan, hal tersebut membuktikan bahwa penambahan asam benzoat 10% efektif dalam menghambat *browning* jus buah belimbing manis selama 72 jam.

Kurva interaksi antara temperatur dan asam benzoat dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Kurva interaksi antara temperatur dan asam benzoat terhadap indeks *browning* jus buah belimbing manis.

Kandungan Karbohidrat Terlarut Total. Pengaruh penambahan asam benzoat 10% b/v terhadap kandungan karbohidrat terlarut total jus buah belimbing manis dapat dilihat pada tabel 2.

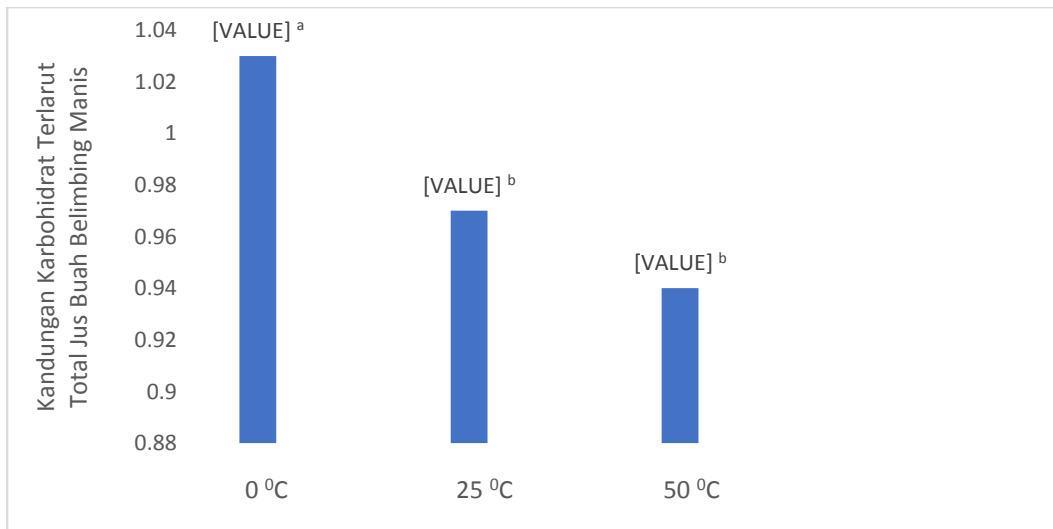
Tabel 2. Rata-rata kandungan karbohidrat terlarut total jus buah belimbing manis

Faktor	B (Asam Benzoat)			Rata-rata
	Taraf	0% b/v	10% b/v	
A (Temperatur)	0 °C	1,06 ± 0,03	0,99 ± 0,03	1,03 ^a
	25 °C	0,98 ± 0,02	0,95 ± 0,02	0,97 ^b
	50 °C	0,94 ± 0,02	0,93 ± 0,02	0,94 ^b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata.

Analisis ragam pada taraf nyata 5% menunjukkan bahwa temperatur berpengaruh nyata ($p < 0,05$), sedangkan asam benzoat serta interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan karbohidrat terlarut total jus buah belimbing manis ($p > 0,05$).

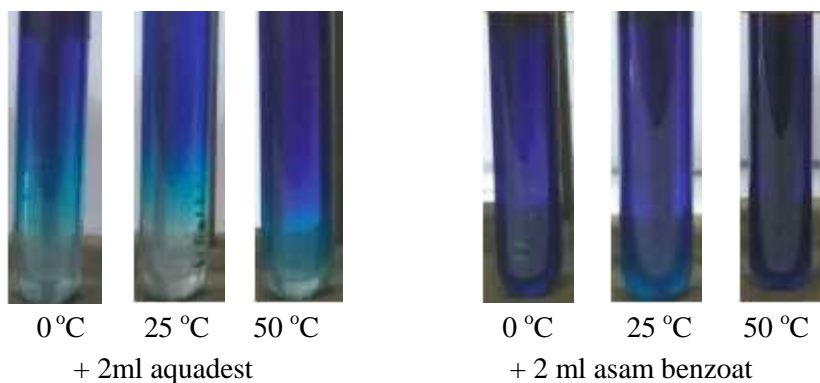
Main effect temperatur terhadap kandungan karbohidrat terlarut total jus buah belimbing manis ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Kandungan karbohidrat terlarut total jus buah belimbing manis.

Uji Tukey pada taraf nyata 5% menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat terlarut total perlakuan 0 °C berbeda nyata dari perlakuan 25 °C dan 50 °C. Salah satu komponen karbohidrat terlarut total dari jaringan buah adalah gula pereduksi. Penurunan kandungan karbohidrat terlarut total pada perlakuan temperatur 25 °C diduga berhubungan dengan peningkatan laju respirasi dalam jus buah belimbing. Substrat respirasi dalam jaringan buah diketahui adalah fruktosa yang merupakan salah satu bentuk gula pereduksi. Penurunan kandungan karbohidrat terlarut total pada perlakuan temperatur 50 °C diduga berkaitan dengan penurunan gula-gula non-pereduksi seperti sukrosa.

Aktivitas Enzim Dehidrogenase. Aktivitas enzim dehidrogenase jus buah belimbing manis setelah diberi perlakuan temperatur dan diinkubasi selama 24 jam dapat dilihat pada gambar 4.

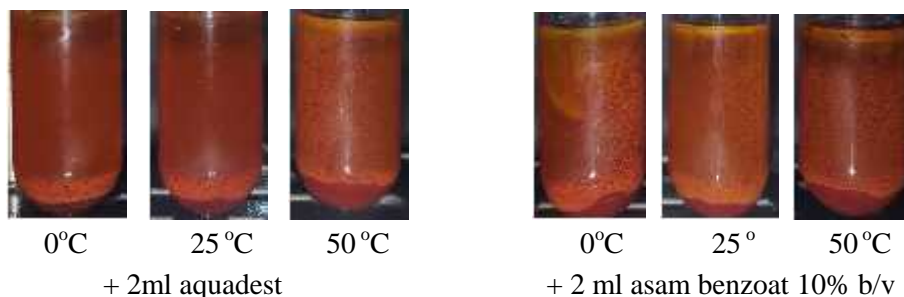


Gambar 4. Aktivitas enzim dehidrogenase jus buah belimbing manis.

Warna *methylene blue* tanpa penambahan asam benzoat 10% b/v lebih bening dibanding warna *methylene blue* dengan penambahan asam benzoat 10% b/v. Demikian juga warna *methylene blue* temperatur 25 °C lebih bening dari 0 °C dan 50 °C. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas enzim dehidrogenase relatif lebih tinggi pada temperatur 25 °C dibanding temperatur 0 °C dan 50 °C baik tanpa penambahan maupun dengan penambahan asam benzoat 10% b/v. Berdasarkan dari hasil pengamatan terlihat bahwa warna *methylene blue* kontrol lebih terang dari warna *methylene blue* perlakuan.

Hal tersebut diduga terjadi karena elektron yang dilepaskan oleh jus buah belimbing manis kontrol lebih banyak daripada elektron yang dilepaskan oleh jus buah belimbing manis perlakuan. Hal ini membuktikan bahwa penambahan asam benzoat 10% b/v dapat menurunkan aktivitas enzim dehidrogenase (Ioannou and Ghoul, 2013). Enzim dehidrogenase merupakan enzim yang terlibat dalam siklus Krebs, oleh karena itu siklus Krebs mengalami penurunan pada jus buah belimbing manis perlakuan karena enzim tidak dapat bekerja dalam kondisi asam (Manopoulou and Theodros Varzakas, 2011).

Level Gula Pereduksi. Level gula pereduksi didalam jus buah belimbing manis setelah diberi perlakuan temperatur dan diinkubasi selama 72 jam dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Endapan warna merah bata yang terbentuk pada jus buah belimbing manis

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa level gula pereduksi terdeteksi pada semua kombinasi perlakuan dan paling banyak terdapat pada temperatur 50 °C baik pada tanpa perlakuan penambahan asam benzoat 10% b/v dan dengan perlakuan penambahan asam benzoat 10% b/v.

Hal tersebut diduga terjadi karena tidak terjadi reaksi Maillard dalam perlakuan penambahan asam benzoat 10% b/v sehingga gula pereduksi tidak berikatan dengan gugus amino dalam reaksi Maillard (Whistler and Daniel, 1985).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan. Penambahan asam benzoat 10% b/v kedalam jus buah belimbing manis efektif menghambat *browning* pada perlakuan temperatur 0 °C dan 25 °C.

Saran. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengukur aktifitas enzim dehidrogenase dan gula pereduksi secara kuantitatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Azis, R. 2016. *Pencoklatan pada Buah Pear*. Teknologi Hasil Pertanian Poligon. Gorontalo.
- Blackweel, Wiley, 2012. *Food Biochemistry and Food Processing, 2nd* (ed). New York.
- Cheng, G.W. dan Crisosto, C.H., 1995. Browning Potential, Phenolic Composition, and Polyphenoloxidase Activity of Buffer Extracts of Peach and Nectarine Skin Tissue. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 120: 835-838.
- Eriksson, C. 1981. *Maillard Reaction in Food: Chemical, Physiological and Technological Aspects*. Pergamon Press. Oxford.
- Eskin, N.A.M., H.M. Henderson, and R.J. Townsend. 1971. *Biochemistry of Foods*. Academic Press, New York, San Francisco. London.
- Iyengar, R.J.A. and Evily. 1992. *Anti Browning Agent : Alternatives to the use of sulfite in foods ; Trends in food Technology*. Elsevier trends Journal. 3: 60-63
- Ioannou, I., and Ghoul, M. 2013. *Prevention of enzymatic browning in fruit and vegetables*.
- 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): 79-87.
- Kurtanto, Tomy. 2008. *Reaksi Miillard pada Produk Pangan*. IPB. Bogor.
- Latifah. 2009. *Pengaruh coating pati ubi jalar putih (Ipomoea batatas L.) terhadap perubahan warna apel potong segar (fresh-cut apple)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Marshall, M.R., Kim, J., and Wei, C.I., 2000. *Enzymatic Browning in Fruits, Vegetable and Seafoods*. FAO. P. 45.
- Manolopoulou, E., and Theodoros Varzakas. 2011. *Effect of Storage Conditions on the Sensory Quality, Colour and Texture of Fresh-Cut Minimally Processed Cabbage with the Addition of Ascorbic Acid, Citric Acid and Calcium*.
- Padmadisastra Y, Sidik, Ajizah S. 2003. *Formulasi sediaan cair gel Lidah Buaya (Aloe vera Linn.) sebagai minuman kesehatan*. Fakultas Farmasi. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Rahmawati F. 2008. *Pengaruh vitamin C terhadap aktivitas polifenoloksidase buah Apel merah (Pyrus malus) secara in vitro [skripsi]*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Santoso, F., 2006. *Teknologi Pengawetan Bahan Segar*. Laboratorium Kimia Pangan Fakultas Pertanian. Universitas Widyagama Malang.
- Sunarjono, HH., 2004. *Berkebun Belimbing Manis*. Penerbit Swadaya. Kota Depok.
- William and Caliendo, 1984. *Biology of ascorbic acid biosynthesis, in Ascorbic Acid: Biochemistry and Biomedical Cell Biology*, pp 17- 39.
- Witham and Yoshida. 1986. *Exercises in Plant Physiology*. Second Edition ed. Published as: Experiments in Plant Physiology. America.
- Whistler R., Daniel JR. 1985. *Carbohydrate*. Di dalam: Fennema OR (eds). *Food Chemistry*. New York. Marcel Dekker. Inc.
- Zulfahnur, 2009. *Mempelajari Pengaruh Reaksi Pencoklatan Enzimatis Pada Buah Dan Sayur*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.