

**SURAT KETERANGAN NASKAH DITERIMA**

No: 009/PL15.8/LL/2019

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

Judul : Potensi Ekstrak Air Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.)  
Sebagai Bahan Anti *Browning* Umbi Kentang (*Solanum Tuberosum* L.)

Penulis : Meliya Trinandawati, Martha L. Lande, Zulkifli, dan Tundjung Tripeni Handayani

Afiliasi/institusi : Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung

Email : [meliyatrinanda@gmail.com](mailto:meliyatrinanda@gmail.com)

Tanggal Kirim : 01 Maret 2019

Telah memenuhi kriteria publikasi di Jurnal Penelitian Pertanian Terapan dan dapat kami terima sebagai bahan naskah untuk Penerbitan pada Volume 20 No.03 2020, dalam versi cetak dan/atau elektronik. Melalui surat keterangan ini, penulis tunduk pada ketentuan hak cipta Jurnal Penelitian 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 penerbitan jurnal/majalah lain.

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

Bandar Lampung, 08 Maret 2019  
Section Editor,Epro Barades, S.P., M.Si.  
NIP 1986100920150142002

**POTENSI EKSTRAK AIR BUAH BELIMBING WULUH  
(*Averrhoa bilimbi* L.) SEBAGAI BAHAN ANTI *BROWNING*  
UMBI KENTANG (*Solanum tuberosum* L.)**

***POTENTIAL OF AQUAEOUS EXTRACT FROM WULUH STAR  
FRUIT (*Averrhoa bilimbi* L.) AS ANTI - BROWNING AGENT  
FOR POTATO TUBER (*Solanum tuberosum* L.)***

Meliya Trinandawati<sup>1\*</sup>, Martha L. Lande<sup>2</sup>, Zulkifli<sup>2</sup>, Tundjung Tripeni Handayani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Biologi – FMIPA Universitas Lampung

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Biologi – FMIPA Universitas Lampung

Jln. Soemantri Brodjonegoro No1 Bandar Lampung 35145

\*E-mail: [meliyatrinanda@gmail.com](mailto:meliyatrinanda@gmail.com)

**ABSTRAK**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah ekstrak air buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) memiliki potensi sebagai anti browning pada umbi kentang (*Solanum tuberosum* L.)". Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung pada bulan November 2018. Penelitian dilaksanakan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Faktor utama adalah ekstrak buah belimbing wuluh dengan 5 konsentrasi : 0% v/v (kontrol), 5% v/v, 10% v/v, 15% v/v, 20% v/v. Setiap perlakuan diulang 5 kali. Variabel . Parameter kuantitatif dalam penelitian ini adalah nilai tengah ( $\mu$ ) dari semua variabel tidak bebas, sedangkan parameter kualitatif adalah level gula pereduksi. Uji Levene, analisis ragam, dan uji BNJ dilakukan pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak air buah belimbing wuluh tidak dapat menurunkan indeks browning umbi kentang dan tidak mempengaruhi kandungan karbohidrat terlarut total dan aktivitas enzim dehidrogenase umbi kentang. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa ekstrak air buah belimbing wuluh tidak dapat diaplikasikan ke umbi kentang untuk menurunkan indeks *browning*.

**Kata Kunci:** Anti *browning*, Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.), enzim dehidrogenase, karbohidrat terlarut total, kentang (*Solanum tuberosum* L.)

## ABSTRACT

*The purpose of this study was to determine whether the extract of wuluh starfruit (*Averrhoa bilimbi* L.) had the potential as anti-browning on potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) ". This research has been carried out at the Botanical Laboratory, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Lampung University in November 2018. The research was carried out in a Completely Randomized Design (CRD). The main factor is the extract of starfruit fruit with 5 concentrations: 0% v / v (control), 5% v / v, 10% v / v, 15% v / v, 20% v / v. Each treatment was repeated 5 times. Variable. The quantitative parameter in this study is the middle value ( $\mu$ ) of all non-independent variables, while the qualitative parameter is the level of reducing sugar. Levene test, variance analysis, and BNJ test were carried out at 5% level. The results showed that the extract of carambola fruit did not reduce the browning index of potato tubers and did not affect the total carbohydrate content of the protein and the activity of potato tuber dehydrogenase enzymes. From the results of the study, it was concluded that the extract of starfruit juice could not be applied to potato tubers to reduce the browning index.*

**Keywords:** Anti browning, Wuluh starfruit (*Averrhoa bilimbi* L.), dehydrogenase enzyme, total dissolved carbohydrate, potato (*Solanum tuberosum* L.)

## PENDAHULUAN

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan bahan pangan yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi, dan merupakan salah satu makanan pokok di bebarapa negara. Selain karbohidrat, kentang memiliki kandungan protein, vitamin, dan mineral seperti vitamin B, vitamin C, fosfor, besi, dan kalsium. Kentang merupakan pangan yang kaya akan gizi, maka dari itu kebutuhan konsumsi sangat tinggi baik dalam negeri maupun permintaan dari luar negeri (Sunarjono, 2007). Sebagai sumber karbohidrat, kentang mempunyai potensi yang besar sebagai pendamping beras. Di kota-kota besar terlihat adanya pergeseran pemanfaatan kentang sebagai sumber karbohidrat. Hal ini terlihat dengan semakin menjamurnya restoran cepat saji (*fast food*).

Pada proses pengolahan kentang, sering terjadi reaksi pencoklatan atau *browning*. Kentang (*Solanum tuberosum* L.) sangat mudah mengalami pencoklatan (*browning*) apabila penanganannya kurang baik. Salah satu faktor yang mempengaruhi proses *browning* yaitu asam askorbat, tirosin, enzim polifenol oksidase dan oksigen yang tersedia. Pencoklatan pada buah ini tergolong pada pencoklatan enzimatik, hal ini di karenakan umbi kentang pada buah-buahan pada umumnya banyak mengandung substrat senyawa fenolik (Ridwan, 2008).

Menurut Wisnu, (2006) berdasarkan sumbernya antioksidan terdapat antioksidan yang bersifat alami, seperti komponen fenolik/flavonoid, vitamin E, vitamin C dan beta-karoten. Berdasarkan dari penelitian sebelumnya Utami (2008) menunjukkan vitamin C dapat menghambat aktivitas polifenol oksidase buah apel hijau dengan  $IC_{50}$  yaitu 0,241 Mm.

Selain kandungan vitamin C, ekstrak buah belimbing wuluh juga mengandung flavonoid, triterpenoid, dan tanin. Flavonoid merupakan senyawa yang mudah terlarut dalam peralut polar

seperti etanol, butanol, dan aseton. Flavonoid berfungsi untuk menjaga pertumbuhan normal, pertahanan terhadap pengaruh infeksi dan kerusakan dalam menghambat proses pencoklatan (Nugrahawati et al, 2009 ; Oktavianes et al, 2013 ; Lathifah 2008). Susunan kimia yang terkandung dalam belimbing wuluh yaitu asam amino, asam sitrat, fenolat, ion kalium, gula serta vitamin dan mineral, juga terdiri dari serat, abu dan air (Ikram *et al.*, 2009).

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung dari bulan November 2018. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini seperti beaker glass, erlenmeyer, gelas ukur, pipet volume pump, tabung reaksi dan raknya, corong, mortar dan penggerus, pipet tetes, cawan petri plastik, kertas saring Whatman no.1 untuk menyaring ekstrak belimbing wuluh, neraca digital, sentrifugase, kantong plastik, pisau, spektrofotometer uv, blender, dan kain kassa. Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah belimbing wuluh, umbi kentang, aquades, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, larutan fenol (2% b/v), reagent benedict, belimbing wuluh dan umbi kentang diperoleh dari pasar tradisional di Bandar Lampung.

Penelitian dilaksanakan dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Faktor utama adalah ekstrak air buah belimbing wuluh dengan 5 konsentrasi : 0% v/v (kontrol), 25% v/v, 50% v/v, 75% v/v, dan 100% v/v. Setiap perlakuan diulang 5 kali. Jumlah satuan percobaan adalah 25.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi ekstrak air buah belimbing wuluh, sedangkan variabel tidak bebas adalah indeks *browning*, kandungan karbohidrat terlarut total, aktivitas enzim dehidrogenase. Parameter kuantitatif dalam penelitian ini adalah nilai tengah ( $\mu$ ) dari semua variabel tidak bebas, sedangkan parameter kualitatif adalah level gula pereduksi.

Pembuatan larutan stok ekstrak air buah belimbing wuluh 500 gram buah belimbing wuluh diblender kurang lebih selama 5 menit sampai halus kemudian ditambahkan 500 ml aquades. Selanjutnya, ekstrak dituang ke dalam erlenmeyer dan dibiarkan selama 24 jam. Ekstrak disaring ke dalam beaker glass dengan kain kassa sehingga diperoleh larutan stok ekstrak belimbing wuluh dengan konsentrasi 100% v/v.

Penyiapan satuan percobaan, umbi kentang dikupas sehingga diperoleh 3-4 potongan umbi kentang dari 1 umbi kentang. Dari 7 umbi kentang diperoleh 28 potongan, dan kemudian dipilih secara acak sebanyak 25 potongan sebagai satuan percobaan.

Pemberian Perlakuan, lima potongan umbi kentang pondoh dipilih secara acak dan dimasukkan ke dalam 500ml larutan ekstrak air belimbing wuluh dengan konsentrasi 0%, 25%, 50%, 75%, 100%. Rendaman potongan umbi kentang diinkubasi selama 15 menit pada temperatur kamar. Selanjutnya, potongan umbi kentang dikeluarkan dari rendaman dan dimasukkan ke dalam kantong plastik dan ditaruh di cawan petri yang telah dilabel perlakuan dan ulangan.

Pengamatan variabel tidak bebas dilakukan 72 jam setelah perlakuan, Indeks *browning* ditentukan berdasarkan Jeong *et al.*, (2008). 1 gram umbi kentang digerus sampai halus dalam mortar dan diekstraksi dengan 10 ml *aquadest*. Ekstrak disaring ke dalam erlenmeyer dengan kertas Whatman no.1. Absorbansi filtrat diukur dengan spektrofotometer UV pada panjang gelombang 420nm. Nilai absorbansi filtrat merupakan indeks *browning*.

Kandungan karbohidrat terlarut total ditentukan dengan metode fenol sulfur. 1 gram daging umbi kentang digerus sampai halus dalam mortar, dan diekstraksi dengan 100 ml *aquadest*. Ekstrak disaring dengan kertas saring Whatman no.1. 1 ml filtrat dipipet ke dalam tabung reaksi dan berturut-turut ditambahkan 2 ml *aquadest*, 2 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, 1ml larutan fenol, dan diinkubasi beberapa saat

sampai warna coklat kemerahan terbentuk. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer UV pada panjang gelombang 490nm. Kandungan karbohidrat terlarut total dihitung berdasarkan kurva standar glukosa dan dinyatakan dalam mg/g jaringan (Witham *et al.*, 1986).

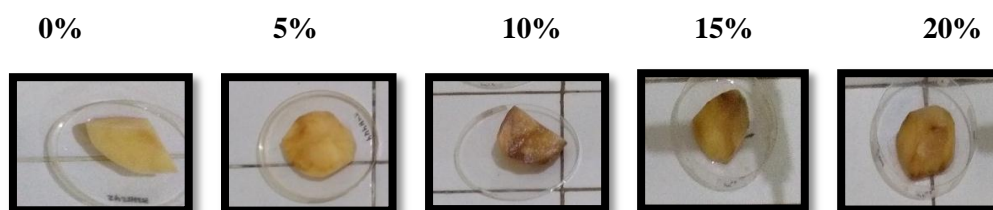
Gula pereduksi dideteksi dengan uji Benedict. 1 gram umbi kentang digerus halus dengan mortar dan ditambahkan 5 ml aquades. Ekstrak disaring dengan kertas saring Whatman No. 1 ke dalam tabung reaksi. Kemudian, kedalam tabung reaksi ditambahkan 3 ml benedict dan dipanaskan selama 10 menit. Endapan warna merah bata yang terbentuk menunjukkan adanya gula pereduksi (Witham *et al.*, 1986).

Penentuan Aktifitas Enzim Dehidrogenase, Aktifitas enzim dehidrogenase diukur berdasarkan metoda *methylene blue* (Witham *et al.*, 1986). Umbi kentang dipotong dadu berukuran 1x1x1 cm, dan dimasukkan ke tabung reaksi ditambah methylen blue sebanyak 0,025%. Tabung reaksi ditutup rapat dengan plastik dan diikat dengan karet gelang, dan diinkubasi selama 24 jam. Perubahan warna ditentukan berdasarkan absorbansi larutan pada panjang gelombang 600 nm. Sebagai kontrol adalah umbi kentang yang telah dinonaktifkan enzim dehidrogenasenya dengan cara direndam dalam air panas selama 20 menit. Aktifitas enzim dehidrogenase ditunjukkan oleh transmisi larutan methylen blue. Semakin besar transmisi bening larutan, maka semakin tinggi aktifitas enzim dehidrogenase.

Analisis Data, Homogenitas ragam data dianalisis berdasarkan uji levene pada taraf nyata 5% dan uji dianalisis dengan uji BNJ pada taraf nyata 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Warna permukaan daging buah**, warna permukaan umbi kentang perlakuan kontrol dan setelah direndam dengan ekstrak air buah belimbing wuluh ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Tampilan permukaan umbi kentang

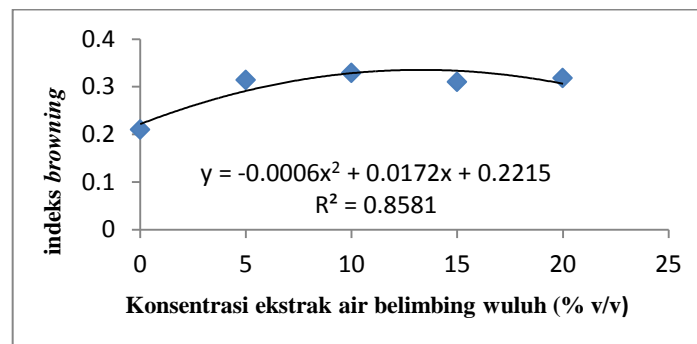
Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa umbi kentang kontrol menunjukkan warna yang lebih putih dibandingkan dengan potongan umbi kentang yang diberikan perlakuan.

**Indeks *browning***, rata-rata indeks *browning* umbi kentang setelah diberi perlakuan ekstrak air buah belimbing wuluh ditunjukkan pada tabel 2. Analisis ragam taraf nyata 5% menunjukkan bahwa yang diberi perlakuan ekstrak air buah belimbing wuluh berpengaruh nyata terhadap indeks *browning* pada umbi kentang.

Tabel 2. Rata-rata indeks *browning* umbi kentang 5 hari setelah perlakuan ekstrak air buah belimbing wuluh.

Konsentrasi (% v/v)	Indeks <i>browning</i> $\bar{y} \pm SE.$
0	$0.21 \pm 0.02^a$
5	$0.31 \pm 0.03^a$
10	$0.33 \pm 0.04^b$
15	$0.32 \pm 0.02^a$
20	$0.32 \pm 0.02^b$

**Keterangan :** angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata 5%.



**Gambar 2.** Hubungan antara konsentrasi ekstrak air buah belimbing wuluh dengan indeks *browning* umbi kentang

Dari gambar kurva terlihat bahwa hubungan antara konsentrasi ekstrak air buah belimbing wuluh dengan indeks *browning* umbi kentang adalah kuadratik dengan persamaan  $y = -0,0006x^2 + 0,0172x + 0,2215$ . Koefisien determinasi ( $R^2$ ) adalah  $R^2 = 0,86$  dan koefisien korelasi adalah 0,93 yang menunjukkan hubungan yang kuat antara konsentrasi ekstrak air buah belimbing wuluh dengan indeks *browning*. Konsentrasi ekstrak air buah belimbing wuluh yang optimum adalah 14,33% b/v dengan indeks *browning* maksimum adalah 0,345% b/v.

Indeks *browning* berkorelasi kuat dengan aktivitas PPO yang menunjukkan bahwa proses *browning* terutama adalah enzimatis. Asam askorbat dapat menurunkan pembentukan quionon secara cepat ke substrat awal (catechol) pada konsentrasi tinggi (.1,5%) sedangkan konsentrasi rendah bertindak sebagai penghambat kompetitif (Ali *et al*, 2015).

Pada buah belimbing wuluh asam alifatik menyusun kira-kira 47,8% dari total volatil. Penyusun utama dari *volatil* adalah asam heksadekanoat (asam palmitat (20,4%), dua furaldehid 19,1% dan 9 asam oktadekanoat 10,2% (Alhassan dan Ahmed, 2016). Asam alifatik adalah asam hidrokarbon nonaromatik. Contoh asam alifatik adalah asam butiric, asam propionat, dan asam asetat (Pubchem, 2018). Asam sitrat diketahui merupakan bahan anti *browning* pada buah-buahan dan sayuran yang menghambat aktifitas enzim PPO dengan menurunkan pH dibawah 3 (acidulant) (Winarno, 2002).

Beberapa ekstrak tanaman diketahui bersifat anti *browning* diantaranya berasal dari bawang merah, cabai, dan nanas terhadap jahe. Ekstrak ini diketahui dapat menghambat aktivitas enzim PPO

jahe (WY Lim dan CW Wong, 2018). Hasil penelitian ini tidak mendukung fakta bahwa ekstrak tanaman bersifat anti browning karena ekstrak air buah belimbing wuluh yang digunakan dalam penelitian ini tidak dapat menurunkan indeks browning pada umbi kentang. Oleh sebab itu hasil penelitian ini tidak memberi kontribusi bagi penambahan daftar ekstrak tanaman yang dapat digunakan sebagai bahan anti browning.

Sementara itu (Liu Xia *et al*, 2019) melaporkan bahwa ekstrak daun krokot kuda (*Portulaca oleracea*. L) bersifat anti browning terhadap umbi kentang dengan konsentrasi yang paling efektif 0,05%. Selanjutnya dilaporkan bahwa ekstrak air daun krokot mengandung 56 macam alkaloid yang mampu menurunkan indeks browning. Kemampuan ekstrak daun krokot kuda bertindak sebagai anti browning umbi kentang berasosiasi dengan kandungan alkaloid yang tinggi. Kandungan alkaloid pada buah belimbing wuluh menurut Hasanuzzaman *et al*, 2014 mengandung senyawa fenolik.

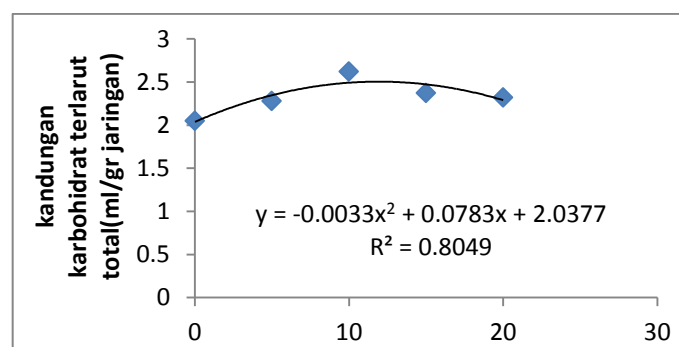
**Kandungan karbohidrat terlarut total.** Rata-rata kandungan karbohidrat terlarut total umbi kentang setelah perlakuan ekstrak air buah belimbing wuluh ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2.rata-rata kandungan karbohidrat terlarut total umbi kentang

Konsentrasi (% v/v)	Kandungan karbohidrat terlarut total $\bar{y} \pm SE.$
0	2.05 ± 0.12
5	2.28 ± 0.12
10	2.62 ± 0.29
15	2.37 ± 0.13
20	2.32 ± 0.12

**Keterangan:** angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata 5%.

Analisis ragam pada taraf nyata 5% menunjukkan bahwa ekstrak air buah belimbing wuluh tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan karbohidrat terlarut total umbi kentang ( $p > 0,05$ ).



**Gambar 13.** Kurva hubungan antara konsentrasi ekstrak air buah belimbing wuluh dengan kandungan karbohidrat terlarut total umbi kentang.

Hubungan antara ekstrak air buah belimbing wuluh dengan kandungan karbohidrat terlarut total umbi kentang adalah kuadratik dengan persamaan  $y = -0,0033x^2 + 0,0783x + 2,0377$ . Koefisien determinasi ( $R^2$ ) adalah 0,8049 sedangkan koefisien korelasi adalah 0,898 yang menunjukkan hubungan yang kuat (*strong relationship*) antara konsentrasi ekstrak air buah belimbing wuluh dengan

kandungan karbohidrat terlarut total umbi kentang. Konsentrasi ekstrak air buah belimbing wuluh yang optimum adalah 11,86% b/v dengan kandungan karbohidrat terlarut total maksimum adalah 2,50% b/v.

Menurut Hoover (2001), pati adalah karbohidrat utama yang terdapat dalam umbi yang menyusun 16-24 % dari berat umbi dan sisanya air. Metabolisme pati berbagi suatu peran tertentu dalam lintasan metabolik karbohidrat dan merupakan pool sementara dalam lintasan asimilasi gula (Zhu et al,2017). Enzim  $\alpha$ -amilase dan  $\beta$ -amilase terlibat dalam degradasi pati menjadi karbohidrat terlarut dalam sayuran dan buah-buahan. oleh sebab itu ekstrak air belimbing wuluh tidak mempengaruhi aktifitas enzim  $\alpha$ -amilase dan  $\beta$ -amilase sehingga kandungan karbohidrat terlarut total selama proses penyimpanan relatif konstan.

**Aktivitas enzim dehidrogenase.** Pengaruh ekstrak air buah belimbing wuluh terhadap aktivitas enzim dehidrogenase setelah perlakuan ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata aktivitas enzim dehidrogenase umbi kentang

Konsentrasi (% v/v)	Aktivitas enzim dehidrogenase $\bar{y} \pm SE.$
0	0.05 $\pm$ 0.007
5	0.04 $\pm$ 0.006
10	0.04 $\pm$ 0.001
15	0.04 $\pm$ 0.002
20	0.04 $\pm$ 0.002

**Keterangan:** angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata.

Analisis ragam pada taraf nyata 5% menunjukkan bahwa ekstrak air buah belimbing wuluh tidak berpengaruh nyata terhadap aktivitas enzim dehidrogenase umbi kentang. Enzim dehidrogenase berperan penting dalam produksi energi dan produksi NAD<sup>+</sup> menjadi NADH oleh sebab itu enzim dehidrogenase sangat berasosiasi dengan siklus krebs (Fagan dan Falley, 2010). Oleh sebab itu perlakuan ekstrak air buah belimbing wuluh tidak mempengaruhi siklus krebs sehingga laju respirasi relatif konstan.

**Gula pereduksi.** Level gula pereduksi umbi kentang setelah perlakuan ekstrak air buah belimbing wuluh ditunjukkan pada tabel 4 dan gambar 3.

Level gula pereduksi dalam percobaan ini tidak terdeteksi, diantara gula pereduksi yang penting dalam jaringan tumbuhan adalah glukosa yang merupakan hasil perombakan pati oleh enzim  $\alpha$ -amilase dan  $\beta$ -amilase. Oleh sebab itu umbi kentang kontrol dan perlakuan relatif memiliki tingkat kekerasan daging buah yang sama

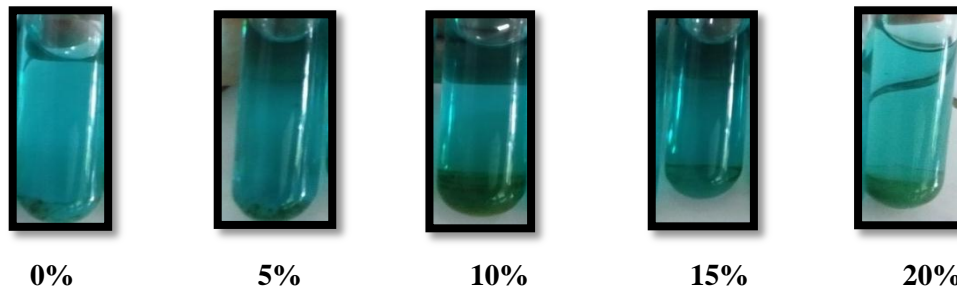
Tabel 4. Level gula pereduksi umbi kentang setelah perlakuan ekstrak air buah belimbing wuluh.

Konsentrasi (% v/v)	Endapan gula pereduksi (absorbansi)
0	-
5	-
10	-
15	-
20	-



**Keterangan:** (-) tidak terdeteksi

Gambar 3. Uji Benedict level gula pereduksi umbi kentang



### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ekstrak air buah belimbing wuluh tidak bersifat anti *browning* terhadap umbi kentang karena tidak menurunkan indeks *browning*, namun mampu mempertahankan kandungan karbohidrat terlarut total, dan aktifitas enzim dehidrogenase.

### SARAN

Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan uji ekstrak air buah belimbing wuluh terhadap buah-buahan seperti pisang, apel, pir pada konsentrasi yang lebih tinggi dan melakukan perendaman sebelum inkubasi minimal 30 menit agar larutan ekstrak dapat meresap kedalam jaringan umbi kentang.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alhassan, Muhammad Alhassa., and Ahmed,Qomar Uddin. 2016. *Averrhoa bilimbi Linn A review of its Ethomedicinal Uses Phytochemistry and Pharmacology*. J.Pharm Biollied Sci 8(4): 265-271.
- Fagan R.L and Palfey B.A., 2010. Dehydrogenase. in *Comprehensive Natural Products II*.
- Hasanuzzaman, Md, et al. 2013. *Evaluation of total phenolic content, free radical scavenging activity and phytochemical screening of different extracts of Averrhoa bilimbi (fruits)*. Department of Pharmacy, Noakhali Science and Technology University, Sonapur, Noakhali-3814, Bangladesh
- Hoover, D. & Ratnayake, W.S. 2001. Determination of Total Amylose Content of Starch. In: Current Protocols in Food Analytical Chemistry John Wiley & Sons, Inc. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/0471142913.fae0203s00>.
- Ikram EHK, Eng KH, Jalil AMM. 2009. *Antioxidant capacity and total phenolic content of Malaysian underutilized fruits*. J. Of Food Comp. and Anal. 22(5):388-393.
- Jeong, H.L, et al. 2008. *Effect of Storage Canditions on the Sensory Quality, Colour and Texture of Fresh-Cut Minimally Processed Cabbage with the Addition of Ascorbic Acid, Citric Acid and Calcium Chloride*. Food and Nutrion Sciences 2:956-963.
- Lathifa QA. 2008. *Uji Efektifitas Ekstrak Kasar Senyawa Antibakteri Pada Buah Belimbing Wuluh Dengan Variasi Pelarut*. [skripsi]. Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN). Malang.
- M. Ali, Hussein., El-Gizawy, Ahmed M., EL-Bassiouny, Rawia E.L., and A.Saleh, Mahmoud. 2015. *Browning Inhibition Mechanisms by Cysteine, Ascorbic acid and Citric acid, and Identifying PPO-Catechol-Cysteine Reaction Product*. J. Food Sci Techol 56(6): 3651-3659.

- National center for Biotechnology Information. Aliphatic acid. PubChem Compound Database. Diperoleh dari [https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/palmitic\\_acid#section=Top](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/palmitic_acid#section=Top) pada tanggal 30 Januari 2018 Pukul 14.02 wib.
- Nugrahawati D, Rahayu YN, Wahyu H. 2009. *Pemanfaatan buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.) sebagai Cairan Akumulator secara Alami dan Ramah Lingkungan*. [skripsi]. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Oktavianes, Fifendy M, Handayani D. 2013. Daya Hambat Sari Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) terhadap Pertumbuhan Bakteri Eschericia Coli. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 2(2):1-5.
- Ridwan, M. 2008. *Sifat-sifat Organoleptik Pengolahan produk*. Universitas Negeri Bangka Blitung (UBB) : Bangka Blitung.
- Sunarjono. H. 2007. *Menimba Ilmu dari Pakar in Petunjuk Praktis Budi Daya Kentang*. Agromedia. Jakarta.
- Utami, Laksmi Rah. 2008. *Pengaruh Vitamin C Terhadap Aktivitas Polifenol Oksidase Buah Apel Hijau (Pyrus malus) Secara In Vitro*. Skripsi Thesis. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Winarno,FG. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia. Jakarta.
- Wisnu Cahyadi. 2006. *Analisis dan Aspek Kesehatan Pangan: Bahan Tambahan Pangan*. Bandung : Bumi Aksara, hlm 145-146
- Witham, H.F.,D.F. Blaydes and R.M. Delvin. 1986. *Exercise in Plant Physiology Second Edition*. Prindle, Weber and Schmidt Publishers, Boston.
- WY, Lim., and CW, Wong. 2018. Inhibitory Effect Chemical and Natural anti Browning Agent on Polyphenol Oxidase from Ginger (*Zingiber officonale Roscoe*). *Food Science and Technology*, Vols. 55, pp. 3001-3007.
- Znu X. Zhang C. Wu W, et al. 2017. *Enzyme activities and gene expression of starch metabolism provide insight into grape berry development*, 4;17019. [ [PMC free article](#)] [[PubMed](#)].