

**PENGARUH PENAMBAHAN ASAM ASKORBAT TERHADAP  
PROSES NON-ENZIMATIK *BROWNING* JUS BUAH  
SALAK PONDOH (*Salacca zalacca* Gaertn.) YANG  
DIPANASKAN PADA SUHU 60 °C**

**(Skripsi)**

Oleh  
**Dewi Ayu Puspaningrum**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

## ABSTRAK

### PENGARUH PENAMBAHAN ASAM ASKORBAT TERHADAP PROSES NON-ENZIMATIK *BROWNING* JUS BUAH SALAK PONDOKH (*Salacca zalacca* Gaertn.) YANG DIPANASKAN PADA SUHU 60 °C

Oleh

**Dewi Ayu Puspaningrum**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan berapa konsentrasi asam askorbat yang efektif untuk menghambat proses non-enzimatik *browning* jus buah salak pondokh. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, pada bulan Oktober–November 2017. Penelitian dilakukan dalam rancangan acak lengkap yang terdiri dari 5 ulangan. Proses penghambatan non-enzimatik *browning* diuji dengan pemberian asam askorbat sebagai faktor utama dengan lima taraf konsentrasi yaitu 0% b/v, 2,5% b/v, 5% b/v, 7,5% b/v dan 10% b/v. Parameter kualitatif adalah level gula pereduksi dan aktivitas enzim dehidrogenase. Parameter kuantitatif adalah indeks *browning* dan kandungan karbohidrat terlarut total. Uji Levene, analisis ragam dan Uji Tukey dilakukan pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jus buah salak pondokh dengan penambahan asam askorbat relatif berwarna lebih terang daripada tanpa penambahan. Level gula pereduksi mengalami peningkatan sejalan dengan peningkatan konsentrasi asam askorbat. Penurunan aktivitas enzim dehidrogenase terjadi sejalan dengan peningkatan konsentrasi asam askorbat. Konsentrasi asam askorbat 10% b/v menurunkan indeks *browning* jus buah salak pondokh sebesar 27%. Kandungan karbohidrat terlarut total mengalami peningkatan 15% pada konsentrasi asam askorbat 7,5% b/v. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa asam askorbat konsentrasi 10% b/v menghambat proses non-enzimatik *browning* dan aktivitas enzim dehidrogenase, namun konsentrasi 7,5% meningkatkan kandungan karbohidrat terlarut total dan level gula pereduksi.

Kata kunci : asam askorbat, *browning*, jus salak pondokh

**PENGARUH PENAMBAHAN ASAM ASKORBAT TERHADAP  
PROSES NON-ENZIMATIK *BROWNING* JUS BUAH  
SALAK PONDOH (*Salacca zalacca* Gaertn.) YANG  
DIPANASKAN PADA SUHU 60 °C**

Oleh

**Dewi Ayu Puspaningrum**

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA SAINS

pada

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jurusan Biologi



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

Judul Skripsi : **PENGARUH PENAMBAHAN ASAM  
ASKORBAT TERHADAP PROSES NON-  
ENZIMATIK *BROWNING* JUS BUAH  
SALAK PONDOH (*Salacca zalacca* Gaertn.)  
YANG DIPANASKAN PADA SUHU 60 °C**

Nama Mahasiswa : **Dewi Ayu Puspaningrum**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1417021025

Jurusan/Program Studi : **Biologi/S1 Biologi**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



Pembimbing I

**Ir. Zulkifli, M.Sc.**  
NIP. 19600716 198604 1 001

Pembimbing II

**Dra. Tundjung T. Handayani, M.S.**  
NIP. 19580624 198403 2 002

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA

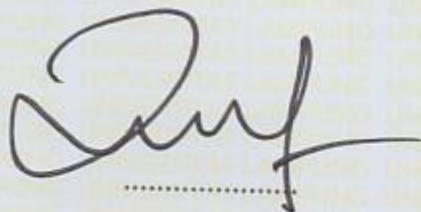
**Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc.**  
NIP. 19660305 199103 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

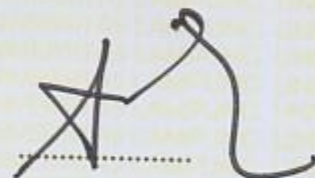
Ketua

: Ir. Zulkifli, M.Sc.



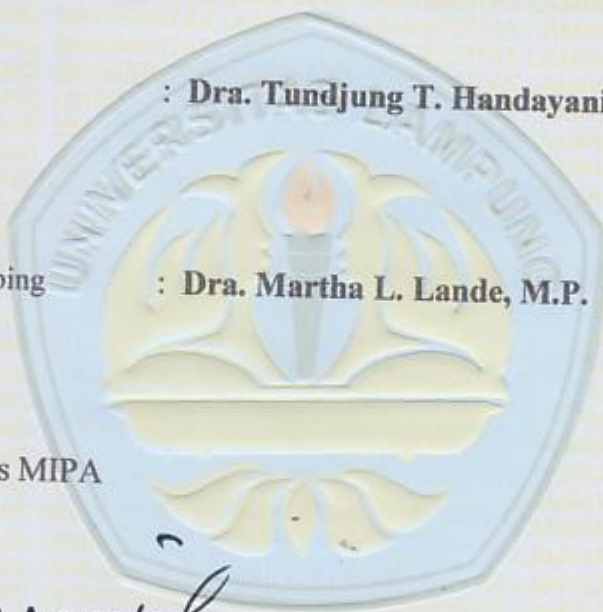
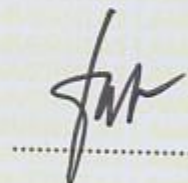
Sekretaris

: Dra. Tundjung T. Handayani, M.S.

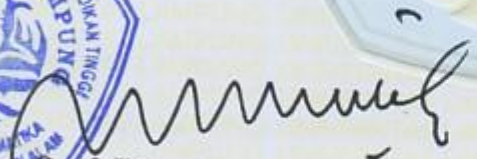


Penguji  
Bukan Pembimbing

: Dra. Martha L. Lande, M.P.



Dekan Fakultas MIPA

  
Prof. Warsito, S.Si., DEA., Ph.D  
NIP. 197102120995121001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 13 Februari 2018

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandarlampung, Provinsi Lampung pada tanggal 9 Juli 1996. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Bapak Sugeng Sutrisno (Alm) dan Ibu Elfi Yuliani.

Penulis mulai menempuh pendidikan pertamanya di TK Taruna Jaya pada tahun 2000. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Perumnas Wayhalim Bandarlampung pada tahun 2002. Setelah 6 tahun di Sekolah Dasar, penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 19 Bandarlampung pada tahun 2008. Pada tahun 2011, penulis melanjutkan pendidikannya di Sekolah Menengah Atas (SMA) Al – Azhar 3 Bandarlampung sampai tahun 2014.

Pada tahun 2014, Penulis tercatat sebagai salah satu mahasiswa Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum S1 Biologi dalam mata kuliah Pteridologi dan Biologi Gulma. Penulis pernah aktif di organisasi

Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) sebagai anggota Komunikasi dan Informasi pada tahun 2015 dan tahun 2016.

Pada tahun 2017 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Payung Batu, Kecamatan Pubian, Kabupaten Lampung Tengah pada Januari - Maret 2017 dan melaksanakan Kerja Praktik (KP) di UPTD Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB) Lampung pada Juli - Agustus 2017 dengan judul **“Uji Benih Kangkung (*Ipomoea reptan* Poir.) Setelah Masa Simpan 12 Bulan pada Kondisi Simpan 25 °C”**.

## **PERSEMBAHAN**

**Bismillahirrahmanirrahim**

**Dengan rasa syukur atas rahmat dan keberkahan**

**Allah SWT**

**Kupersembahkan karya ini untuk orang yang  
selalu kusebut dalam doa dan tak henti  
mendoakanku:**

**Alm. Papaku terkasih,**

Yang telah mendidik, mendukung dan  
membesarkanku dengan cinta, kasih sayang  
serta rasa sabar terhadap segala langkahku  
menuju kesuksesan.

**Mamaku tercinta,**

Yang selalu mendoakan, menasehati,  
menyemangati, menemani dan berjuang untuk  
diriku tak kenal lelah maupun usia,  
serta cinta dan kasih sayangmu dalam mendidik  
dan membesarkanku yang tiada hentinya.



**Kakak dan Adik tersayang,**

Atas kebersamaan, keceriaan, kasih sayang,  
doa, dan segala bentuk dukungan.

## MOTTO

**Sebaik-baiknya manusia adalah yang  
paling bermanfaat bagi manusia  
(HR. Ahmad Ath-Thabrani)**

**Do what you love,  
Love what you do**

**Bersyukur adalah kebahagiaan**

## SANWACANA

**Assalamualaikum wr.wb.**

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Pengaruh Penambahan Asam Askorbat Terhadap Proses Non-Enzimatis *Browning* Jus Buah Salak Pondoh (*Salacca zalacca* Gaertn.) yang Dipanaskan pada Suhu 60 °C"** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Bidang Biologi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat masukan, bantuan, dorongan, saran, bimbingan, dan kritik dari berbagai pihak. Maka dengan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat kesehatan jasmani dan rohani sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dalam keadaan sehat.
2. Alm. Bpk Ir. Sugeng Sutrisno tercinta, selaku orangtua saya, atas cinta, kasih sayang serta dukungan yang telah diberikan, semoga Beliau bangga atas gelar S.Si yang saya dapatkan serta sepakat dengan kebenaran skripsi yang saya kerjakan, Aamiin.
3. Ibu Dra. Elfi Yuliani tercinta, selaku orangtua saya, atas doa, dukungan, kasih sayang, dan bantuannya selama ini.

4. Kakak Muhammad Ilham Wicaksono dan adik Muhammad Mahfud Sidiq atas doa serta kasih sayang, canda tawa, motivasi dan dukungan yang telah diberikan.
5. Ibu Dr. Endang Nurcahyani, M.Si., selaku Pembimbing Akademik yang dengan sabar telah memberikan bimbingan, dukungan dan saran selama berkuliah di kampus Universitas Lampung.
6. Bapak Ir. Zulkifli, M.Sc., selaku pembimbing pertama saya, atas bimbingan, saran, ilmu dan kesabaran yang telah diberikan sejak awal penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Ibu Dra. Tundjung Tripeni Handayani, M.S., selaku pembimbing kedua saya, atas bimbingan, saran, ilmu dan kasih sayang yang diberikan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
8. Ibu Dra. Martha Lulus Lande, M.P., selaku pembahas saya, atas saran dan kritik, serta masukan yang telah diberikan dalam upaya perbaikan skripsi ini.
9. Ibu Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc., selaku ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
10. Bapak Prof. Warsito, S.Si., DEA., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
11. Bapak dan Ibu Dosen, serta seluruh staff Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, khususnya di Jurusan Biologi.
12. Sahabatku Bunga Fatirahma dan Abdul Fattah yang jauh dimata namun tetap menemani penulis dalam memberikan semangat, motivasi, dukungan

dan mendengarkan keluh kesah selama penelitian berlangsung serta memberi nasihat dunia dan akherat.

13. Rekan seperjuangan dan penelitian di kampus Victoria Agatha Angela Sirait, Fathia Jannah dan Syahnaz Yuliasaputri atas canda tawa, kesabaran dan susah senang bersamanya selama perkuliahan maupun diluar perkuliahan.
14. MSquad Bunga, Iis, Ranti, Abdul, Azy, Toto, Refi, Anas dan kawan – kawan lainnya atas warna kehidupan yang diberikan sejak SMA hingga sekarang.
15. Almas Nurandani sebagai saudara seumur dan seperjuangan, atas dukungan, hiburan dan kesediaan menjadi teman curhat selama ini.
16. Geng Kobra Willy, Nisa, Elin, Meri dan Raqi atas pertemanan kita selama KKN dan dukungannya selama proses penelitian berlangsung.
17. Teman – teman setiaku di Biologi 2014 Emak Salmak, Dwi Sindy, Anindya Rahma, Agustin Mauliya, Fanisha Restu, Rachma, Mba Nur, Puput, Genta Dwi, Nadia Fakhriyati, Putri Wardanis, Pratami, Mizan dan teman – teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
18. Kakak-kakak dan adik-adik angkatan 2012, 2013, 2015, 2016, yang telah berjuang, belajar, banyak bertukar cerita dan pengalaman.
19. Almamaterku tercinta Universitas Lampung dan semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Hanya Allah SWT yang dapat membalas kebaikan kalian semua. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini dan jauh dari

kesempurnaan, tetapi sedikit harapan semoga skripsi ini dapat membantu dan berguna bagi kita semua.

**Wassalamualaikum wr.wb.**

Bandar Lampung, 24 Februari 2018

*Dewi Ayu Puspaningrum*

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang dan Masalah .....	1
B. Tujuan Penelitian .....	3
C. Manfaat Penelitian .....	3
D. Kerangka Pemikiran .....	3
E. Hipotesis .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
A. Deskripsi Tanaman Salak .....	6
1. Klasifikasi .....	6
2. Morfologi .....	7
3. Kandungan Gizi dan Manfaat .....	7
B. Asam Askorbat .....	8
1. Struktur Kimia .....	8
2. Sifat Fisik dan Kimia .....	9
3. Fungsi Asam Askorbat .....	9
C. Proses <i>Browning</i> Pada Buah .....	10
1. Reaksi Enzimatis .....	10
2. Reaksi Non-enzimatis .....	11

3. Senyawa Kimia Anti <i>Browning</i> .....	12
<b>III. METODE KERJA .....</b>	<b>15</b>
A. Tempat dan Waktu.....	15
B. Alat dan Bahan .....	15
C. Rancangan Percobaan .....	16
D. Variabel dan Parameter .....	17
E. Pelaksanaan .....	17
1. Penyiapan Satuan Percobaan .....	17
2. Pemberian Perlakuan .....	18
3. Pengamatan .....	18
3.1 Penentuan Indeks <i>Browning</i> .....	18
3.2 Kandungan Karbohidrat Terlarut Total .....	18
3.2.1. Pembuatan Kurva Standar Glukosa .....	19
3.2.2. Identifikasi Gula Pereduksi .....	19
3.3 Aktivitas Enzim Dehidrogenase .....	20
F. Analisis Data .....	20
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>21</b>
A. Hasil .....	21
1. Warna Jus Buah Salak Pondoh .....	21
2. Indeks <i>Browning</i> .....	21
3. Kandungan Karbohidrat Terlarut Total .....	23
4. Gula Pereduksi .....	26
5. Aktivitas Enzim Dehidrogenase .....	26
B. Pembahasan .....	27
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>30</b>
A. Kesimpulan .....	30
B. Saran .....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>31</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>34</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Notasi perlakuan dan ulangan .....	16
Tabel 2. Rata – rata indeks <i>browning</i> jus buah salak pondoh .....	22
Tabel 3. Rata – rata kandungan karbohidrat terlarut total jus buah salak pondoh .....	24
Tabel 4. Tabel 4. Rata-rata, standart deviasi, ragam, standart eror, dan koefisien keragaman indeks <i>browning</i> jus buah salak pondoh .....	35
Tabel 5. <i>Absolute Residual Value</i> .....	35
Tabel 6. Analisis ragam ( <i>Anova Single Factor</i> ) .....	36
Tabel 7. Analisis ragam vassar stat online, uji Tukey pengaruh asam askorbat terhadap indeks <i>browning</i> jus buah salak pondoh .....	36
Tabel 8. Korelasi Regresi Indeks <i>Browning</i> .....	37
Tabel 9. Rata-rata, standart deviasi, ragam, standart eror, dan koefisien keragaman kandungan karbohidrat terlarut total jus buah salak pondoh .....	39
Tabel 10. <i>Absolute Residual Value</i> .....	39
Tabel 11. Analisis ragam ( <i>Anova Single Factor</i> ) .....	40
Tabel 12 .Analisis ragam vassar stat online, uji Tukey pengaruh asam askorbat terhadap kandungan karbohidrat terlarut	

total jus buah salak pondoh .....	40
Tabel 13. Korelasi Regresi Kandungan Karbohidrat Terlarut Total .....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur kimia asam askorbat .....	8
Gambar 2. Reaksi enzimatis oleh PPO .....	11
Gambar 3. Warna jus buah salak pondoh setelah penambahan asam askorbat .....	21
Gambar 4. Kurva regresi antara konsentrasi asam askorbat dengan indeks <i>browning</i> jus buah salak pondoh .....	23
Gambar 5. Kurva regresi antara konsentrasi asam askorbat dengan kandungan karbohidrat terlarut total jus buah salak pondoh .....	25
Gambar 6. Uji benedict level gula pereduksi jus buah salak pondoh .....	26
Gambar 7. Aktifitas enzim dehidrogenase jus buah salak pondoh setelah 24 jam .....	26
Gambar 8. Kurva hubungan antara indeks <i>browning</i> dengan kandungan karbohidrat terlarut total.....	28
Gambar 9. Reaksi Maillard .....	43
Gambar 10. Jus buah salak pondoh .....	44
Gambar 11. Aktivitas enzim dehidrogenase jus buah salak pondoh kontrol .....	44
Gambar 12. Aktivitas enzim dehidrogenase jus buah salak pondoh dengan penambahan asam askorbat konsentrasi 2,5% .....	45

Gambar 13. Aktivitas enzim dehidrogenase jus buah salak pondoh dengan penambahan asam askorbat konsentrasi 5% .....	45
Gambar 14. Aktivitas enzim dehidrogenase jus buah salak pondoh dengan penambahan asam askorbat konsentrasi 7,5% .....	46
Gambar 15. Aktivitas enzim dehidrogenase jus buah salak pondoh dengan penambahan asam askorbat konsentrasi 10% .....	46
Gambar 16. Identifikasi level gula pereduksi jus buah salak pondoh .....	47

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang dan Masalah

Salak merupakan buah tahunan asli Indonesia yang telah dimasukkan dalam prioritas buah Negara. Beragam jenis salak telah tersebar di penjuru Indonesia dengan memiliki nama masing-masing di daerah tempat salak itu ditanam. Tetapi menurut Kusumo dkk. (1995), dari beragam jenis salak, salak pondoh dan salak bali yang memiliki nilai ekonomi paling tinggi. Umumnya masyarakat mengkonsumsi buah salak sebagai buah segar. Namun, rasanya yang manis ternyata juga cocok untuk dijadikan olahan minuman jus buah segar. Jus buah salak biasanya dikonsumsi pribadi untuk kepentingan kesehatan, dikarenakan jus buah salak memiliki nilai gizi yang tinggi untuk mengobati dan mencegah kanker prostat, menjaga kesehatan mata dan mengatasi sembelit (Novriani, 2014). Tetapi gizi tersebut dapat hilang apabila jus buah salak mengalami *browning*. Oleh sebab itu, diperlukan penanganan untuk mempertahankan mutu jus buah salak pondoh.

*Browning* merupakan pembentukan warna coklat pada buah yang disebabkan oleh aktivitas enzim polifenol oksidase. *Browning* akan menginfeksi buah yang terkelupas dari kulitnya. *Browning* menurunkan kualitas rasa dan gizi

(Severini *et al.*, 2003). Menurut Marshall *et al.* (2000), untuk mencegah reaksi *browning* pada jus, proses pemanasan dapat dilakukan karena menon-aktifkan enzim polifenol oksidase. Pemanasan pada suhu 30-40 °C enzim bereaksi optimum, suhu 45 °C enzim terdenaturasi, dan pada suhu 60 °C enzim terdekomposisi (Padmadisastra dkk., 2003). Namun proses pemanasan dapat menyebabkan non-enzimatik *browning*. Non-enzimatik *browning* disebabkan oleh tiga proses yaitu karamelisasi, degradasi vitamin C, dan reaksi Maillard (Kurtanto, 2008). Non-enzimatik *browning* dapat dihambat dengan menambahkan senyawa anti *browning* seperti asam askorbat.

Goodman (1991) menjelaskan bahwa asam askorbat dapat menghambat proses enzimatik *browning* karena perannya sebagai antioksidan yang dapat menghindari rusaknya zat makanan akibat oksidasi. Asam askorbat juga dapat menghambat non-enzimatik *browning* dengan cara menurunkan pH.

Penurunan pH dilakukan karena reaksi *browning* umumnya terjadi pada pH 9 sampai dengan pH 10,5 (Eriksson, 1981).

Dari teori-teori tersebut maka dilakukan percobaan lanjutan untuk mengetahui pengaruh dari asam askorbat dan temperatur terhadap *browning* pada jus buah salak pondoh dengan parameter yang diukur yaitu indeks *browning*, karbohidrat terlarut total, gula pereduksi, dan aktivitas enzim dehidrogenase.

## **B. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan berapa konsentrasi asam askorbat yang efektif untuk menghambat proses non-enzimatik *browning* pada jus buah salak pondoh.

## **C. Manfaat Penelitian**

Dari sudut fisiologi tumbuhan hasil penelitian diharapkan memberi kontribusi bagi pemahaman proses *browning* pada jus buah salak secara non-enzimatik, dan dari sudut penanganan pasca panen buah salak hasil penelitian diharapkan dapat memperbaiki mutu jus buah salak yang dihasilkan yaitu berwarna bening, tidak coklat.

## **D. Kerangka Pemikiran**

Buah salak banyak mengandung senyawa fenolik yang bertindak sebagai substrat dalam reaksi *browning*. Perlakuan menggunakan temperatur atau pemanasan merupakan salah satu faktor yang dapat memperpanjang daya awet jus buah salak pondoh. Pemanasan akan menon-aktifkan enzim polifenol oksidase, dimana enzim polifenol oksidase merupakan katalisator pemicu reaksi *browning*.

Berdasarkan Kumalaningsih dan Harijonodan (2004) proses pemanasan (*thermal processing*) akan menghambat *browning* secara enzimatik, tetapi akan memicu terjadinya *browning* secara non-enzimatik dengan melibatkan terjadinya karamelisasi, degradasi vitamin C dan reaksi Maillard. Reaksi Maillard merupakan proses non-enzimatik *browning* yang menyebabkan produk yang dihasilkan berwarna lebih gelap (coklat). Oleh sebab itu, setelah proses pemanasan reaksi non-enzimatik *browning* harus dihambat dengan penambahan asam askorbat untuk mendapatkan jus yang lebih bening.

Penambahan asam askorbat dapat menurunkan pH *browning* yang umumnya terjadi pada pH 9 sampai pH 10. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Abbasi *et al.* (2013) diketahui bahwa potensi asam askorbat sebagai senyawa anti *browning* bergantung pada konsentrasi yang digunakan. Hal ini didukung oleh Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No. 38 Tahun 2013 bahwa asam askorbat aman dikonsumsi secukupnya dalam sehari tanpa batasan tertentu hingga menghasilkan efek yang diinginkan.

Dalam penelitian ini indeks *browning* jus buah yang dipanaskan dengan suhu 60° C, kemudian diberi penambahan asam askorbat setelah suhu stabil mencapai 50 °C dengan 5 konsentrasi yang berbeda yaitu 0% b/v, 2,5% b/v, 5% b/v, 7,5% b/v, dan 10% b/v dievaluasi. Kandungan karbohidrat terlarut total jus buah salak pondoh diukur untuk mengetahui apakah terjadi reaksi Maillard kemudian gula pereduksi dan aktifitas enzim dehidrogenase diidentifikasi.



## E. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Indeks *browning* jus buah salak yang tidak diberi perlakuan asam askorbat (kontrol) lebih tinggi dari indeks *browning* jus buah salak yang diberi penambahan asam askorbat (perlakuan).

$$H_0 : \mu_0 = \mu_1$$

$$H_1 : \mu_0 > \mu_1$$

$\mu_0$  = nilai tengah indeks *browning* kontrol.

$\mu_1$  = nilai tengah indeks *browning* perlakuan.

2. Terjadi reaksi Maillard pada jus buah salak yang tidak diberi penambahan asam askorbat. Kandungan karbohidrat terlarut total jus buah yang tidak diberi perlakuan asam askorbat (kontrol) lebih rendah dari karbohidrat terlarut total yang diberi penambahan asam askorbat (perlakuan).

$$H_0 : \mu_0 = \mu_1$$

$$H_1 : \mu_0 < \mu_1$$

$\mu_0$  = karbohidrat terlarut total jus buah salak kontrol.

$\mu_1$  = karbohidrat terlarut total jus buah salak perlakuan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Deskripsi Tanaman Salak

#### 1. Klasifikasi

Klasifikasi tanaman salak berdasarkan *Resource and Conservation Service, United State of Departement Agriculture* (USDA, 2017).

Kingdom : Plantae – Plants

Subkingdom : Tracheobionta – Vascular plants

Superdivision : Spermatophyta – Seed plants

Division : Magnoliophyta – Flowering plants

Class : Liliopsida – Monocotyledons

Subclass : Arecidae

Order : Arecales

Family : Arecaceae – Palm family

Genus : *Salacca* R. – salacca

Species : *Salacca zalacca*

Varietas : Pondoh

## 2. Morfologi

Purnomo (2010) mendeskripsikan salak sebagai tanaman asli Indonesia yang termasuk kedalam kelompok tanaman Palmae. Tanaman salak merupakan tanaman berumah dua, yang berarti terdapat tanaman jantan dan tanaman betina. Batangnya pendek dan tidak kelihatan jelas, karena tertutup oleh pelepah daun yang tumbuhnya memanjang. Bentuk daun lanset dengan ujung meruncing. Pelepah dan tangkai daunnya berduri. Memiliki system perakaran akar serabut yang dangkal atau sedang mencapai 10 cm hingga 50 cm.

Buah salak terdiri dari tiga bagian, yaitu kulit buah bersisik seperti ular (*snake fruit*) yang berwarna coklat kemerahan, daging buah dan memiliki satu biji pada masing-masing daging buah. Buah salak pondoh muda memiliki rasa manis dan gurih, sedangkan buah salak pondoh tua akan terasa rasa masir. Biji salak pondoh berwarna coklat kehitam-hitaman, keras, dan terdapat sisi cembung dan sisi datar (Santoso, 1990).

## 3. Kandungan Gizi dan Manfaat

Salak merupakan salah satu buah tropis yang disukai dan diminati oleh banyak orang dan memiliki prospek yang baik untuk diusahakan.

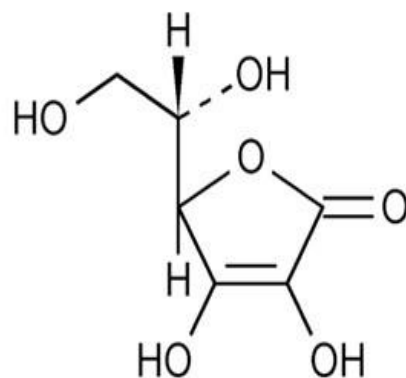
Mengandung karbohidrat 20,9 g, kalsium 28 mg, fosfor 18 mg, dan zat besi 4,2 mg dari 100 g bagian yang dapat dimakan. Dengan sumber mineral yang dimiliki oleh buah salak, menjadikan buah salak unggul dalam kandungan gizinya yang cukup tinggi (Widuri dan Mawardi, 2013).

Menurut Novriani (2014), kandungan yang terdapat pada daging buah salak bermanfaat sebagai antioksidan, menjaga kesehatan mata, antidiabetes, menurunkan kolesterol, dan antidiare. Selain itu dengan berkembangnya teknologi pengolahan pangan, buah salak juga dapat digunakan sebagai makanan dan minuman olahan seperti manisan salak, keripik salak, dodol salak, sirup salak, dan minuman serbuk biji salak ataupun buahnya yang dapat dijadikan jus buah salak. Minuman serbuk biji salak berkhasiat mengobati hipertensi dan asam urat, sedangkan jus buah salak dapat untuk mengobati dan mencegah kanker prostat, menjaga kesehatan mata dan mengatasi sembelit. Buah salak memiliki antioksidan tertinggi dari jenis buah tropis yang lainnya (Aralas dkk., 2009).

## B. Asam Askorbat

### 1. Struktur Kimia

Acidum ascorbicum atau dikenal dengan asam askorbat memiliki rumus kimia  $C_6H_8O_6$  dengan struktur kimia sebagai berikut :



Gambar 1. Struktur kimia asam askorbat (EPC, 2004).

## 2. Sifat Fisik dan Kimia

Vitamin C merupakan vitamin yang larut dalam air dan termasuk golongan antioksidan yang mampu menangkal radikal bebas. Nama kimia dari bentuk utamanya adalah asam askorbat. Senyawa ini berbentuk kristal atau serbuk berwarna putih yang kekuningan dan tidak berbau. Rumus kimia asam askorbat  $C_6H_8O_6$  dengan massa molar  $176.12 \text{ g mol}^{-1}$ . Senyawa ini disimpan dalam wadah tertutup dan terlindungi dari cahaya (EPC, 2004).

## 3. Fungsi Asam Askorbat

Asam askorbat berperan dalam tubuh organisme sebagai antioksidan. Antioksidan mampu menghindari rusaknya beberapa zat makanan karena mengalami oksidasi didalam tubuh. Antioksidan juga dapat menstabilkan radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas, dengan melindungi zat lain dimana dirinya sendiri yang teroksidasi dan menghambat terjadinya reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas yang dapat menimbulkan stres oksidatif (Iswara, 2009).

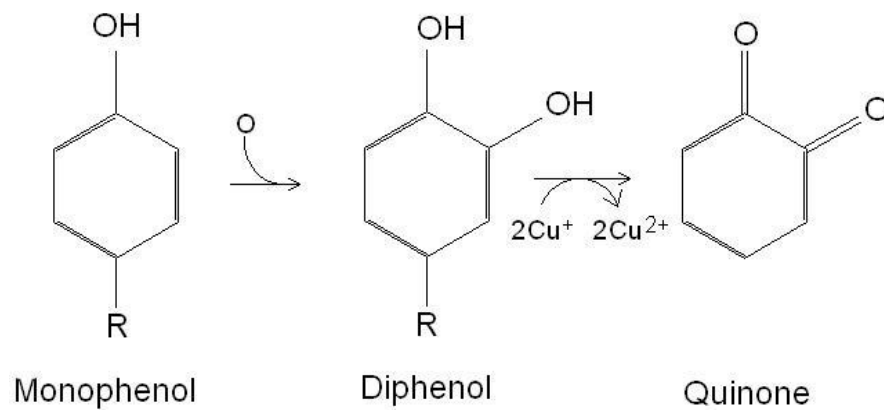
## C. Proses *Browning* Pada Buah

### 1. Reaksi Enzimatis

Reaksi enzimatis merupakan reaksi yang menghasilkan perubahan warna coklat pada buah akibat enzim polifenol oksidase (PPO). Enzim ini dapat mengkatalis oksidasi senyawa polifenol membentuk quinon dan kemudian terpolimerasi menghasilkan warna coklat. Pencoklatan berpengaruh terhadap kualitas rasa dan nutrisi makanan (Cortez-Vega *et al.*, 2008).

Oksidase adalah enzim yang bertanggung jawab dalam reaksi pencoklatan enzimatis. Enzim oksidase yang disebut fenolase, fenoloksidase, tirosinase, polifenolase, atau katekolase akan bekerja secara spesifik untuk substrat tertentu. Tetapi dalam tanaman, enzim ini lebih sering dikenal dengan polifenol oksidase (PPO) (Winarno, 2002).

Queiroz *et al.* (2008), telah menggambarkan reaksi enzimatis oleh PPO, dimana PPO yang memiliki gugus Cu sebagai kofaktor, lalu mengkatalisis pengikatan oksigen sehingga membentuk gugus hidroksil pada cincin aromatik, yang kemudian diikuti proses polifenol oksidase menjadi quinone yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Reaksi enzimatik oleh PPO (Queiroz *et al.*, 2008)

## 2. Reaksi Non-enzimatis

Pigmen melanoidin yang berwarna coklat merupakan pigmen warna pada buah yang terjadi akibat reaksi non-enzimatik *browning*. Reaksi non-enzimatik *browning* dikarenakan oleh tiga proses yaitu karamelisasi, degradasi asam askorbat, dan reaksi Maillard (Kurtanto, 2008).

Karamelisasi adalah proses pencoklatan non-enzimatik yang disebabkan karena bertemunya gula reduksi dan asam amino (penyusun protein) pada suhu tinggi dan waktu lama. Titik lebur gula adalah 160°C. Bila gula yang telah mencair tersebut dipanaskan hingga suhunya 170°C atau melampaui titik leburnya, maka mulailah dihasilkan lelehan gula berwarna coklat (Kurtanto, 2008).

Asam askorbat atau vitamin C merupakan senyawa reduktor dan bisa juga menjadi precursor untuk pembentukan warna coklat non-enzimatik (Linder, 1992). Cincin lakton asam dehidroaskorbat terurai secara *irreversible* dengan membentuk suatu senyawa diketogulonati.

5 tahapan reaksi Maillard menurut Blackwell (2012), yaitu :

- a. Aldosa (gula pereduksi) bereaksi dengan asam amino sehingga menghasilkan basa Schiff.
- b. Terjadi perubahan melalui reaksi amadori sehingga menjadi amino ketosa.
- c. Hasil reaksi amadori mengalami dehidrasi membentuk furfural dehidra dari pentosa atau hidroksil metil furfural dari heksosa.
- d. Proses dehidrasi selanjutnya menghasilkan produk antara berupa metil-dikarbonil yang diikuti penguraian menghasilkan reduktor dan dikarboksil seperti metilglioksal, aseton dan diasetil.
- e. Aldehida-aldehida aktif dari produk tahap ke-3 dan 4 terpolimerisasi tanpa mengikutsertakan gugus amino (disebut kondensasi aldol) atau dengan gugusan amino membentuk senyawa berwarna coklat disebut melanoidin.

Reaksi Maillard merupakan reaksi antara gugus karbonil terutama dari gula pereduksi dengan gugus amino terutama dari asam amino, peptida dan protein. Reaksi Maillard umumnya terjadi pada pH 9-10,5. Proses ini berlangsung dalam suasana basa, suhu tinggi ataupun kelembaban tinggi (Whistler and Daniel, 1985).

### **3. Senyawa Kimia Anti *Browning***

Reaksi pencoklatan akan terjadi apabila oksigen terlibat langsung dalam reaksi yang terjadi antara substrat dan enzim. Dari hal tersebut dilakukan beberapa metode seperti, menonaktifkan enzim atau dengan menambahkan



agen anti pencoklatan yang dapat menghindari terjadinya kontak antara enzim dengan substrat (Ioannou and Ghoul, 2013).

Adapun perlakuan fisik yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya *browning*, seperti pemanasan, pendinginan, pembekuan, aplikasi tekanan tinggi, irradiasi, dan lain-lain. Bisa juga melalui penambahan zat penghambat pereduksi, pengkelat, asidulan, penghambatan enzim, dan agen pengkompleks. Sebaiknya penggunaan zat penghambat tidak mempengaruhi tekstur, rasa, dan aroma produk akhir (Marshall *et al.*, 2000).

Terdapat beberapa cara penonaktifan PPO berdasarkan mekanisme reaksi pencoklatannya 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 and Queiroz, 2013).

Untuk mencegah terjadinya reaksi *browning* enzimatis maka dapat dilakukan dengan menghilangkan salah satu komponen yang membantu proses *browning* enzimatis. Seperti komponen fenolase dan polifenolase (enzim), senyawa-senyawa fenol dan polifenol (substrat), oksigen dan ion tembaga yang merupakan sisi aktif enzim (Santoso, 2006).

Manopoulou and Theodoros (2011) menyatakan tentang pengaruh pemberian asam askorbat, asam sitrat, dan kalsium klorida terhadap kol yang diproses minimal. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa asam

askorbat dapat mempertahankan kualitas secara keseluruhan selama 14 hari pada 0°C dan 7 hari pada 5°C. Kalsium klorida mempertahankan kualitas selama 14 hari pada kedua temperatur. Asam sitrat (1% v/v) dapat mempertahankan kualitas kol segar dari segi warna, menurunkan *browning* dan melindungi kol dari pembentukan bintik-bintik hitam. Selanjutnya, hasil dari perlakuan interaksi antara asam sitrat dengan temperatur yang rendah yaitu dapat memperpanjang umur kol menjadi 22 hari.

Abbasi *et al.* (2013) juga telah mengevaluasi mengenai potensi dan asam askorbat dan asam sitrat sebagai bahan anti *browning* pada buah loquat. Ternyata, konsentrasi asam askorbat yang lebih tinggi (700mg/l) lebih efektif dalam mempertahankan kualitas buah dari pada asam sitrat dalam mengurangi *browning*. Kemudian dilanjutkan dengan efek asam askorbat, asam sitrat, dan kalsium klorida terhadap warna dan kualitas organolitik kol potong segar pada konsentrasi oksigen yang rendah (1,5%) dan konsentrasi CO<sub>2</sub> yang tinggi (17%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa, dalam menjaga warna dan kualitas visual asam sitrat mendapatkan hasil terbaik. Dan kombinasi temperature rendah dengan *modified atmosphere packaging* (MAP) dan perlakuan asam sitrat dapat memperpanjang umur kol menjadi 22 hari.

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, pada bulan Oktober – November 2017.

#### **B. Alat dan Bahan Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah beaker glass, Erlenmeyer, corong, gelas ukur, tabung reaksi dan raknya, pipet volume, waterbath, termometer, pengaduk, pipet tetes, cawan petri, juicer, neraca analitik, tisu, kertas label, spektrofotometer UV, plastik, karet gelang, gunting dan pisau.

Bahan yang digunakan yaitu buah salak pondoh yang telah masak yang didapat dari supermarket di Bandar Lampung, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, fenol, Reagen Benedict, *methylene blue*, glukosa dan asam askorbat.

### C. Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilaksanakan dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor utama adalah asam askorbat dengan 5 taraf konsentrasi : 0% b/v, 2,5% b/v, 5% b/v, 7,5% b/v dan 10% b/v. Setiap perlakuan diulang 5 kali sehingga jumlah seluruh satuan percobaan adalah 25. Notasi perlakuan dan ulangan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Notasi perlakuan dan ulangan.

Ulangan	Konsentrasi (Asam Askorbat)				
	$k_0$	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$
$u_1$	$k_0u_1$	$k_1u_1$	$k_2u_1$	$k_3u_1$	$k_4u_1$
$u_2$	$k_0u_2$	$k_1u_2$	$k_2u_2$	$k_3u_2$	$k_4u_2$
$u_3$	$k_0u_3$	$k_1u_3$	$k_2u_3$	$k_3u_3$	$k_4u_3$
$u_4$	$k_0u_4$	$k_1u_4$	$k_2u_4$	$k_3u_4$	$k_4u_4$
$u_5$	$k_0u_5$	$k_1u_5$	$k_2u_5$	$k_3u_5$	$k_4u_5$

Keterangan :

$k_0u_1$  : 0% b/v / ulangan 1

$k_0u_2$  : 0% b/v / ulangan 2

$k_0u_3$  : 0% b/v / ulangan 3

$k_0u_4$  : 0% b/v / ulangan 4

$k_0u_5$  : 0% b/v / ulangan 5

$k_1u_1$  : 2,5% b/v / ulangan 1

$k_1u_2$  : 2,5% b/v / ulangan 2

$k_1u_3$  : 2,5% b/v / ulangan 3

$k_1u_4$  : 2,5% b/v / ulangan 4

$k_1u_5$  : 2,5% b/v / ulangan 5

$k_2u_1$ : 5% b/v / ulangan 1	$k_3u_1$ : 7,5% b/v / ulangan 1
$k_2u_2$ : 5% b/v / ulangan 2	$k_3u_2$ : 7,5% b/v / ulangan 2
$k_2u_3$ : 5% b/v / ulangan 3	$k_3u_3$ : 7,5% b/v / ulangan 3
$k_2u_4$ : 5% b/v / ulangan 4	$k_3u_4$ : 7,5% b/v / ulangan 4
$k_2u_5$ : 5% b/v / ulangan 5	$k_3u_5$ : 7,5% b/v / ulangan 5
$k_4u_1$ : 10% b/v / ulangan 1	
$k_4u_2$ : 10% b/v / ulangan 2	
$k_4u_3$ : 10% b/v / ulangan 3	
$k_4u_4$ : 10% b/v / ulangan 4	
$k_4u_5$ : 10% b/v / ulangan 5	

#### **D. Variabel dan Parameter**

Variabel dalam penelitian ini adalah indeks *Browning*, kandungan karbohidrat terlarut total, level gula pereduksi dan aktivitas enzim dehidrogenase.

Parameter kuantitatif dalam penelitian ini adalah nilai tengah ( $\mu$ ) dari indeks *browning* dan kandungan karbohidrat terlarut total, sedangkan parameter kualitatif adalah level gula pereduksi dan aktivitas enzim dehidrogenase.

#### **E. Pelaksanaan**

Penelitian ini dilaksanakan dalam tiga tahap yaitu penyiapan satuan percobaan, pemberian perlakuan dan pengamatan.

##### **1. Penyiapan Satuan Percobaan**

Untuk mendapatkan jus buah salak pondoh, 100 gram daging buah salak pondoh diproses menggunakan juicer. Jus yang diperoleh dimasukkan ke dalam beaker glass. Selanjutnya 10 ml jus salak pondoh dipipet

menggunakan pipet volume ke dalam tabung reaksi yang telah dilabel dengan perlakuan dan ulangan. Semua tabung reaksi ditutup rapat dengan plastik dan diikat dengan karet gelang.

## **2. Pemberian Perlakuan**

25 tabung reaksi yang telah diisi jus buah salak pondoh dipanaskan dengan menggunakan waterbath sampai suhu 60 °C. Seluruh tabung didiamkan sampai suhu turun menjadi 50 °C. Pada saat suhu menjadi stabil 50 °C 5 tabung reaksi ditambahkan 2 ml aquadest, kemudian asam askorbat ditambahkan ke tabung reaksi masing – masing 5 tabung reaksi dengan konsentrasi 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% dan diinkubasi selama 72 jam. Seluruh tabung reaksi ditutup rapat dengan plastik dan diikat dengan karet gelang.

## **3. Pengamatan**

### **3.1. Penentuan Indeks *Browning***

Pengamatan indeks *browning* menurut Jeong *et al.* (2008). Absorbansi jus buah salak pondoh diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm. Semakin besar nilai absorbansi semakin tinggi indeks *browning*.

### **3.2. Kandungan Karbohidrat Terlarut Total**

Kandungan karbohidrat terlarut total ditentukan berdasarkan metoda fenol sulfur. 2 ml jus dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dan 1 ml larutan fenol. Jus

dibiarkan beberapa saat sampai berwarna coklat kemerahan menunjukkan karbohidrat terlarut. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer UV dengan panjang gelombang 490 nm. Nilai absorbansi setiap jus buah salak pondoh dicatat. Kandungan karbohidrat ditentukan berdasarkan kurva standar glukosa dan dinyatakan dalam satuan mg/ml jus.

### **3.2.1. Pembuatan Kurva Standar Glukosa**

Sebanyak 10 mg glukosa dilarutkan kedalam 100 ml aquades. Selanjutnya 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 ; dan 1 ml larutan glukosa dipipet kedalam 5 tabung reaksi yang sudah dilabel konsentrasi glukosa. Volume disesuaikan menjadi 3 ml dengan menambahkan aquadest. 2 ml asam sulfat pekat dan 1 ml fenol ditambahkan kesetiap tabung reaksi, diaduk rata dan inkubasi sampai warnanya coklat kemerahan. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 490 nm. Kurva standar diplot dengan sumbu X sebagai konsentrasi sumbu Y sebagai absorbansi.

### **3.2.2. Identifikasi Gula Pereduksi**

Gula pereduksi dideteksi dengan uji Benedict. 1 ml jus buah salak pondoh ditambahkan 3 ml benedict dan dipanaskan selama 10 menit. Endapan warna merah bata yang terbentuk menunjukkan adanya gula pereduksi.

### 3.3. Aktivitas Enzim Dehidrogenase

Aktivitas enzim dehidrogenase dievaluasi berdasarkan metoda *methylene blue* (Witham *et al.*, 1986). 2 ml jus buah salak pondoh 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.

### F. Analisis Data

Homogenitas ragam diuji menggunakan uji Levene pada taraf nyata 5%.

Analisis ragam dan uji Tukey dilakukan pada taraf nyata 5%. Hubungan antara konsentrasi asam askorbat dan indeks *browning* jus buah salak pondoh ditentukan dengan regresi.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa

1. Asam askorbat konsentrasi 10% b/v menghambat proses non-enzimatik *browning* dengan menurunnya indeks *browning* sebesar 27%.
2. Asam askorbat konsentrasi 7,5% b/v menghambat reaksi Maillard dengan meningkatnya kandungan karbohidrat terlarut total sebesar 15%.

### B. Saran

Saran yang diajukan dalam penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengukur gula pereduksi dan aktivitas enzim dehidrogenase secara kuantitatif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, N.A., Attiq Akhtar, Azhar Husain and Irfan A. 2013. *Effect of Anti-Browning Agents On Quality Changes of loquat [Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindley] Fruit After Harvest*. J. Bot. 45(4): 1391-1396.
- Aralas, S., Maryati, M., dan Mohd, B.A.F. 2009. *Antioxidant properties of selected salak (Salaccasalacca) varieties in Sabah*. Nutrition and Food Science. Journal Vol 39 (3). Halaman 243-250. Malaysia.
- Blackweel, Wiley. 2012. *Food Biochemistry and Food Processing*. 2<sup>nd</sup>(ed). New York.
- Cortez-Vega, W. R., Becerra-Prado, A. M., Soares, J. M., and Fonscca, G. G. 2008. *Effect of L-ascorbic acid and sodium metabisulfite in the inhibition of the enzymatic browning of minimally processed apple*. International Journal of Agricultural Research. 3(3) 196-20.
- Eriksson, C. 1981. *Maillard Reaction in Food: Chemical, Physiological and Technological Aspects*. Pergamon Press. Oxford.
- European Pharmacopoeia Comission. 2004. *European Directorate for the Quality of Medicine and Health Care*. Volume 1, 5th Edition. Strasbourg.
- Goodman, Sandra. 1991. *Vitamin C : The Master Nutrient. Dalam : Muhilal dan Komari (1995). Ester-C. Vitamin C Generasi III*. Cetakan ketiga. PT Gramedia Pustaka Utama. Halaman 96-97. Jakarta.
- Ioannou, I., and Ghoul, M. 2013. *Prevention of enzymatic browning in fruit and vegetables*.
- Iswara, A. 2009. *Pengaruh pemberian antioksidan vitamin C dan E terhadap kualitas spermatozoa tikus putih terpapar allethrin*. Skripsi Jurusan Biologi Universitas Negeri Semarang. hlm. 4. Semarang.

- 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.
- Kumalaningsih S., dan Harijonodan, Amir Y. F. 2004. *Pencegahan Pencoklatan Ubi Jalar untuk Pembuatan Tepung Kombinasi Konsentrasi Asam Askorbat dan Sodium Acid Pyrophosphate*. Jurnal Teknologi Pertanian. Vo.5 No.1.
- Kurtanto, Tomy. 2008. *Reaksi Miallard pada Produk Pangan*. IPB. Bogor.
- Kusumo, S., A.B. Farid, S. Sulihanti, K. Yusri, Suhardjodan T. Sudaryono. 1995. *Teknologi Produksi Salak*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Holtikultural Badan Peneltian dan Pengembangan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- 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.
- Linder, M.C. 1992. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme dengan Pemakaian Secara Klinis*. Penerjemah Aminuddin P. Terjemahan dari *Nutritional Biochemistry and Metabolism*. UI-Press. Jakarta.
- Marshall, M.R., Kim, J., and Wei, C.I. 2000. *Enzymatic browning in fruits, vegetable and seafoods*. FAO. P 45.
- Mesquita, V.L.V., and Queiroz, C. 2013. *Enzymatic browning, Biochemistry of Foods*. 3<sup>rd</sup> Ed. Editor Eskin, N.A.M., and Shahidi, F. Academic Press. 387-418. Amsterdam.
- 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*.
- Novriani, Erida. 2014. *Karakterisasi dan Skrining Fitokimia Serta Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol dan Jus Buah Salak (Salacca Sumatrana Becc) dengan Metode Dpph*. Skripsi Fakultas Farmasi universitas Sumatera Utara. Medan.

- Padmadisastra, Y., Sidik., dan Ajizah S. 2003. *Formulasi sediaan cair gel Lidah Buaya (Aloe vera Linn.) sebagai minuman kesehatan*. Fakultas Farmasi Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Purnomo, H. 2010. *Budidaya Salak Pondoh*. Aneka Ilmu. Semarang.
- Queiroz, C., Lopes, M.L., Fialho, E and Valente- Mesquita, V.L. 2008. *Polyphenol oxidase: characteristics and mechanisms of browning control*. Food Review International. 24: 361-375.
- Santoso, Budi Hieronymus. 1990. *Salak Pondoh*. Kanisius. Yogyakarta.
- Santoso. 2006. *Teknologi Pengawetan Bahan segar*. Laboratorium Kimia Pangan. Fakultas Pertanian Uwiga. Malang.
- Severini, C., Baiano, A., De Pilli, T., Romaniello, R., and Derossi, A. 2003. *Prevention of enzymatic browning in sliced potatoes by blanching in boiling saline solutions*. LWT - Food Science and Technology 36(7): 657-665.
- United State of Department Agriculture. 2017. *Taksonomi Klasifikasi Buah Salak*. Terdapat pada <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=SAED> diakses pada 6 September 2017.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Widuri, Hesti., dan Mawardi, Dedi. 2013. *Komponen Gizi dan Bahan Makanan untuk Kesehatan*. Gosyen Publishing. Yogyakarta.
- Witham H.F., D.F. Blaydes and R.M. Delvin. 1986. *Exercieses in Plant Physiology*. Second Edition. Prindle, Weber and Schmudt Publishers. Boston.
- Whistler R., and Daniel JR. 1985. *Carbohydrate*. Di dalam: Fennema OR (eds). Food Chemistry. Marcel Dekker. Inc. New York.