



**INAKTIVASI ENZIM PROTEASE PADA *PUREE* EDAMAME (*Glycine max*) MENGGUNAKAN TEKNIK *PULSED ELECTRIC FIELD* (PEF)**

**SKRIPSI**

Oleh

**Mila Damanik Ariyantini**

**NIM 121710101063**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**



**INAKTIVASI ENZIM PROTEASE PADA *PUREE* EDAMAME (*Glycine max*) MENGGUNAKAN TEKNIK *PULSED ELECTRIC FIELD* (PEF)**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

**Mila Damanik Ariyantini**

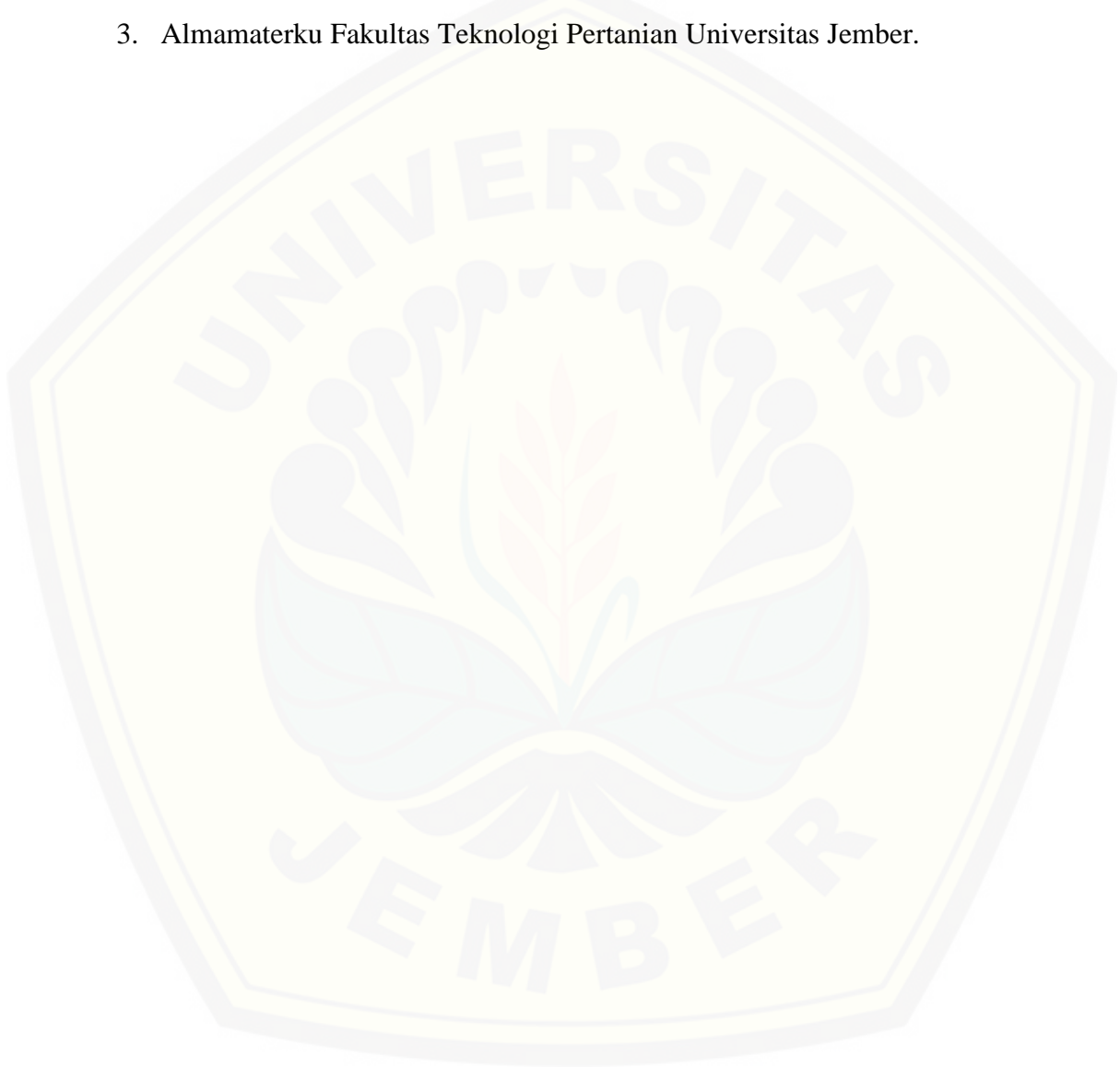
**NIM 121710101063**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terimakasih yang tidak terkira kepada:

1. Ayahanda Mustakim dan Ibunda Yayuk Mulyatik dan seluruh keluarga besar;
2. Guru-guru sejak TK hingga Perguruan Tinggi;
3. Almamaterku Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



**MOTTO**

“Keteguhan hati akan muncul jika kita bertekad kuat untuk lebih maju lagi,  
meskipun tubuh dan pikiran kita sudah tidak sanggup.”

(Bernald Taple)

“Kemenangan yang seindah-indahnya dan sesukar-sukarnya yang boleh direbut  
oleh manusia ialah menundukkan diri sendiri.”

(Ibu Kartini)

“Waktu itu bagaikan pedang, jika kamu tidak memanfaatkannya menggunakan  
untuk memotong, ia akan memotongmu (menggilasmu).”

(H.R Muslim)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mila Damanik Ariyantini

NIM : 121710101063

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Inaktivasi Enzim Protease Pada *Puree* Edamame (*Glycine max*) Menggunakan Teknik *Pulsed Electric Field* (PEF)”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 20 Juni 2017

Yang menyatakan,

Mila Damanik Ariyantini

NIM 121710101063

**SKRIPSI**

**INAKTIVASI ENZIM PROTEASE PADA *PUREE* EDAMAME (*Glycine max*) MENGGUNAKAN TEKNIK *PULSED ELECTRIC FIELD* (PEF)**

**Mila Damanik Ariyantini**

**NIM 121710101063**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : **Dr. Ir. Jayus**

Dosen Pembimbing Anggota : **Ir. Mukhammad Fauzi., M.Si**

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “**Inaktivasi Enzim Protease Pada *Puree Edamame (Glycine max)* Menggunakan Teknik *Pulsed Electric Field (PEF)*” karya Mila Damanik Ariyantini NIM 121710101063 telah diuji dan disahkan pada:**

hari, tanggal : Rabu, 14 Juni 2017

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Dosen Pembimbing Utama,

**Dr. Ir Jayus**

NIP. 19780403 200312 1 003

Dosen Pembimbing Anggota,

**Ir. Mukhammad Fauzi., M.Si**

NIP. 19630701 198903 1 004

Penguji Utama,

**Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P**

NIP. 19691212 199802 1 001

Penguji Anggota,

**Ir. Wiwik Siti Windrati M.P.**

NIP. 19531121 197903 2 002

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

**Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.**

NIP. 19680923 199403 1 009



## RINGKASAN

**Inaktivasi Enzim Protease pada *Puree* Edamame (*Glycine max*) Menggunakan Teknik *Pulsed Electric Field* (PEF).** Mila Damanik Ariyantini, 121710101063; 2017: 37 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Edamame (*Glycine max*) memiliki sifat mudah rusak disebabkan adanya kandungan enzim dan aktivitas mikroba, sehingga bahan tersebut harus dikonsumsi secara langsung setelah proses blansing. Pada edamame akhir, nilai jual edamame sangat rendah sementara kandungan gizinya masih tergolong baik. Untuk meningkatkan nilai jual edamame dibutuhkan alternatif pengolahan edamame yang dapat mempertahankan umur simpan edamame. Salah satu alternatifnya dengan membuat *puree* edamame yang memiliki umur simpan yang lebih lama tanpa merusak karakteristik dari *puree* edamame. Pengawetan *puree* edamame dilakukan dengan cara inaktivasi enzim menggunakan metode *Pulsed Electric Field* (PEF).

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perubahan dari penggunaan PEF terhadap karakteristik dan umur simpan *puree* edamame. Penelitian ini menggunakan variasi tegangan dan waktu PEF dengan dua kali pengulangan sehingga diperoleh 20 satuan percobaan. Perlakuan yang digunakan adalah edamame tanpa PEF, *puree* edamame menggunakan metode PEF dengan tegangan dan waktu berturut-turut (35 kV, 10 detik; 35 kV, 20 detik, 35 kV 30 detik; 40 kV, 10 detik; 40 kV, 20 detik; 40 kV, 30 detik dan 45 kV, 10 detik; 45 kV, 20 detik; 45 kV, 30 detik). Variabel pengamatan pada penelitian ini adalah total pertumbuhan mikroba, aktivitas enzim protease, aktivitas antioksidan, sifat organoleptik, warna, dan umur simpan *puree* edamame.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan PEF dapat menginaktivasi enzim protease dan mikroba, mempertahankan aktivitas antioksidan, sifat organoleptik, warna, dan umur simpan *puree* edamame. Aktivitas enzim protease edamame tanpa perlakuan PEF (3,30 Unit/ml) dan mengalami penurunan yang signifikan pada perlakuan tegangan 45 kV; 30 detik (0,38 Unit/ml). Total mikroba



*puree* edamame tanpa perlakuan PEF (3,447 log Cfu/ml) juga mengalami penurunan signifikan pada perlakuan tegangan 40 kV; 10 detik (2,849 log Cfu/ml) dan perlakuan tegangan 40 kV; 20 detik; 40 kV; 30 detik; 45 kV; 10 detik; 45 kV; 20 detik; dan 45 kV; 30 detik (tidak tumbuh). Hal ini menandakan bahwa semakin tinggi dan lama waktu PEF, penurunan aktivitas enzim protease dan total mikroba semakin tinggi akibat membran sel mengalami pemecahan sehingga terjadi pengeluaran cairan dari dalam sel dan kehilangan aktivitas metabolisme sel.

Aktivitas antioksidan *puree* edamame pasca perlakuan PEF mengalami penurunan yang ditandai dengan menurunnya efektivitas persentase penghambat produk terhadap radikal bebas. Meskipun aktivitas antioksidan *puree* edamame menurun, aktivitas antioksidan *puree* edamame pasca perlakuan PEF masih mampu menghambat radikal bebas pada uji perendaman DPPH. Aktivitas antioksidan *puree* edamame tanpa perlakuan PEF (9,79 %) dan pasca perlakuan PEF mengalami penurunan signifikan pada tegangan 45 kV; 30 detik (5,43 %). Selain itu, pemberian perlakuan PEF juga dapat mempertahankan warna *hue angle puree* edamame tetap dalam rentan hijau kekuningan yang ditandai dengan nilai tetap pada rentan 126 – 162. Nilai *hue angle puree* edamame sebelum dan pasca perlakuan PEF berkisar antara 153,76 – 150,02. Berdasarkan sifat organoleptik secara keseluruhan panelis lebih menyukai *puree* edamame daripada sari edamame yang ditandai dengan tanda suka pada setiap parameter. Umur simpan *puree* edamame lebih lama dibandingkan dengan minuman sari edamame yang terdapat di pasaran yang bertahan sehari dalam lemari es (suhu dingin) sedangkan *puree* edamame dapat bertahan selama satu bulan dalam lemari es (suhu dingin).

## SUMMARY

**Inactivation Of Edamame (*Glycine max*) Puree's Protease Using Pulsed Electric Field (PEF) Technique;** Mila Damanik Ariyantini, 121710101063; 2017; 37 page; Department of Agricultural Technology Faculty of Agricultural Technology University of Jember.

Edamame (*Glycine max*) is easily damaged due to suspected enzyme content and microbial activity, so it should be consumed directly after blanching process. Selling value of rejected edamame is very low while the nutritional content is still quite good. To increase the edamame selling value, an alternative processing is needed which could maintain the edamame shelf life. The alternative way is create edamame puree has a longer shelf life without damaging the characteristics of edamame puree. Preservation of edamame puree was done by enzyme inactivation using Pulsed Electric Field (PEF) technique.

The purpose of this study was to investigate changes in PEF used on characteristics and shelf life of edamame puree. This research used variation of stress and time of PEF using twice repetition so that obtained 20 unit experiment. The treatment used was edamame without PEF, edamame puree using PEF method with tension and time respectively (35 kV, 10 second, 35 kV, 20 second, 35 kV 30 second; 40 kV, 10 second; 40 kV, 20 second; 40 kV, 30 second and 45 kV, 10 second; 45 kV, 20 second; 45 kV, 30 second). Observational variables in this study were total microbial growth, protease enzyme activity, antioxidant activity, organoleptic properties, color, and shelf life of edamame puree.

The results showed that PEF treatment could inactivate protease enzymes and microbe, maintaining antioxidant activity, organoleptic properties, color, and shelf life of edamame puree. The activity of edamame protease enzyme without PEF treatment (3,30 mMol / minuted) was significantly decreased at 45 kV voltage treatment; 30 second (0.38 mMol / minuted). Total microbial in puree edamame without PEF treatment (3,447 log Cfu / ml) also significantly decreased at 40 kV voltage treatment; 10 second (2,849 log Cfu / ml) and 40 kV voltage control; 20 second; 40 kV; 30 second; 45 kV; 10 second; 45 kV; 20 second; And

45 kV; 30 second (not growing). It suggests that the higher and longer PEF times, the higher protease enzyme activity and the lower the total microbe caused by breaks down of cell membrane and cause removal of fluid from the cell and loss of cell metabolism activity.

Edamame puree antioxidant activity after PEF treatment decreased. It marked by decreasing effectiveness of product inhibitor percentage to free radical. Although the antioxidant activity of edamame puree decreased, edamame puree antioxidant activity after PEF treatment was still able to inhibit free radical at immersion test of DPPH. Edamame puree antioxidant activity without PEF treatment (9.79%) and after PEF treatment was significantly decreased at 45 kV; 30 second (5.43%). In addition, treatment of PEF also maintains the hue angle edamame puree color remains in a yellowish greenish marked by a fixed value of susceptible 126 – 162. The value of hue angle edamame puree before and after PEF treatment ranged from 153.76 - 150.02. Based on overall organoleptic results, panelists prefer edamame puree rather than edamame extract characterized by the likes on each parameter. The shelf life of edamame puree is longer than the edamame beverages on the market that only could survive for one day in refrigerator (cold temperature) while edamame puree could last for one month in the refrigerator (cold temperature).

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Inaktivasi Enzim Protease Pada *Puree* Edamame (*Glycine max*) Menggunakan Teknik *Pulsed Electric Field* (PEF)" dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
2. Ir. Giyarto, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian; Universitas Jember;
3. Dr. Bambang Herry P., S.TP., MSi., selaku komisi bimbingan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
4. Dr. Ir. Jayus, selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Ir. Mukhammad Fauzi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi kemajuan dan penyelesaian penelitian dan penulisan skripsi ini;
5. Dr. Yuli Witono., S.TP., M.P. dan Ir. Wiwik Siti Windrati M.P., selaku dosen penguji. Terima kasih atas masukan dan kesediaan sebagai penguji;
6. Segenap dosen, teknisi laboratorium, dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember yang telah meluangkan waktu dan membantu penyelesaian skripsi ini;
7. Kedua orang tua serta keluarga besarku terima kasih atas doa yang selalu menyertaiku, pengorbanan, kasih sayang yang tiada henti kepadaku, dan semangat yang tak pernah putus;

8. Sahabat saya Mala, Meme, Yunita, Gholib, Lika, Riang, Bella, Kiki, Fatkhur, Deni, Robby, Dodik, Hakki, Ican dan satu sahabat yang selalu menjadi *partner* dalam berbagai hal Moh. Ainul Yakin, serta keluarga besar THP B dan angkatan 2012 Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember yang tak bisa disebutkan satu per satu lagi yang telah memberikan semangat dan motivasi;
9. Sahabat yang selalu memberikan do'a baik dan bimbingan untuk tidak melupakan ALLAH SWT, Himmatul Faiqoh dan Sahabat yang sudah mengenalkanku tentang suatu hal yang sangat luar biasa Septian Yalayudha Maharta dan Abraham Andri;
10. Teman-teman organisasi dan pengurus HIMAGIHASTA, MANIFEST, UKM-KI KHOSINUSTETA Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
11. Teman-teman Indofood Riset Nugraha angkatan 2016/2017 yang berasal dari berbagai daerah di Indonesia yang telah memberikan dukungan dan do'anya;
12. Semua pihak yang mengenalku dimanapun kalian berada terimakasih atas do'a dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini sangat penulis harapkan. Akhirnya penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan serta pengetahuan bagi pembaca.

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING .....	v
HALAMAN PENGESAHAN .....	vi
RINGKASAN .....	vii
SUMMARY .....	ix
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Perumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat .....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Kandungan Nutrisi Edamame .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Enzim <i>Protease</i> .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Metode <i>Pulsed Electric Field (PEF)</i> .....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 Aplikasi <i>Pulsed Electric Field (PEF)</i> .....</b>	<b>7</b>
2.4.1 Ekstraksi Minyak Atsiri .....	7
2.4.2 Pengawetan Susu .....	7
2.4.3 Pengawetan Sari Buah Apel .....	9
<b>2.5 Senyawa Antioksidan .....</b>	<b>9</b>

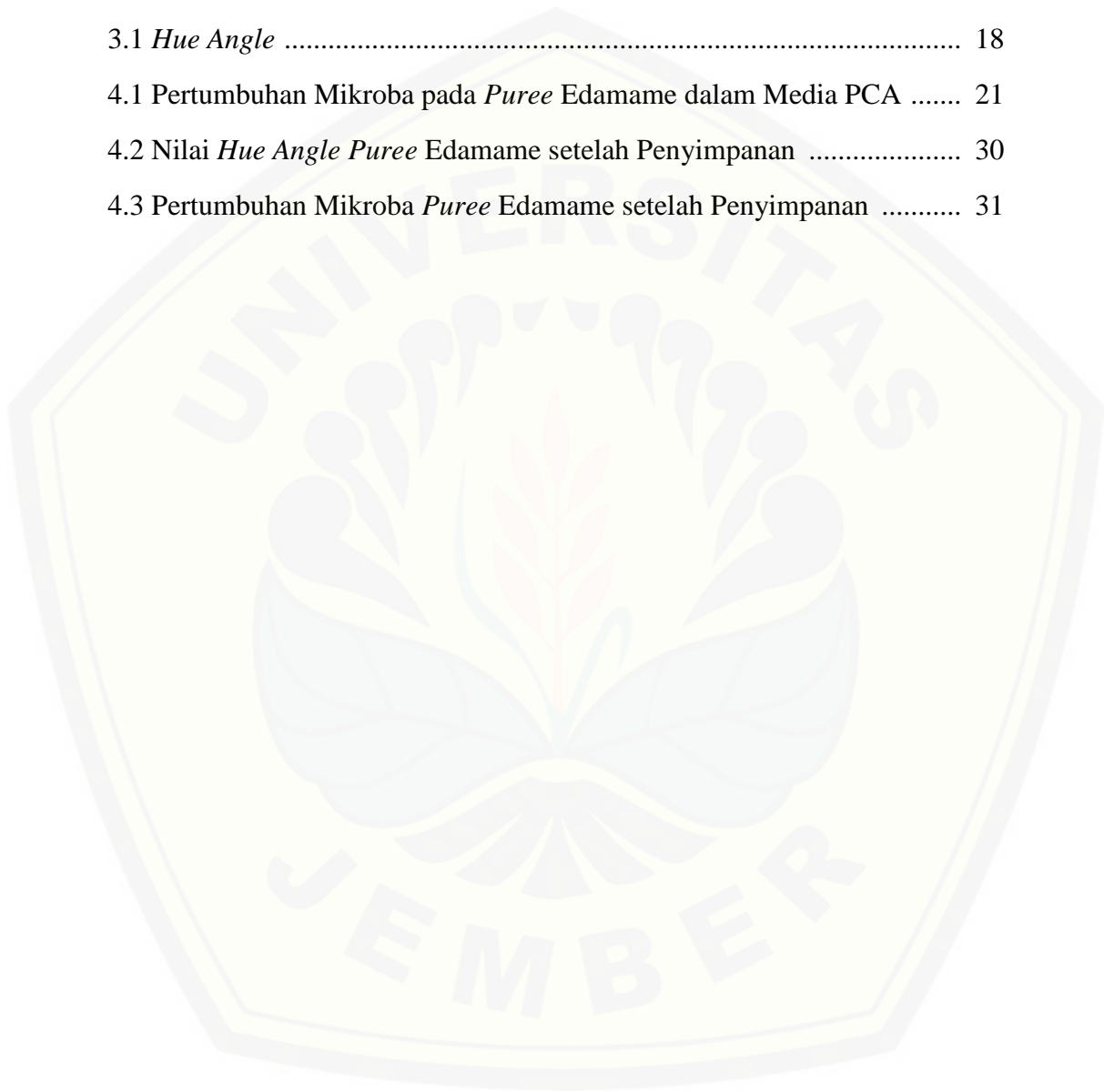
2.6 Warna (Klorofil pada Edamame) .....	10
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	12
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	12
3.2 Bahan dan Alat Penelitian .....	12
3.2.1 Bahan Penelitian .....	12
3.2.2 Alat Penelitian .....	12
3.3 Pelaksanaan Penelitian .....	12
3.3.1 Rancangan Percobaan .....	12
3.3.2 Rancangan Penelitian .....	13
3.3.3 Analisis Data .....	15
3.4 Parameter Pengamatan .....	15
3.4.1 Aktivitas Enzim Protease .....	15
3.4.2 Jumlah Total Mikroba .....	15
3.4.3 Sifat Antioksidan .....	15
3.4.4 Warna ( <i>Hue Angle</i> ) .....	15
3.4.5 Sifat Organoleptik .....	15
3.4.6 Masa Simpan .....	15
3.5 Prosedur Analisis .....	16
3.5.1 Aktivitas Enzim Protease .....	16
3.5.2 Jumlah Total Mikroba .....	16
3.5.3 Aktivitas Antioksidan .....	17
3.5.4 Warna ( <i>Hue Angle</i> ) .....	17
3.5.5 Sifat Organoleptik .....	19
3.5.6 Masa Simpan .....	19
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	20
4.1 Aktivitas Enzim Protease .....	20
4.2 Total Pertumbuhan Mikroba .....	21
4.3 Aktivitas Antioksidan .....	22
4.4 Warna ( <i>Hue Angle</i> ) .....	24
4.5 Sifat Organoleptik .....	25
4.5.1 Kesukaan warna .....	25



4.5.2 Kesukaan rasa .....	26
4.5.3 Kesukaan viskositas (kekentalan) .....	27
4.5.4 Kesukaan aroma .....	28
4.5.5 Kesukaan keseluruhan .....	28
<b>4.6 Umur Simpan .....</b>	<b>29</b>
4.6.1 Warna ( <i>Hue Angle</i> ) .....	29
4.6.2 Total pertumbuhan mikroba .....	31
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>33</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>33</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>33</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>34</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>38</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Komposisi Edamame per 100 g Polong Segar .....	5
3.1 <i>Hue Angle</i> .....	18
4.1 Pertumbuhan Mikroba pada <i>Puree</i> Edamame dalam Media PCA .....	21
4.2 Nilai <i>Hue Angle Puree</i> Edamame setelah Penyimpanan .....	30
4.3 Pertumbuhan Mikroba <i>Puree</i> Edamame setelah Penyimpanan .....	31



**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Kedelai Edamame .....	4
2.2 Struktur Molekul DPPH Sebelum dan Setelah Menerima Donor Atom H .....	10
2.3 Skema Perubahan Klorofil .....	11
3.1 Diagram Alir Rancangan Penelitian .....	13
3.2 Diagram Alir Pembuatan <i>Puree</i> Edamame .....	14
3.3 Diagram Alir Perlakuan <i>Pulsed Electric Field</i> (PEF) .....	15
4.1 Grafik Aktivitas Enzim Protease <i>Puree</i> Edamame .....	20
4.2 Grafik Aktivitas Antioksidan <i>Puree</i> Edamame .....	23
4.3 Grafik Nilai <i>Hue</i> <i>Puree</i> Edamame .....	24
4.4 Kesukaan Warna Olahan Produk Edamame .....	25
4.5 Kesukaan Rasa Olahan Produk Edamame .....	26
4.6 Kesukaan Viskositas Olahan Produk Edamame .....	27
4.7 Kesukaan Aroma Olahan Produk Edamame .....	28
4.8 Kesukaan Keseluruhan Olahan Produk Edamame .....	29

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
LAMPIRAN A. Hasil Pengamatan Aktivitas Enzim Protease .....	38
LAMPIRAN B. Hasil Pengamatan Total Mikroba .....	39
LAMPIRAN C. Aktivitas Antioksidan .....	40
LAMPIRAN D. Hasil Pengamatan Warna (Nilai <i>Hue Angle</i> ) .....	41
LAMPIRAN E. Hasil Pengamatan Uji Sifat Organoleptik .....	42
LAMPIRAN F. Masa Simpan Selama 2 Minggu .....	43
LAMPIRAN G. Kuisisioner Organoleptik .....	47
LAMPIRAN H. Dokumentasi Penelitian .....	48

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Edamame merupakan kedelai jenis sayur (*soybean vegetable*) yang termasuk spesies *Glycine max* dan memiliki produktivitas tinggi dimana satu hektar bisa menghasilkan  $\pm 10 - 12$  ton. Hal ini jauh lebih tinggi diatas rata-rata jenis kedelai lainnya yang berkisar 1,5 ton – 3 ton per hektar (Setkab, 2014). Khusus Kabupaten Jember, produksi kedelai edamame tahun 2013 tercatat 27.732 ton dengan kebutuhan konsumsi 25.473 ton sehingga mengalami *surplus* 2.259 ton (Setkab, 2014). Kedelai edamame yang dihasilkan memiliki keunggulan tersendiri karena berhasil menembus pasar Internasional yang diekspor ke mancanegara. Pada tahun 2015 ekspor edamame mencapai 6.016 ton, naik sekitar 47% dibanding ekspor tahun 2014 sebesar 4.097 ton (Pujiastuti, 2015). Ekspor edamame setiap tahunnya sekitar 4.500 – 5.000 ton kedelai edamame dengan menghasilkan devisa USD 10 juta (Setkab, 2014).

Edamame memiliki nilai gizi yang cukup tinggi yakni 582 Kkal, protein 11,4 g; karbohidrat 7,4 g; lemak 6,6 g; vitamin A 100 mg; B1 0,27 mg; B2 0,14 mg; B3 1 mg; dan vitamin C 27%; serta mineral-mineral seperti fosfor 140 mg; kalsium 70 mg; besi 1,7 mg; dan kalium 140 mg dalam 100 g edamame (Johnson, *et al.* 1999, Nguyen, 2001) dan mengandung sembilan asam amino esensial yang diperlukan tubuh, tidak mengandung kolesterol dan sedikit lemak jenuh serta kaya serat, vitamin C dan B, kalsium, zat besi atau magnesium, dan asam folat (Setkab, 2014). Namun, edamame yang tidak sesuai dengan mutu ekspor atau edamame afkiran dijual di pasar lokal dengan harga di bawah edamame mutu ekspor. Pada umumnya edamame dikonsumsi secara langsung setelah proses *blanching*, karena edamame memiliki umur simpan yang rendah. Oleh karena itu, perlu adanya diversifikasi edamame menjadi *puree* (bubur buah) yang merupakan produk setengah jadi dari edamame sebagai bahan baku pembuatan sari edamame atau nektar, produk roti, susu, permen, selai dan jeli (Broto, 2003).

*Puree* edamame memiliki sifat *perishable*, sehingga memiliki umur simpan yang rendah. Hal ini dapat diakibatkan karena adanya reaksi enzim yang terkandung di dalam *puree* edamame secara berlebihan, selain kontaminasi mikroba. Enzim yang terkandung dalam edamame diantaranya urease, lipoksigenase, peroksidase dan protease yang berpotensi merusak dan mengurangi mutu dari hasil olahan edamame. Secara umum proses pengawetan melibatkan perlakuan panas karena sangat efektif dalam mempertahankan kualitas umur simpan. Kelemahan proses pemanasan pada pengawetan *puree* edamame akan berakibat pada penurunan kandungan nutrisi edamame, terutama komponen-komponen yang tidak tahan panas. Oleh karena itu, dibutuhkan proses pengawetan *puree* edamame yang dapat memperpanjang umur simpan tanpa merusak komponen didalamnya. Salah satu teknik yang dapat digunakan dalam proses pengawetan *puree* edamame yaitu menggunakan teknik *Pulsed Electric Field* (PEF).

PEF merupakan salah satu teknik pengolahan pangan *non-thermal* dengan menggunakan kejutan listrik intensitas tinggi yang diaplikasikan pada bahan pangan berbentuk cair dengan tujuan untuk memperkecil kerusakan yang disebabkan oleh pemanasan. Keuntungan dari teknik ini yaitu dapat mempertahankan warna, tekstur, dan aroma *original* serta nilai nutrisi pada saat proses pengawetan (Quass, 1997). Oleh sebab itu, dalam penelitian ini dilakukan pengawetan *puree* edamame menggunakan teknik PEF untuk mengetahui perubahan penurunan terhadap karakteristik *puree* edamame yang dihasilkan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk pengolahan *puree* tanpa merusak kandungan gizi dengan menggunakan teknik *Pulsed Electric Field* (PEF). Keuntungan dari teknik ini yaitu dapat mempertahankan warna, tekstur, dan aroma *original* serta nilai nutrisi pada saat proses pengawetan. Choviya *et al.*, (2011) melaporkan bahwa nilai gizi, sifat fisik, dan kimiawi dari sari apel tidak mengalami perubahan signifikan dibandingkan sari apel tanpa perlakuan PEF. Selain itu perlakuan PEF dapat menurunkan total mikroba pada sari apel dalam



waktu 60 detik dengan efektivitas pembunuhan sebesar 93,53%. Andriawan, *et al.* (2015) juga melaporkan bahwa “susu listrik” alat pengawetan susu keju listrik tegangan tinggi (*Pulsed Electric Field*) menggunakan transformator tegangan tinggi dan inverter dapat menurunkan jumlah mikroorganisme sebesar 99,96% dengan waktu 270 detik. Namun, teknik tersebut belum pernah digunakan untuk menginaktivkan enzim dan menekan mikrobial pada *puree* edamame tanpa merusak kandungan dari *puree* tersebut. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian mengenai inaktivasi enzim protease menggunakan PEF untuk mengetahui perubahan terhadap parameter pengamatan *puree* edamame.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui penggunaan PEF terhadap penurunan aktivitas enzim protease, total pertumbuhan mikroba, aktivitas antioksidan, dan warna *puree* edamame.
2. Mengetahui penggunaan PEF terhadap umur simpan *puree* edamame berdasarkan parameter warna dan total mikroba.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat mengetahui proses pengawetan *puree* edamame tanpa melibatkan proses termal sehingga dapat mempertahankan kualitas *puree* edamame *original* dan dapat meningkatkan nilai jual dari edamame.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kandungan Nutrisi Edamame (*Glycine max*)

Edamame merupakan kedelai jenis sayur (*soybean vegetable*) yang termasuk spesies *Glycine max* dan memiliki produktivitas tinggi di mana satu hektar bias menghasilkan  $\pm 10 - 12$  ton. Hal ini jauh lebih tinggi di atas rata-rata jenis kedelai lainnya yang berkisar 1,5 ton – 3 ton per hektar (Setkab, 2014). Edamame memiliki ukuran polong yang besar, dalam satu polong berisi paling sedikit dua biji dan memiliki karakteristik sensori, tidak seperti kedelai pada umumnya (Wszelaki *et al.*, 2005 dalam Xu *et al.*, 2012). Adapun gambar kedelai edamame dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



**Gambar 2.1** Kedelai Edamame (Penulis, 2017)

Edamame memiliki kandungan nilai gizi yang cukup tinggi dan mengandung Sembilan asam amino esensial yang diperlukan tubuh, tidak mengandung kolesterol dan sedikit lemak jenuh serta kaya serat, vitamin C dan B, kalsium, zat besi atau magnesium, dan asam folat serta isoflavon (Setkab, 2014). Kandungan protein di dalam kedelai edamame sedikit lebih tinggi dari pada kacang kedelai, tetapi pada biji edamame yang berukuran besar memiliki persentase minyak yang lebih tinggi dan rendah protein dibandingkan dengan edamame yang berukuran kecil (Konovsky, 1994). Komposisi dari 100 gram kedelai edamame segar dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

**Tabel 2.1.** Komposisi edamame per 100 gram polong segar

Komposisi	Jumlah
Energi (kkal/100g)	582,0 <sup>b</sup>
Air (g/100g)	10,81 <sup>a</sup>
Protein (g/100g)	37,1 <sup>a</sup>
Lipid (g/100g)	6,6 <sup>b</sup>
Karbohidrat (g/100g)	38,6 <sup>a</sup>
Seratpangan (g/100g)	9,19 <sup>a</sup>
Mineral (%)	3,39 <sup>a</sup>
Kalsium (mg/100 g)	70,0 <sup>b</sup>
Fosfor (mg/100 g)	140,0 <sup>b</sup>
Besi (mg/100 g)	1,7 <sup>b</sup>
Natrium (mg/100 g)	1,0 <sup>b</sup>
Vitamin B <sub>1</sub> (mg/100 g)	0,27 <sup>b</sup>
Vitamin B <sub>2</sub> (mg)	0,14 <sup>b</sup>
Asamaskorbat (mg)	27,0 <sup>b</sup>

Sumber : Cuenca, *et al.* (2005) dan Johnson, *et al.* (1999) dalam Riyanto, *et al.* (2006)

## 2.2 Enzim Protease

Enzim protease memiliki peran penting dalam mutu suatu produk pangan. Pada dasarnya enzim protease dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas dari suatu produk pangan. Proses metabolisme aktivitas enzim protease berperan untuk memotong struktur dari protein yang dapat melunakkan struktur jaringan dari suatu produk, namun enzim protease yang terdapat pada bahan pangan juga dapat menyebabkan penurunan kualitas karakteristik bahan pangan akibat reaksi aktivitas enzim protease yang berlebihan. Hidrolisis protein pada bahan pangan merupakan proses yang tidak diinginkan karena dapat menurunkan kualitas bahan pangan selama pasca panen. Salah satu perombakan yang terjadi setelah kesegaran bahan pangan menurun adalah perombakan struktur sehingga protein kehilangan sifat alaminya, dalam keadaan normal protein mampu mengikat sejumlah cairan sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh mikroba untuk berkembangbiak. Selain itu, reaksi enzim protease dalam bermetabolisme untuk memecah struktur protein menghasilkan sisa reaksi yaitu H<sub>2</sub>S dan amoniak, sehingga mempengaruhi aroma yang tidak diinginkan (busuk) pada suatu bahan pangan ataupun produk pangan (Chandrasekaran, 2015).

Kemampuan protease dalam mempercepat reaksi dipengaruhi beberapa faktor yang menyebabkan enzim dapat bekerja dengan optimal dan efisien.

Faktor-faktor utama yang mempengaruhi aktivitas enzim adalah konsentrasi enzim, substrat, senyawa inhibitor dan aktivator, pH serta temperatur lingkungan (Muchtadi *et. al.*, 1992). Temperatur mempengaruhi aktivitas enzim, pada temperatur rendah reaksi enzimatik berlangsung lambat, kenaikan temperatur akan mempercepat reaksi hingga suhu optimum tercapai dan reaksi enzimatik mencapai maksimum. Kenaikan temperatur melewati temperature optimum akan menyebabkan enzim terdenaturasi dan menurunkan kecepatan reaksi enzimatik (Wuryanti, 2004).

### 2.3 Metode *Pulsed Electric Field* (PEF)

*Pulsed Electric Field* (PEF) merupakan salah satu metode pengolahan makanan tanpa menggunakan panas, metode ini menggunakan medan tegangan listrik untuk meninaktivasi mikroba dan enzim dengan meminimalisir kerusakan karakteristik makanan. Teknologi PEF bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk yang diinginkan konsumen. Teknologi ini dapat mempertahankan atau mengurangi perubahan karakteristik sensoris dan fisik produk makanan (Quass, 1997).

Metode PEF mulai berkembang dalam bidang pangan karena beberapa kelebihan yang dihasilkan dari metode ini dari pada metode *thermal* seperti stearilisasi dan pasteurisasi. Kelebihan teknik PEF dibandingkan dengan metode *thermal* diantaranya yaitu dapat menginaktivasi mikroorganisme dan enzim dalam waktu singkat, meminimalisir kerusakan yang diakibatkan oleh panas, mempertahankan karakteristik warna, aroma, dan kandungan gizi produk pangan (Quass, 1997).

Parameter terpenting yang harus diperhatikan dalam pengolahan dengan metode PEF adalah parameter proses yaitu kekuatan kejutan listrik, lebar pulsa, jumlah pulsa dan desain wadah pengolahan (*chamber*). Sel membrane bakteri dan akan mengalami kerusakan yang menyebabkan bakteri tersebut mati jika mendapatkan kejutan listrik lebih besar dari 25 kV/cm dengan lebar pulsa 100–200 ns (Van Heesch *et al.*, 2004). Kekuatan kejutan listrik tergantung pada pengaturan pulsa dan tegangan tinggi yang diberikan pada *chamber*, sedangkan

jumlah pulsa tergantung pada lamanya waktu pengolahan (Ziwei *et al.*, 2006). Untuk mendapatkan kejutan listrik yang sesuai guna menginaktivasi mikroorganisme diperlukan pengaturan besarnya pulsa tegangan tinggi yang dapat diberikan pada *chamber* dan juga pengaturan pulsa tegangan tinggi.

## 2.4 Aplikasi Pulsed Electric Field (PEF)

### 2.4.1 Ekstraksi Minyak atsiri

*Pulsed Electric Field* (PEF) adalah metode non-termal yang menerapkan medan listrik tinggi dengan waktu yang singkat. Pada metode ini bahan diletakkan diantara dua elektroda. Aplikasi dari hasil medan listrik eksternal ini adalah meningkatkan permeabilitas membran sel (Lopez *et al.*, 2008). Penerapan PEF pada hasil produksi minyak kanola menyebabkan perubahan struktur pada membran sel, yang akibatnya akan meningkatkan permeabilitas sel. Hal tersebut tergantung dari perlakuan terhadap PEF yang diberikan, seperti kuat medan listrik dan waktu yang diberikan (Guderjan dan Knorr, 2007). Penelitian Sukardi *et al.*, melaporkan dari hasil perlakuan terbaik didapatkan kombinasi perlakuan terbaik yaitu jarak anoda pada PEF 15 cm dan konsentrasi Tween 80 sebesar 2%. Dari hasil kombinasi perlakuan tersebut didapatkan peningkatan terhadap rendemen minyak atsiri bunga mawar dari 0,238 menjadi 0,476; indeks bias dari 1,42 menjadi 1,44; warna L dari 24,9 menjadi 28,667; warna a dari 7,1 menjadi 6,433; warna b dari 8,4 menjadi 14,800. Dari hasil analisis komponen kimia juga terjadi peningkatan nilai komponen dari 4 komponen menjadi 6 komponen dengan komponen aktif tertinggi pada perlakuan terbaik yaitu *phenethyl alcohol* 25,60% dan *pentacosane* 42,05%.

### 2.4.2 Pengawetan Susu

Pertumbuhan bakteri patogen di dalam bahan makanan merupakan hal yang perlu diperhatikan sebab beberapa bakteri patogen mempunyai kaitan erat dengan keracunan makanan. Bakteri ini kerap dijumpai dan dapat bertahan selama proses pengolahan. Selain itu, mereka dapat mengkontaminasi dan berkembang biak dalam makanan olahan pada keadaan tertentu (Fain, 1992 dalam Titiek *et al.*,



2009). Salah satu mikroorganisme yang berpengaruh terhadap kerusakan pangan adalah *Staphylococcus aureus*, yang merupakan bakteri penyebab keracunan yang memproduksi enterotoksin. *Staphylococcus aureus* merupakan patogen indikator sanitasi tangan pekerja, sehingga penting untuk mengetahui keamanan mikrobiologis dari buah (Rahmadi, 2009). Metode *non-thermal* PEF adalah salah satu metode perlakuan untuk pengawetan makanan, karena PEF berpotensi dalam menginaktivasi mikroba tanpa mengubah cita rasa dan kekayaan nutrisi pada makanan. Proses intensitas tinggi didasarkan pada aplikasi denyut pendek tegangan tinggi (20-80 kV/cm) dengan waktu yang sangat singkat (kurang lebih satu detik) pada makanan cair yang ditempatkan diantara dua elektroda (Barbosa-Cánovas *et al.*, 1999 dalam Cueva, 2003).

Inaktivasi mikroba yang dilakukan dengan PEF berhubungan dengan ketidakstabilan membran sel secara elektro-mekanik. Membran sel melindungi mikroba dari kondisi lingkungan sekitar dengan cara bekerja sebagai dinding semipermeable, contohnya membran tersebut mengatur masuknya nutrisi kedalam sel dan mengatur keluarnya produk akhir dari aktivitas metabolisme sel (Sale dan Hamilton, 1968 dalam Jeyamkon dan *et al.*, 2008). Jika membran sel mengalami pemecahan, maka terjadi pengeluaran cairan dari dalam sel dan kehilangan aktivitas metabolisme sel. Ada dua teori yang menjelaskan tentang proses pemecahan membran sel Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Penentuan Tingkat Kerusakan Buah Alpukat – Khusna Fauzia *et. al.*, akibat pengaruh dari PEF bertegangan tinggi yaitu “dielectric rupture” dan “electroporation”.

Penelitian Muslim Choirul *et al.*, 2013 melaporkan bahwa menggunakan PEF mampu menurunkan jumlah mikroba *Staphylococcus aureus* dengan jumlah awal mikroba sebanyak 1,6.10<sup>3</sup> CFU/ml. Penurunan terendah terjadi pada tegangan 20 kV mencapai 27,7% dengan jumlah mikroba 1,157.10<sup>3</sup> CFU/ml, dan penurunan tertinggi terjadi pada tegangan 80 kV mencapai 75,2% dengan jumlah mikroba 3,97.10<sup>2</sup> CFU/ml. Laju kematian mikroba *Staphylococcus aureus* tiap detik (*lethal rates*) sebesar 13,4 CFU/ml pada tegangan 80 kV. Hasil uji tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan sifat fisik susu meliputi kadar air berkisar 89,51 - 90,06%; berat jenis berkisar 1,0183 - 1,0205 g/ml; titik didih

berkisar 99,2 - 99,7 °C; titik beku berkisar -8,995 s/d -10,37 °C; dan viskositas berkisar 0,9797 - 0,9917 cp. Sifat kimia seperti pH berkisar 6,573 - 6,59; nilai gizi dalam susu yang meliputi vitamin C berkisar 0,288 - 0,31 mg/100g dan protein berkisar 2,12 - 2,881%.

#### 2.4.3 Pengawetan sari buah apel

Proses utama yang banyak dipakai dalam pengolahan sari apel pada saat ini adalah metode thermal yaitu suatu proses pengolahan pangan konvensional dengan menggunakan pemanasan antara 60-100°C seperti pasteurisasi dan sterilisasi. Selama proses tersebut, energi dalam jumlah besar ditransferkan ke makanan. Energi ini dapat menyebabkan reaksi yang tidak diinginkan, seperti kehilangan nutrisi esensial, dan perubahan warna, bau dan rasa. Fakta ini menunjukkan bukan hanya daya tahan makanan yang diperlukan tetapi kualitas juga penting untuk konsumsi masyarakat.

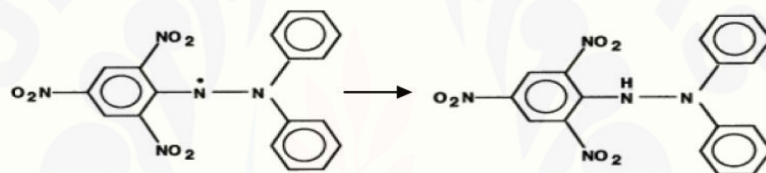
Penelitian yang dilakukan Choviya La *et al.*, 2011 dengan judul Penerapan *Pulsed Electric Field* pada Pasteurisasi Sari Buah Apel Varietas Ana: Kajian Karakteristik Nilai Gizi, Sifat Fisik, Sifat Kimiawi Dan Mikrobial Total melaporkan bahwa penggunaan PEF untuk pasteurisasi sari buah apel dengan menggunakan variasi waktu pengolahan 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 detik. Parameter pengamatan yaitu vitamin A dan C, kadar air, berat jenis, pH, total padatan terlarut dan total mikrobial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai gizi, sifat fisik dan kimiawi dari sari apel tidak mengalami perubahan signifikan dibandingkan sari apel tanpa perlakuan PEF. Penurunan total mikrobial terbesar pada waktu perlakuan 60 detik dengan efektivitas pembunuhan sebesar 93,53%.

## 2.5 Senyawa Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa kimia yang mampu menetralkan radikal bebas dapat berasal dari dalam atau dari luar tubuh manusia melalui makanan yang dikonsumsi (Lingga dan Lanny, 2012). Radikal bebas adalah atom atau senyawa yang kehilangan pasangan elektronnya. Elektron yang tidak berpasangan menyebabkan radikal bebas tidak stabil dan sangat reaktif, selalu berusaha untuk

mencari pasangan baru, sehingga mudah bereaksi dengan zat lain (protein, lemak, maupun DNA) dalam tubuh (Winarti, 2010).

Pengukuran aktivitas antioksidan dalam menangkal radikal bebas dapat dilakukan dengan bermacam metode, seperti DPPH. Uji penangkapan radikal bebas DPPH merupakan uji untuk menentukan aktivitas antioksidan dalam sampel yang akan diujikan dengan melihat kemampuannya dalam menangkal radikal bebas DPPH. Sumber radikal bebas dari metode ini adalah senyawa 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil. Terjadi donasi atom hidrogen dari substansi yang diujikan kepada radikal DPPH menjadi senyawa non radikal difenilpikrilhidrazin yang akan ditunjukkan oleh perubahan warna (Molyneux, 2004). Struktur molekul DPPH sebelum dan setelah menerima donor atom H dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.



**Gambar 2.2.** Struktur molekul DPPH sebelum dan setelah menerima donor atom H (Molyneux, 2004)

## 2.6 Warna (Klorofil pada Edamame)

Klorofil adalah pigmen yang berwarna hijau yang terdapat dalam kloroplas bersama dengan kakaroten dan xantofil di dalam membran sel yang mengandung karbohidrat dan protein. Kloroplas memiliki bentuk teratur tampak seperti lempengan warna hijau. Klorofil berikatan erat dengan dengan lipid, protein, dan lipoprotein. Molekul-molekul ini terikat dengan monolayer, lipid terikat karena afinitas fitol sedangkan protein terikat karena afinitas cincin planar porfirin yang hidrofobik (Clydedale, 1976). Ada dua jenis klorofil yaitu klorofil a ( $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ ) bersifat kurang polar berwarna biru kehijauan dan klorofil b ( $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg_2$ ) bersifat polar berwarna hijau kekuningan (Taylor, 1984).

Degradasi klorofil dapat disebabkan oleh satu atau lebih reaksi, seperti diakibatkan akibat pergantian atom magnesium pada molekul klorofil oleh atom hidrogen membentuk feofitin yang biasa disebut dengan reaksi feofitinasi. Reaksi



ini akibat karena adanya panas sehingga protein terdenaturasi dan kloroplas pecah berakibat pada klorofil keluar berikatan dengan hidrogen menggantikan magnesium sehingga membentuk warna hijau kecoklatan (Clydesdale, 1976). Kedua akibat pemutusan grup fitol dari molekul klorofil membentuk klorofilid yang dikatalisa oleh enzim klorofilase. Ketiga akibat adanya reaksi oksidasi yang menyebabkan perubahan warna pada klorofil.

Mekanisme perubahan warna, klorofil terdapat dalam bentuk ikatan kompleks dengan protein yang diduga untuk menstabilkan molekul klorofil dengan cara memberikan ligan tambahan, panas mengakibatkan denaturasi protein sehingga klorofil menjadi tidak terlindung lagi dan mudah diserang. Sehingga berpengaruh terhadap aktivitas klorofilase (Taylor, 1984).

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian dan Laboratorium *Center for Development Advanced Science and Technology* (CDAST) Universitas Jember. Waktu penelitian dimulai bulan Oktober 2016 – April 2017.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan adalah kedelai edamame yang diperoleh dari PT. Mitra Tani Dua Tujuh di Kabupaten Jember, akuades, dan air es. Bahan kimia yang digunakan adalah etanol 90%; 1 M buffer fosfat pH 7 ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ); 0,6% larutan kasein; 0,4 M *trichloroacetic acid* (TCA); 0,4 M sodium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ); dan 0,67 N *Folin ciocalteau*, reagen DPPH, ethanol 96%.

#### 3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam pengolahan *puree* edamame adalah rangkaian alat *Pulsed Electric Field* (PEF) dan blender (Philips). Alat yang digunakan untuk analisis antara lain: *Glassware* (peralatan gelas), *magnetic stirrer* (Medline MS30OHS, Jerman), Penangas (Medline MS30OHS, Jerman), *shaker water bath* (Model Orbital Shaking Incubator), neraca analitik (ES 2200C dan ES 225SM-DR, Swiss), pH meter (F-51), mikropipet, spektrofotometer (Spectrophotometer model U-2900UV type VIS 2JI-0004, Jepang), *colour reader* (CR-10 Minolta), lemari pendingin (Sharp), *sentrifuse* (Centrifuge Floor Standing type CR21GIII, Jepang) dan tabung *setrifuse*.

### 3.3 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.3.1 Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan dengan dua variasi perlakuan yaitu variasi tegangan (A) dan waktu PEF (B), yang ditulis dengan notasi sebagai berikut:

Voltase PEF (A)	Waktu PEF (B)		
	B1	B2	B3
A1	A1B1	A1B2	A1B3
A2	A2B1	A2B2	A2B3
A3	A3B1	A3B2	A3B3

Keterangan:

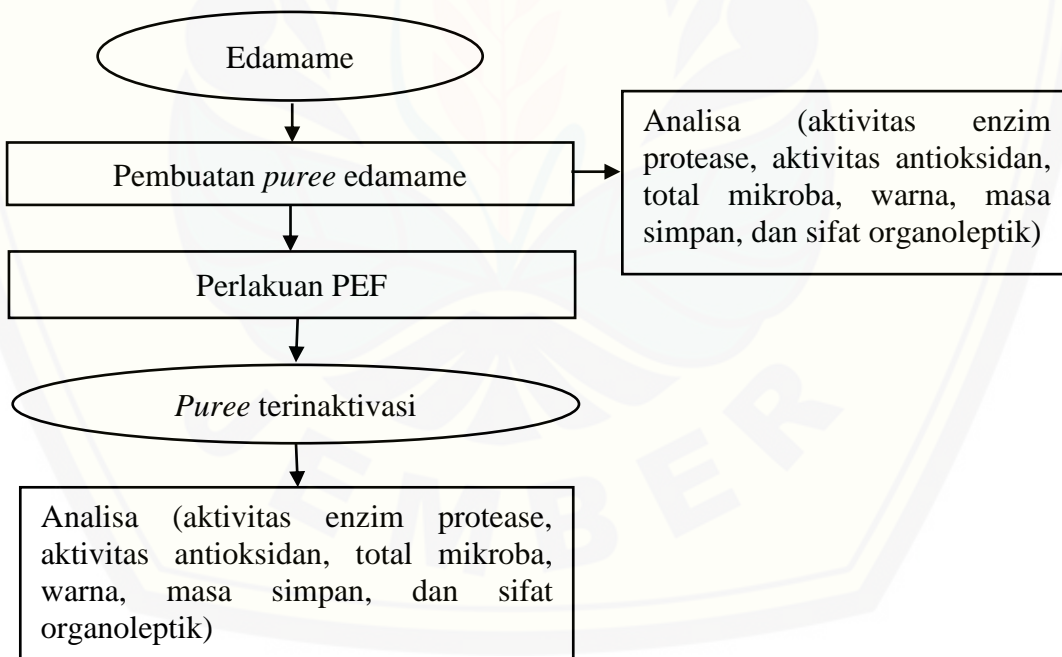
A = Variasi Tegangan (35 kV, 40 kV dan 45 kV)

B = Variasi Waktu ( 10 s, 20 s, dan 30 s)

Masing-masing perlakuan tersebut diulang sebanyak dua kali. Data penelitian diolah dengan statistik sederhana dan dianalisa menggunakan uji deskriptif yang di *compare* dengan literatur. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk diagram.

### 3.3.2 Rancangan Penelitian

Penelitian terdiri dari dua tahap yaitu pembuatan *puree* edamame dan penggunaan teknik PEF. Diagram alir rancangan penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

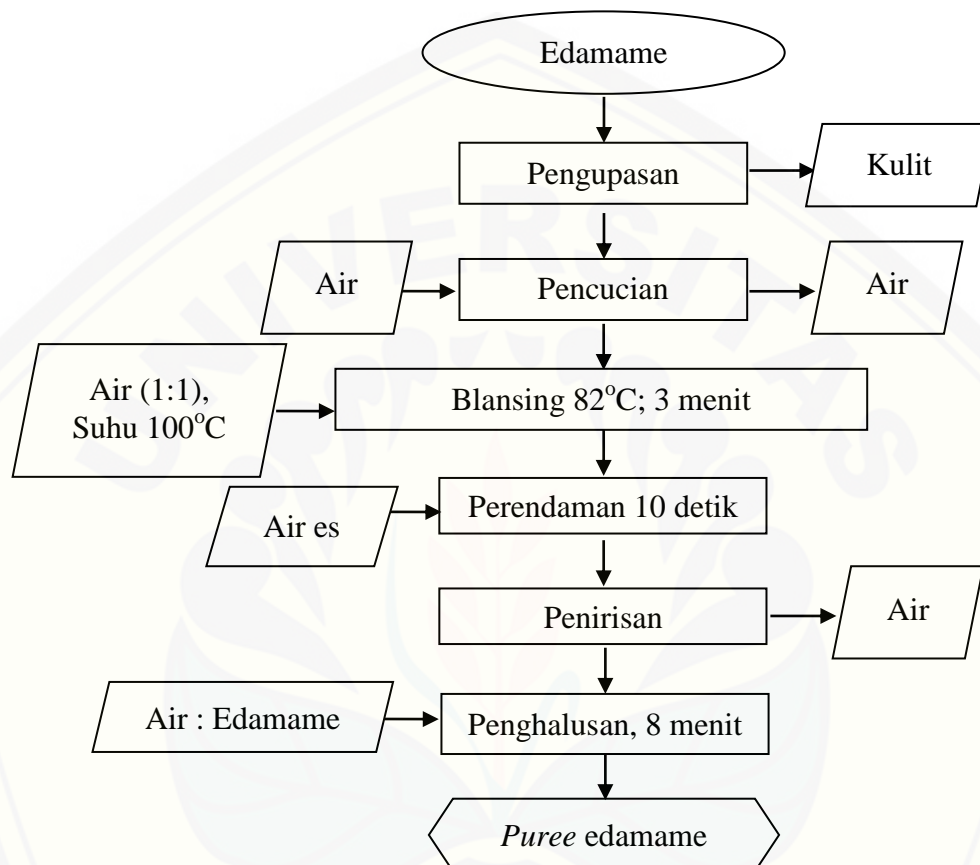


**Gambar 3.1** Diagram alir rancangan penelitian

#### a. Pembuatan *puree* edamame

Edamame segar dikupas dari kulitnya dan dicuci menggunakan air mengalir. Setelah itu, edamame yang sudah bersih dari kulit dan kotoran di blansing menggunakan suhu 82 °C selama tiga menit. Kemudian, ditiriskan dan direndam

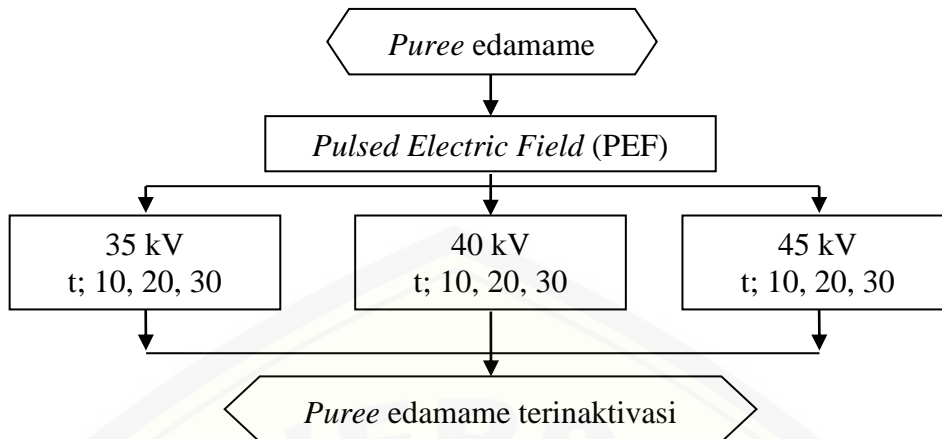
air es selama 10 detik untuk menghentikan reaksi panas pada *puree*. Selanjutnya, 300 g mukimame di haluskan dengan penambahan air (2:1) selama delapan menit. *Puree* edamame yang dihasilkan kemudian diinaktivasi enzimnya menggunakan PEF. Diagram alir pembuatan *puree* edamame ditampilkan pada **Gambar 3.2**



**Gambar 3.2** Diagram alir pembuatan *puree* edamame (Lee, *et al.*, 1998)

b. Perlakuan *Pulsed Electric Field* (PEF)

*Puree* edamame ditempatkan pada *pulsed electric field tank*. Selanjutnya pengaturan tegangan dan waktu. Pengaturan tegangan tinggi dan waktu PEF dilakukan sesuai perlakuan rancangan percobaan, selanjutnya dilakukan analisa aktivitas enzim protease, total mikroba, aktivitas antioksidan, warna, uji organoleptik dan umur simpan. Diagram alir teknik PEF pada *puree* edamame ditampilkan pada **Gambar 3.3**



**Gambar 3.3** Diagram alir perlakuan *Pulsed Electric Field* (PEF)

### 3.3.3 Analisis Data

Jenis data yang digunakan yaitu data primer yang pengambilannya diperoleh dengan melakukan pengamatan terhadap parameter dan data sekunder yang diperoleh dari sumber referensi dan penelitian sebelumnya. Data hasil penelitian diolah secara deskriptif dan di *compare* dengan literatur. Data disajikan dalam bentuk tabel dan diagram.

### 3.4 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati pada penelitian ini sebagai berikut:

- 3.4.1 Aktivitas Enzim Protease (Oh, *et al.*, 2016).
- 3.4.2 Total Pertumbuhan Mikroba (Arisusanti, 2010).
- 3.4.3 Aktivitas Antioksidan (Penangkapan radikal DPPH, Nooman *et al.* 2008)
- 3.4.4 Warna, *Hue Angle* (Menggunakan *colourreader*, Hutching, 1999)
- 3.4.5 Sifat Organoleptik (Uji Kesukaan, Meilgard, 1999)
  1. Warna
  2. Rasa
  3. Viskositas
  4. Aroma
  5. Keseluruhan
- 3.4.6 Pengamatan Umur Simpan



### 3.5 Prosedur Analisis

#### 3.5.1 Aktivitas Enzim Protease

Sampel *puree* edamame 1 mL diekstraksi dengan 10 mL larutan solven (etanol/air, 8:2) pada suhu ruang selama 24 jam menggunakan *shaker water bath*. Kemudian, campuran disentrifugasi pada 5000 rpm 4°C selama 5 menit, dan supernatant digunakan untuk uji aktivitas enzim protease. Selanjutnya 1 mL supernatan dan 1 mL 1 M buffer fosfat (pH 7) yang mengandung 0,6 % kasein dicampur dan diinkubasi pada 37 °C selama 10 menit, kemudian 5 mL 0,4 M *trichloacetic acid* (TCA) ditambahkan lalu diinkubasi pada 37°C selama 30 menit untuk menghentikan reaksi. Setelah 30 menit, campuran disaring menggunakan whatman GF/C<sup>tm</sup> diameter 90 mm, dan 2 ml filtrat ditambah 5 mL 0,4 M sodium karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) dan 1 mL *Folin Solution (3-fold dilution of 2 N Folin Stock Solution)*. Setelah itu campuran larutan diinkubasi pada 37 °C selama 30 menit, selanjutnya densitas optic diukur pada λ 660 nm dengan menggunakan spektrometer UV. Pembuatan larutan standar dengan melarutkan bubuk L-tirosin sebanyak 0,04525 g ke dalam 0,05 L akuades, kemudian diambil 1 mL dan ditambahkan dengan reagen yang sama sesuai dengan tahapan uji aktiviyas enzim pada sampel, namun tanpa ditambahkan sampel. Sedangkan blanko dibuat dengan tahapan yang sama tanpa penambahan sampel dan standar. Aktivitas protease didefinisikan sebagai mMol L-tirosin yang dihasilkan per unit waktu (Oh, *et al.*, 2016). Selanjutnya dihitung aktivitas enzim protease dengan rumus :

$$\text{Aktivitas enzim Protease} = \left( \frac{A_{smp} - A_{blk}}{A_{std} - A_{blk}} \right) \times \frac{1}{t} \times fp \times 5 \text{ mMol}$$

Keterangan :

A <sub>smp</sub>	= Absorbansi sampel
A <sub>blk</sub>	= Absorbansi blanko
A <sub>std</sub>	= Absorbansi standart
t	= Waktu inkubasi sebelum penambahan TCA
fp	= Faktor pengenceran

#### 3.5.2 Total Pertumbuhan Mikroba

Sebanyak 5 mL *puree* ditambahkan 45 ml akuades steril (10<sup>-1</sup>), selanjutnya dilakukan pengocokan hingga tercampur. Kemudian ambil 0,1 mL larutan sampel



dan diencerkan ke dalam ( $10^{-3}$ ), kemudian ambil 0,1 mL sampel dan di encerkan ke dalam 9,9 mL larutan laris ( $10^{-5}$ ) di dalam tabung reaksi, pengenceran dilakukan sampai pengenceran yang ditentukan, setelah itu sejumlah 1 mL di drop kedalam petridish yang telah mengandung media padat (PCA), kemudian diinkubator pada 30 °C selama 24-48, selanjutnya dihitung jumlah mikroba dengan rumus :

$$\text{Koloni per gram} = \text{jumlah koloni per cawan} \times \frac{1}{\text{Faktor pengenceran}}$$

Analisis mikroba dilakukan dengan hitungan cawan berdasarkan standar yang disebut *Standart Plate Count* (SPC).

### 3.5.3 Aktivitas Antioksidan

Penentuan aktivitas antioksidan menggunakan metode penangkapan radikal DPPH, sebanyak 0,0394 gram reagen DPPH dilarutkan dalam larutan ethanol pa 250 ml, kemudian disimpan dalam wadah bersih dan gelap. Untuk menentukan aktivitas antioksidan sampel digunakan 1 ml sampel dilarutkan ke dalam 10 ml akuades. Sebanyak 0,1 ml sampel yang telah diencerkan dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 2 ml larutan DPPH. Kemudian suspense tersebut ditambah ethanol pa hingga volume 3 ml. Larutan dihomogenkan menggunakan vortex dan ditempatkan dalam ruang gelap selama 30 menit. Setelah itu dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 517 nm menggunakan spektrofotometer. Sedangkan untuk blanko dibuat dengan hal sama tanpa penambahan sampel. Aktivitas antioksidan dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Efektivitas penghambatan (\%)} = \frac{\text{Abs. (Blanko-sampel)}}{\text{Abs. Balnko}} \times 100$$

### 3.5.4 Warna (Nilai *Hue Angle*)

Pengukuran warna *puree* edamame menggunakan *colorreader*. Pengukuran warna dibaca pada parameter  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  di 5 titik yang berbeda.  $L^*$  menunjukkan derajat kecerahan dari hitam (0) hingga putih (100).  $a^*$  mendeskripsikan warna merah hijau dengan nilai  $a^*$  positif mengindikasikan kemerahan dan  $a^*$  negatif mengindikasikan kehijauan. Sedangkan  $b^*$  mendeskripsikan warna kuning-biru dengan nilai  $b^*$  negatif mengindikasikan kebiruan dan  $b^*$  positif mengindikasikan kekuningan. Sebelum warna *puree*

edamame diukur, color reader dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan porselen khusus yang diketahui nilai standart pada porselen yaitu  $L = 94,35$  ;  $a = -5,75$  ; dan  $b = 6,51$ . Nilai  $L$ ,  $a$ , dan  $b$  yang didapatkan kemudian dimasukkan pada rumus konversi. Penggunaan rumus konversi dikarenakan alat yang digunakan sudah tidak dapat memenuhi standard saat dikalibrasi menggunakan porselen khusus. Perhitungan nilai  $L$ ,  $a$ , dan  $b$  ditujukan untuk mendapatkan nilai  $^{\circ}H$  sehingga sampel dapat di deskripsikan warnanya berdasarkan **Tabel 3.1**.

Selanjutnya nilai  $a$  dan  $b$  yang di dapat dimasukkan ke dalam hitungan rumus sebagaimana berikut:

$$a = \frac{\text{nilai rata-rata } a \text{ di 5 titik} \times 5,75}{\text{nilai } a \text{ porselen standar}}$$

$$b = \frac{\text{nilai rata-rata } b \text{ di 5 titik} \times 6,51}{\text{nilai } b \text{ porselen standar}}$$

$$H = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*}$$

Keterangan:

$L$ : kecerahan warna, nilai berkisar antara 0-100 yang menunjukkan warna hitam hingga putih

$a^*$ : nilai berkisar antara -80 – (+100), menunjukkan warna hijau hingga merah

$b^*$ : nilai berkisar antara -50 – (+70), menunjukkan warna biru hingga kuning

$H$ : Hue, sudut warna ( $0^{\circ}$  = warna netral,  $90^{\circ}$  = kuning,  $180^{\circ}$  = hijau,  $270^{\circ}$  = biru)

**Tabel 3.1** Deskripsi warna berdasarkan  $^{\circ}Hue$  (Hutching, 1999)

$^{\circ}Hue$ [arc tan (b/a)]	Deskripsi warna
18 – 54	<i>Red (R)</i>
54 – 90	<i>Yellow Red (YR)</i>
90 – 126	<i>Yellow (Y)</i>
126 – 162	<i>Yellow Green (YG)</i>
162 – 198	<i>Green (G)</i>
198 – 234	<i>Blue Green (BG)</i>
234 – 270	<i>Blue (B)</i>
270 – 306	<i>Blue Purple (BP)</i>
306 – 342	<i>Purple (P)</i>
342 – 18	<i>Red Purple (RP)</i>

### 3.5.5 Sifat Organoleptik

Penentuan tingkat kesukaan menggunakan uji pembeda pasangan yang dilakukan dengan cara membandingkan ke dua sampel yang berbeda. Panelis disajikan satu contoh uji dan satu contoh pembanding, kemudian panelis diminta

untuk membandingkan sampel yang lebih disukai dengan cara memberikan tanda *checklist* pada kriteria penilaian yang sudah ditentukan. Sampel yang digunakan dalam uji sensoris dalam bentuk minuman olahan edamame. Panelis yang digunakan adalah panelis tidak terlatih dengan jumlah 25 orang. Panelis diminta untuk memberikan *checklist* terhadap warna, rasa, viskositas (kekentalan), aroma dan keseluruhan dari sampel.

### 3.5.6 Umur Simpan

*Puree* edamame yang diperoleh diambil *sampling* dan ditempatkan dalam botol simpan. Selanjutnya dilakukan penyimpanan selama dua minggu, umur simpan ditentukan berdasarkan perubahan dari normal pada warna dan pertumbuhan mikroba.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

1. Perubahan yang terjadi akibat penggunaan *Pulsed Electric Field* (PEF) dapat menurunkan aktivitas enzim protease hingga 88,5%, total mikroba 80-89%, aktivitas antioksidan 44,5% dan warna 2,43%.
2. Penggunaan PEF diperkirakan dapat mempertahankan kualitas warna *puree* edamame hingga lima minggu dua hari berdasarkan rumus persamaan linear dan memperlambat pertumbuhan mikroba selama dua minggu.

### 5.2 Saran

Perlu adanya pengkajian yang lebih mendalam lagi mengenai aktivitas enzim protease dan pertumbuhan mikroba pada *puree* edamame pasca perlakuan *Pulsed Electric Field* (PEF). Serta perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai kombinasi PEF dengan perlakuan *non thermal* lainnya untuk memperoleh perlakuan yang lebih efektif.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Albert, B., Bray, D., Lewis, J. Raff, M., Robert, K. dan James. 1994. *Biologi Molekuler Sel*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka utama.
- Andriawan, Veri dan Susilo, Bambang. 2015. “Susu Listrik” Alat Pasteurisasi Susu Kejut Listrik Tegangan Tinggi (*Pulsed Electric Field*) Menggunakan Transformator Tegangan Tinggi dan Inverter. Malang: Jurnal Ketenikan Tropis dan Biosistem Vol. 3 (2):199-210.
- Broto, W. 2003. Teknologi Penanganan Pasca panen Buah Untuk Pasar. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Barbosa-Cánovas, G., M. M. Gongora-Nieto., U. R. Pothakamury. dan B. G. Swanson. 1999. *Preservation of foods with pulsed electric fields*. London: Academic Press Ltd.
- Chandrasekaran, Muthusamy. 2015. *Enzymes in Food and Beverage Processing*. CRC Press Taylor and Francis Group. E-book Online [Di akses 5 Januari 2017].
- Choviya, La dan Ika, Ratna. 2011. Penerapan *Pulsed Electric Field* pada Pasteurisasi Buah Apel Varietas Ana : Kajian Karakteristik Nilai Gizi, Sifat Fisik, Sifat Kimiawi dan Mikrobial Total. *Journal of Agritech* Vol. 31 (4).
- Clydesdale, F. M., dan F. J. Francis. 1976. Pigments dalam O. R. Fennema. *Principles of Food Science*. New York, NY: Marcel Dekker, Inc.
- Cuenca, R.A., Suarez, V., Sevilla, R.M.D., dan Aparicio, M.I. 2006. Chemical Composition and Dietary Fiber of Yellow and Green Commercial Soybeans (*Glycine max*). *Journal of Food Chemistry*. Vol. 101 (2).
- Cueva, Olga A. 2003. Pulsed Electric Field Influences on Acid Tolerance, Bile Tolerance, Protease Activity and Growth Characteristics of *Lactobacillus Acidophilus* La-K. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras.
- Guderjan, M., Elez, M., and Knorr, D. 2007. Application of Pulsed Electric Fields at Oil Yield and Content of Functional Food Ingredients at The Production of Rapeseed Oil. *Innov Food Sci Emerg* 8: 55-62.
- Gould, GW. 1995. *New Methodes Foods Preservatief*. New York: Chapman Hall.



- Herdyastuti, N. 2006. Isolasi dan Karakterisasi Ekstrak Kasar Enzim Bromelin dari Batang Nanas (*Ananas comosus* L. Merr.). Surabaya: Jurusan Kimia, FMIPA UNESA.
- Hutching, J. B. 1999. *Food Color and Appearance*. Maryland: Aspen publisher Inc.
- Johnson D., Wang, S., and Suzuki, A. 1999. *Edamame vegetable soybean for Colorado*. In Janick, J. (Ed.). *Perspectives on New Crops and New Uses*. Di dalam. Riyanto, C., Maria L., dan Pranata S. 2006. *Kualitas Mie Basah dengan Kombinasi Edamame (*Glycine max* (L.) merril) dan Bekatul Beras Merah*. [Skripsi]. Jakarta: Fakultas Teknologi Atma Jaya.
- Konovsky J., Lumpkin, T.A., dan Mclary D. 1994. *Edamame: The vegetable soybean*. In O'Rourke, A.D. (Ed.). Di dalam Konovsky, J. 2004. *Understanding The Japanese Food and Agrimarket: A Multifaceted Opportunity*. Binghamton: Haworth Press.
- Lee, J. H., Seog, E. J., dan Choi, Y. H. 1998. Color Characteristics of Soybeans as Influenced by Freezing and Cooking Conditions. *J. Food Sci. Nutr.* Vol. 3 (2): 105-110.
- Lenny, S. 2006. *Senyawa Flavonoida, Fenilpropanoida dan Alkaloida*. [Skripsi]. Medan: Fak. MIPA. USU.
- Lingga, Lanny, Ph. D., 2012. *The Healing Power of Antioxidant: Mengenal Lebih Jauh Sumber Antioksidan Unggulan*. Jakarta: Gramedia.
- Lopez, N., Puertolas, E., Condon, S., Alvarez, I., dan Raso, J. 2008. Application of Pulsed Electric Fields For Improving The Maceration Process During Vinification of Red Wine: Influence of Grape Variety. *Eur Food Res Technol* 227: 1099–1107.
- Meilgard, M., Civille, G. V., dan Carr, B. T. 1999. *Sensory Evaluation Techniques*. New York: CRC Press.
- Muslim, C., La, C. Hawa. dan Bambang D. Argo. 2013. Pasteurisasi *Non-Thermal* pada Susu Sapi Segar untuk Inaktivasi Bakteri *Staphylococcus aureus* Berbasis *Pulsed Electric Field* (PEF). *Jurnal Ketenikan Pertanian Tropis dan Biosistem* .Vol. 1 (1): 35-49.
- Muchtadi, D., S.R Palupi dan M. Astawan, 1992. *Enzim dalam Industri Pangan*. Bogor : PAU Pangan dan Gizi IPB.
- Molyneux, P. 2004. The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) For Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 2004, 26(2) : 211-219.



- Nguyen, V. Q. 2001. *Edamame (Vegetable Green Soybean)*. In *The Rural Industrial*. Page 49-56. <http://attar.ncut.org/attar-pub/edamame.html/> [Diakses 1 Maret 2016].
- Nooman, A. K., Ashok, K. S., Atif, A. O., Zaha, E. A., dan Husni, F. 2008. Antioxidant Activity of Some Common Plants. *Journal Biology*. Vol. 32 : 51 – 55.
- Oh, D. G., Jang, Y. K., Woo, J. E., Kim, J. S., dan Lee, C. H. 2016. Metabolomic Is Reveals The Effect of Garlic On Antioxidant and Protease Activities During Cheonggukjang (Fermented Soybean Paste) Fermentation. *Food Research International*. Vol. 82: 86-94.
- Pujiastuti, L. 2015. Kedelai Jepang Made in Jember Rambah Pasar Eropa dan AS. <http://finance.detik.com/read/2015/07/21/145003/2972179/4/kedelai-jepang-made-in-jember-rambah-pasar-eropa-dan-as> [Diakses 2 Maret 2016].
- Pusdatin. 2014. Kedelai Jember Tembus Pasar Internasional. <http://setkab.go.id/kedelai-jember-tembus-pasarinternasional/> [Diakses 2 Maret 2016].
- Quass, D. W. 1997. *Pulsed Electric Field Processing In The Food Industry. A Status Report On Pulsed Electric Field*. Palo Alto, CA. Electric Power Research Institute. CR- 109742. Page 23-35.
- Rahmadi A. 2009. Aplikasi Bakteri Asam Laktat untuk Meningkatkan Keamanan Mikrobiologist Terhadap Staphylococcus Aureus pada Proses Olah Minimal Buah Apel Malang (Malussylvestris Mill). Fakultas Pertanian THP Universitas Mulawarman.
- Sale, A. J. H., and Hamilton, W. A., 1967. Effect of High Electricfields on Microorganisms. I. Killing of Bacteria and Yeast, *Biochim. Biophys. Acta* 148: 781-788.
- Speer. 1998. *Milk and Pruduct Technologi*. New York : Marcel Dekker
- Sridhar. 2010. *Anatomy of Bacteria Cell*. <http://www.microrao.com>. [Diakses pada tanggal 01 Mei 2017].
- Sudarmaji, S., B. Haryono dan Suhardi. 2007. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta : Liberty.
- Taylor, A. J. 1984. Natural Colours in Food. In *Developments in Food Colours 2*. J. Walford (ed.). *Elsevier Applied Science Pub*. London & New York. page 193 – 196.

- Titiek, F., Djafar, S. R. Endang, R. Siti. 2009. Cemaran Mikroba pada Susu dan Produk Unggas. Yogyakarta. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian UGM.
- Van Heesch. B, G. A. J. M. Pemen, dan P. Huijbrechts. 2004. A Fast Pulsed Power Source, Applied to Treatment of Conducting Liquids. IEEE Transaction on Plasma Science.
- Winarno, F. G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Winarti, Sri. 2010. *Makanan Fungsional*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Wuryanti, 2004, Isolasi dan Penentuan Aktivasi Spesifik Enzim Bromelin dari Buah Nanas (*Ananas comosus L*). Artikel: JKSA, Vol. VII No. 3: 83-87
- Wszelaki, A.L., Delwiche, J.F., Walker, S.D., Ligget, R.E., Miller, S.A., dan Kleinhenz, M.D. 2005. Consumer Liking and Descriptive Analysis of Six Varieties of Organically Grown Edamame - Type Soybean. *Journal Food Quality and Preference*. Vol. 16 (2).
- Xu, Y., Sismour, E., Pao, S., Rutto, L., Grizzard, C., dan Ren, S. 2012. Textural and Microbiological Qualities of Vegetable Soybean (Edamame) Affected by Blanching and Storage Conditions. *Jurnal of Food Process Technology*. Vol. 3 (5).
- Yamaguchi T., Takamura H., Matoba T., Terao J. 1998. HPLC Method For Evaluation of The Free Radical-Scavenging Activity of Foods By Using 1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 62: 1201-1204.
- Ziwei, L., Z. Cheng, G. S. Mittal. 2006. Inactivation of Spoilage Microorganisms In Apple Cider Using A Continuous Flow Pulsed Electric Field System. *Journal of Food Sciences* 39:350-356.

## LAMPIRAN A. Hasil Pengamatan Aktivitas Enzim Protease

Perlakuan	Abs sampel		Abs standar		Abs blanko		Rumus		Rata2	STDEV
	1	2	1	2	1	2	1	2		
Kontrol	0.612	0.632	0.861	0.859	0.501	0.509	15,42	17,57	16,49	0.304
A1B1	0.591	0.607	0.861	0.859	0.501	0.509	12,50	14,00	13,25	0.212
A1B2	0.586	0.581	0.861	0.859	0.501	0.509	11,81	10,29	11,05	0.214
A1B3	0.580	0.578	0.861	0.859	0.501	0.509	10,97	9,86	10,41	0.157
A2B1	0.579	0.572	0.861	0.859	0.501	0.509	10,83	9,00	9,92	0.259
A2B2	0.551	0.558	0.861	0.859	0.501	0.509	6,94	7,00	6,97	0.007
A2B3	0.543	0.540	0.861	0.859	0.501	0.509	5,83	4,43	5,13	0.198
A3B1	0.531	0.538	0.861	0.859	0.501	0.509	4,17	4,14	4,15	0.003
A3B2	0.524	0.526	0.861	0.859	0.501	0.509	3,19	2,43	2,81	0.108
A3B3	0.518	0.519	0.861	0.859	0.501	0.509	2,36	1,43	1,89	0.131

Contoh perhitungan

$$\begin{aligned}
 \text{aktivitas enzim protease} &= \left( \frac{0,612 - 0,501}{0,861 - 0,501} \right) \times \frac{1}{10} \times 100 \times 5 \text{ mMol} \\
 &= \left( \frac{0,111}{0,36} \right) \times \frac{1}{10} \times 100 \times 5 \text{ mMol} \\
 &= 16,49 \text{ mMol/waktu}
 \end{aligned}$$

**LAMPIRAN B. Hasil Pengamatan Total Mikroba**

Perlakuan	CFU/ml		log CFU/ml		Rata2 Pengukuran	Rata2 Ulangan	STDEV
	D1	D2	D1	D2			
Kontrol	1100000	800000	6,041	0,781	3,411	3,447	0,051
	1500000	1800000	6,176	0,791	3,483		
A1B1	400000	200000	5,602	0,748	3,175	3,094	0,115
	200000	100000	5,301	0,724	3,013		
A1B2	200000	100000	5,301	0,724	3,013	2,931	0,115
	100000	200000	5,000	0,699	2,849		
A1B3	100000	100000	5,000	0,699	2,849	2,931	0,115
	200000	0	5,301	0,724	3,013		
A2B1	100000	0	5,000	0,699	2,849	2,849	0,000
	100000	0	5,000	0,699	2,849		
A2B2	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	0	0	0	0	0		
A2B3	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0		
A3B1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0		
A3B2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0		
A3B3	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0		

## LAMPIRAN C. Aktivitas Antioksidan

Perlakuan	Abs blanko		Abs sampel		% Hambat		Rata2	STDEV
	1	2	1	2	1	2		
kontrol	2.400	2.390	2.148	2.173	10.500	9.079	9.790	1.004
A1B1	2.400	2.390	2.159	2.181	10.042	8.745	9.393	0.917
A1B2	2.400	2.390	2.167	2.187	9.708	8.494	9.101	0.859
A1B3	2.400	2.390	2.185	2.193	8.958	8.243	8.601	0.506
A2B1	2.400	2.390	2.194	2.205	8.583	7.741	8.162	0.596
A2B2	2.400	2.390	2.201	2.210	8.292	7.531	7.912	0.538
A2B3	2.400	2.390	2.221	2.218	7.458	7.197	7.327	0.185
A3B1	2.400	2.390	2.235	2.223	6.875	6.987	6.931	0.080
A3B2	2.400	2.390	2.255	2.244	6.042	6.109	6.075	0.047
A3B3	2.400	2.390	2.273	2.257	5.292	5.565	5.428	0.193

Contoh perhitungan aktivitas antioksidan

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas penghambatan (\%)} &= \frac{2,400 - 2,148}{2,400} \times 100 \\
 &= \frac{0,252}{2,400} \times 100 \\
 &= 10,5 \%
 \end{aligned}$$

**LAMPIRAN D.** Hasil Pengamatan Warna (Nilai *Hue Angle*)

Perlakuan	Nilai <i>Hue</i>					
	a	b	X	Angle	Rata-Rata	STDEV
Kontrol	-58,127	28,384	-26,026	153,974	153,758	0,304
	-57,709	28,718	-26,457	153,543		
A1B1	-52,900	28,346	-28,185	151,815	151,870	0,077
	-53,214	28,384	-28,075	151,925		
A1B2	-52,586	28,867	-28,765	151,235	151,376	0,199
	-52,586	28,532	-28,483	151,517		
A1B3	-52,377	28,644	-28,673	151,327	151,374	0,067
	-52,482	28,588	-28,578	151,422		
A2B1	-48,927	27,863	-29,660	150,340	150,631	0,412
	-49,136	27,323	-29,077	150,923		
A2B2	-48,509	27,602	-29,641	150,359	150,404	0,063
	-48,718	27,621	-29,551	150,449		
A2B3	-49,032	27,658	-29,427	150,573	150,468	0,149
	-48,614	27,658	-29,637	150,363		
A3B1	-49,241	28,160	-29,765	150,235	150,393	0,224
	-49,450	27,919	-29,448	150,552		
A3B2	-48,823	27,788	-29,647	150,353	150,246	0,151
	-48,823	28,030	-29,861	150,139		
A3B3	-47,673	27,547	-30,020	149,980	150,023	0,062
	-47,777	27,509	-29,933	150,067		



## LAMPIRAN E. Hasil Pengamatan Uji Sifat Organoleptik

Panelis	Kesukaan warna		Kesukaan Rasa		Kesukaan Viskositas		Kesukaan Aroma		Kesukaan Keseluruhan	
	281	321	281	321	281	321	281	321	281	321
1		√		√		√		√		√
2	√			√		√		√		√
3		√		√		√		√		√
4	√			√		√		√		√
5		√	√			√		√		√
6		√		√		√		√		√
7		√		√		√		√		√
8		√		√		√		√		√
9		√		√		√		√		√
10		√		√		√		√		√
11		√		√	√			√		√
12		√		√		√		√		√
13		√		√		√		√		√
14		√		√		√		√		√
15		√		√		√		√		√
16		√	√			√		√	√	
17		√	√			√		√	√	
18		√	√			√		√	√	
19		√	√			√		√	√	
20		√	√			√		√	√	
21		√	√			√		√	√	
22		√	√			√		√	√	
23	√		√			√		√	√	
24		√	√			√		√	√	
25		√	√			√		√	√	
<b>Jumlah</b>	<b>3</b>	<b>22</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>15</b>

**LAMPIRAN F. Masa Simpan Selama 2 Minggu****F.1 Warna Minggu 1**

Perlakuan	Nilai <i>Hue Angle</i>			Hue	Rata2	STDEV
	a	b	x			
Kontrol	-49.3455	28.1046	-29.6636	150.33641	150.4441	0.1522237
	-49.45	27.9186	-29.4483	150.55169		
A1B1	-46.6273	27.9744	-30.962	149.03802	148.9902	0.067608
	-45.8955	27.6396	-31.0576	148.94241		
A1B2	-45.6864	27.993	-31.4967	148.50332	148.6223	0.1683162
	-45.6864	27.7326	-31.2586	148.74135		
A1B3	-45.3727	27.6954	-31.3998	148.60021	148.5979	0.0033149
	-45.7909	27.9558	-31.4045	148.59552		
A2B1	-45.5818	27.7698	-31.351	148.64898	148.5097	0.196976
	-45.2682	27.8814	-31.6296	148.37042		
A2B2	-45.2682	27.7884	-31.5442	148.45583	148.4217	0.048327
	-45.2682	27.8628	-31.6125	148.38749		
A2B3	-45.0591	27.6954	-31.5768	148.42319	148.4442	0.0297408
	-45.1636	27.714	-31.5347	148.46525		
A3B1	-45.0591	27.7512	-31.6283	148.37172	148.3849	0.0187001
	-44.9545	27.6582	-31.6018	148.39817		
A3B2	-45.4773	28.0116	-31.6309	148.36912	148.3698	0.0009155
	-45.2682	27.8814	-31.6296	148.37042		
A3B3	-44.9545	27.807	-31.7392	148.2608	148.3209	0.084978
	-44.9545	27.6768	-31.619	148.38098		

## F.2 Warna Minggu 2

Perlakuan	Nilai Hue Angle				Rata2	STDEV
	A	b	x	Hue		
Kontrol	-44.2227	27.3234	-31.7102	148.2898	79.01679	0.03648
	-44.0136	27.249	-31.7618	148.2382		
A1B1	-44.9545	27.3792	-31.3432	148.6568	78.94199	0.02268
	-44.7455	27.2862	-31.3752	148.6248		
A1B2	-44.6409	27.249	-31.4001	148.5999	79.0061	0.00698
	-44.7455	27.3234	-31.4099	148.5901		
A1B3	-44.85	27.4722	-31.4889	148.5111	79.20912	0.04359
	-44.7455	27.342	-31.4273	148.5727		
A2B1	-45.0591	27.7326	-31.6111	148.3889	79.09159	0.01874
	-44.9545	27.6396	-31.5846	148.4154		
A2B2	-44.6409	27.4722	-31.6083	148.3917	79.21981	0.01318
	-44.85	27.621	-31.627	148.373		
A2B3	-44.6409	27.4908	-31.6256	148.3744	79.01679	0.00658
	-44.7455	27.5652	-31.6349	148.3651		
A3B1	-44.0136	27.1002	-31.6216	148.3784	79.16638	0.05108
	-44.4318	27.435	-31.6938	148.3062		
A3B2	-44.7455	27.6024	-31.6694	148.3306	79.40146	0.00651
	-44.6409	27.528	-31.6602	148.3398		
A3B3	-44.6409	27.6024	-31.7294	148.2706	79.40146	0.04888
	-44.6409	27.528	-31.6602	148.3398		

## F.3 Populasi Mikroba Minggu 1

Perlakuan	CFU/ml		log CFU/ml		Rata2 Pengukuran	Rata2 Ulangan	STDEV
	D1	D2	D1	D2			
Kontrol	2.9E+07	3E+07	7.45788	7.47857	7.468224196	7.379026563	0.12614
	1.9E+07	2E+07	7.27646	7.3032	7.289828931		
A1B1	2100000	200000	6.32222	5.30103	5.811624645	5.891932991	0.11357
	1100000	800000	6.04139	5.90309	5.972241336		
A1B2	800000	400000	5.90309	5.60206	5.752574989	5.762304506	0.01376
	500000	700000	5.69897	5.8451	5.772034022		
A1B3	400000	100000	5.60206	5	5.301029996	5.400514998	0.14069
	200000	500000	5.30103	5.69897	5.5		
A2B1	300000	100000	5.47712	5	5.238560627	5.505297325	0.37722
	500000	700000	5.69897	5.8451	5.772034022		
A2B2	200000	200000	5.30103	5.30103	5.301029996	5.225772497	0.10643
	100000	200000	5	5.30103	5.150514998		
A2B3	100000	100000	5	5	5	5.075257499	0.10643
	100000	200000	5	5.30103	5.150514998		
A3B1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0		
A3B2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0		
A3B3	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0		

## F.4 Populasi Mikroba Minggu 2

Perlakuan	CFU/ml		log CFU/ml		Rata2 Pengukuran	Rata2 Ulangan	STDEV
	D1	D2	D1	D2			
Kontrol	4.1E+07	4E+07	7.61066	7.5977	7.604177675	7.74998	0.20619
	7.1E+07	8.7E+07	7.85003	7.94151	7.895772345		
A1B1	610000	730000	6.78533	6.86332	6.824326348	6.75107	0.10359
	420000	540000	6.62325	6.73239	6.677821525		
A1B2	270000	130000	6.43136	6.11394	6.272653558	6.18871	0.11872
	90000	180000	5.95424	6.25527	6.104757507		
A1B3	70000	10000	5.8451	5	5.42254902	5.69363	0.38337
	170000	50000	6.23045	5.69897	5.964709463		
A2B1	90000	10000	5.95424	5	5.477121255	5.6884	0.29879
	70000	90000	5.8451	5.95424	5.899670275		
A2B2	30000	10000	5.47712	5	5.238560627	5.5053	0.37722
	50000	70000	5.69897	5.8451	5.772034022		
A2B3	50000	30000	5.69897	5.47712	5.58804563	5.48856	0.14069
	30000	20000	5.47712	5.30103	5.389075625		
A3B1	30000	10000	5.47712	5	5.238560627	5.46433	0.31929
	80000	30000	5.90309	5.47712	5.690105621		
A3B2	20000	20000	5.30103	5.30103	5.301029996	5.40051	0.14069
	50000	20000	5.69897	5.30103	5.5		
A3B3	30000	10000	5.47712	5	5.238560627	5.19454	0.06226
	10000	20000	5	5.30103	5.150514998		

**LAMPIRAN G. Kuisisioner Organoleptik****Kuisisioner Puree Edamame**

Nama/NIM :  
Jenis Kelamin :

Tanggal :

Dihadapan saudara disajikan 2 sampel olahan edamame. Cicipi sampel tersebut dan berikan checklist (√) terhadap sampel yang disukai.

- |                            |                          |                          |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Warna                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Rasa                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Viskositas (kekentalan) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Aroma                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Keseluruhan             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Kritik dan saran :



LAMPIRAN H. Dokumentasi Penelitian



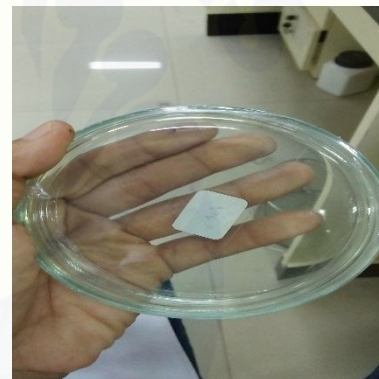
Edamame segar



Proses Blanching 82°C



Sampel *puree* edamame



Uji Mikroba



Analisa Enzim



Analisa Warna