



**SIFAT ENJINIRING TEPUNG EDAMAME (*Glycine max* L.
Merill) HASIL PENGERINGAN *MICROWAVE***

SKRIPSI

Oleh
Maja Lioner
NIM 141710201032

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



SIFAT ENJINIRING TEPUNG EDAMAME (*Glycine max L. Merrill*) HASIL PENGERINGAN *MICROWAVE*

SKRIPSI

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

Oleh
Maja Lioner
NIM 141710201032

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Setiyo Harri, M.S.

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Mamaku tersayang Hermawati Hidayatik.
2. Mas dan adikku tersayang.
3. Guru-guruku sejak TK sampai dengan perguruan tinggi.
4. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”

(Terjemah Surah *Al-Mujadalah* ayat 11)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :Maja Lioner

NIM :141710201032

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Sifat Enjiniring Tepung Edamame (*Glycine max* L. *Merill*) Hasil Pengeringan *Microwave*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata kemudian hari ini tidak benar.

Jember, 12 November 2018

Yang menyatakan,

Maja Lioner

NIM 141710201032

SKRIPSI

**SIFAT ENJINIRING TEPUNG EDAMAME (*Glycine max* L.
Merill) HASIL PENDINGINAN *MICROWAVE***

Oleh
Maja Lioner
NIM 141710201032

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng.
Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Setiyo Harri, M.S.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Sifat Enjiniring Tepung Edamame (*Glycine max* L. *Merill*) Hasil Pengeringan *Microwave*” karya Maja Lioner NIM 141710201032 telah diuji pada:
Hari, tanggal : Kamis, 15 November 2018
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng.
NIP.196910051994021001

Ir. Setiyo Harri, M.S.
NIP.195309241983031001

Tim Penguji

Ketua,

Anggota,

Dian Purbasari S.Pi., M.Si.
NIP.760016795

Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc.
NIP.196411091989021002

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.
NIP.196809231994031009

RINGKASAN

Sifat Enjiniring Tepung Edamame (*Glycine max L. Merrill*) Hasil Pengeringan Microwave. Maja Lioner, 141710201032; 65 Halaman; Jurusan Teknik Pertanian; Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Kedelai edamame merupakan kedelai hijau yang dipanen dalam bentuk polong. Proses pengolahan edamame saat ini salah satunya merupakan proses perebusan dan dilanjutkan dengan proses pembekuan. Produk makanan berbahan dasar edamame mempunyai beberapa variasi salah satunya berupa kue edamame. Tepung edamame merupakan alternatif bahan untuk membuat kue edamame. Proses penepungan edamame harus melalui proses pengeringan terlebih dahulu. Pengeringan merupakan faktor penting dalam proses penepungan dan menjaga umur simpan bahan. Pada proses pembuatan tepung edamame menggunakan metode pengeringan oven *microwave* sebagai alternatif dan inovasi baru dalam pengeringan tepung edamame. Pengeringan dengan menggunakan oven *microwave* diharapkan dapat menunjukkan pengaruh penggunaan variasi daya dan durasi penepungan terhadap sifat enjiniring tepung edamame. Tujuan dari penelitian ini mengkaji pengaruh pengeringan menggunakan oven *microwave* dan durasi penepungan terhadap sifat enjiniring tepung edamame. Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2018. Bahan yang digunakan adalah kedelai edamame yang dibeli dari Pasar Tanjung - Jember. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu daya (420, 537, dan 722 W) dan durasi penepungan (3, 5, dan 7 menit) sehingga diperoleh 27 sampel. Data hasil penelitian untuk setiap perlakuan diperoleh dari tiga ulangan dan diolah menggunakan program *Microsoft Excel* dan aplikasi SPSS versi 16. Hubungan variable daya pengeringan dan durasi penepungan dianalisis menggunakan metode *two way anova* (taraf α 0,01 dan 0,05) dan dilanjutkan uji Duncan. Hubungan (korelasi) antar variabel menggunakan uji korelasi *Pearson Product Moment*. Berdasarkan data hasil penelitian daya microwave dan durasi penepungan memiliki pengaruh terhadap variabel pengukuran warna (L, a, dan b), sudut tumpukan, densitas curah, dan daya serap minyak (DSM). Pengukuran sifat enjiniring tepung edamame diperoleh hasil berturut-turut yaitu tingkat kecerahan (L) $71,3 \pm 0,74$; tingkat kemerahan (a) $-3,6 \pm 1,90$; tingkat kekuningan (b) $32,1 \pm 0,80$; sudut tumpukan $41,50^\circ \pm 0,69$; densitas curah $0,43 \text{ g/cm}^3 \pm 0,02$; daya serap air $3,35 \text{ ml/g} \pm 0,19$ dan daya serap minyak $2,15 \text{ ml/g} \pm 0,10$. Tepung edamame pada nilai tingkat kecerahan (L) memiliki warna yang lebih cerah jika menggunakan oven biasa. Sedangkan tepung edamame hasil pengeringan oven *microwave* lebih baik variabel pengukurannya meliputi nilai tingkat kemerahan (a), nilai tingkatkekuningan (b), nilai sudut tumpukan, nilai densitas curah, nilai daya serap air (DSA), dan nilai daya serap minyak (DSM).

SUMMARY

Engineering Properties of Edamame Powder (Glicine Max L. Merrill) Produced Using Microwave Dryer. Maja Lioner, 141710201032; 65 Pages; Department of Agricultural Engineering; Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Edamame is a green soybean harvested in the form of pods. The processing of edamame currently, one of them is the boiling process and continued by freezing process. Food products made from edamame have some variances, one of them is edamame cake. Edamame flour is an alternative ingredient to make an edamame cake. The flour processing of edamame has to go through a drying process first. Drying is an important factor in the flour processing and keeps the shelf life of the ingredient. On the making process of edamame flour, it uses microwave oven drying as an alternative and a new innovation in the flour drying of edamame. Drying by using a microwave oven is expected that it can show the effect of power variance use and flour processing duration on the engineering nature of edamame flour. The purpose of this research was to study the effect of drying using a microwave oven and flour processing duration on the engineering nature of edamame flour. This research had been done in the Laboratory of Agricultural Production Engineering, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, Jember University. The research was done in January - March 2018. The ingredient used was edamame soybean bought from Tanjung Market - Jember. This research used Completely Randomized Design (CRD) with two factors which are power (420, 537, and 722 W) and flour processing duration (3, 5, and 7 minutes) so that it was obtained 27 samples. From the research result for each treatment was obtained from three repetitions and processed by using the Microsoft Excel program and SPSS version 16 application. The correlation of drying power variable and flour processing duration was analyzed by using two-way ANOVA method (the level of α 0.01 and 0.05) and continued with Duncan's test. The correlation of each variable used correlation test of Pearson Product Moment. Based on the research result data of microwave power and flour processing duration, it has an effect on color measurement variable (L, a, and b), angle of repose, bulk density, and oil absorption (OA). The measurement of engineering nature of edamame is obtained the results consecutively which are lightness (L) of 71.3 ± 0.74 ; redness (a) of -3.6 ± 1.90 ; yellowness (b) of 32.1 ± 0.80 ; angle of repose $41.50^\circ \pm 0.69$; bulk density $0.43 \text{ g/cm}^3 \pm 0.02$; water absorption (WA) $3.35 \text{ ml/g} \pm 0.19$ and oil absorption (OA) $2.15 \text{ ml/g} \pm 0.10$. Edamame flour on the lightness (L) has a brighter color if using an ordinary oven. While edamame from microwave oven drying result is better in the measurement variable covering redness (a), yellowness (b), angle of repose, bulk density, water absorption (WA) and oil absorption (OA).

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah yang berjudul “Sifat Enjiniring Tepung Edamame (*Glycine max* L. *Merill*) Hasil Pengeringan *Microwave*“. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatiannya dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Ir. Setiyo Harri, M.S., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatiannya dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Dr. Idah Andriyani, S.TP., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatiannya kepada mahasiswa didikannya selama studi;
4. Dian Purbasari S.Pi., M.Si, selaku Ketua Tim Penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc., selaku Anggota Tim Penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si., selaku Dosen Komisi Bimbingan yang telah meluangkan waktu, pikiran, serta memberikan kritik, saran, dan arahan dalam membimbing penulisan skripsi ini;
7. Hermawati Hidayatik selaku orang tua yang telah memberikan dorongan, kasih sayang, kesabaran, dan doa demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;

8. Nur Rahmania Dwi Agustin yang sudah meluangkan banyak waktunya untuk menemani saya dalam membantu terselesaikannya skripsi ini;
9. teman-teman TEP-14 khususnya di Kelas TEP C yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun demi terselesaikannya karya tulis ilmiah ini;
10. teman-teman di laboratorium EHP yang telah berbagi ilmu dalam melakukan penelitian ini; dan
11. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga Allah Subhana hu Wata'ala melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada mereka semua. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya Mahasiswa Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Jember, 12 November 2018

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	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Edamame	4
2.2 Pengolahan Pasca Panen Edamame	5
2.3 Pengeringan	6
2.3.1 Metode Pindah Panas.....	7
2.3.2 Macam-macam Pengeringan	7
2.3.3 Pengaruh Pengeringan Terhadap Sifat Enjiniring Bahan Pangan .	8
2.4 Proses Pengeringan Oven <i>Microwave</i>	9
2.4.1 Prinsip Kerja <i>Microwave</i>	9
2.4.2 Kelebihan dan Kelemahan <i>Microwave</i>	12

2.5 Teknologi Pengolahan Edamame Berbasis Tepung	12
2.6 Sifat Enjiniring Tepung Hasil Pengeringan	13
2.6.1 Warna.....	13
2.6.2 Densitas Curah.....	14
2.6.3 Daya Serap Air	14
2.6.4 Daya Serap Minyak	15
2.6.5 Sudut Tumpukan.....	15
2.7 Analysis of Varian (ANOVA)	15
2.8 Anaisis Korelasi	16
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Bahan dan Alat	17
3.3 Prosedur Percobaan	17
3.3.1 Rancangan Percobaan.....	17
3.3.2 Diagram Alir Penelitian.....	18
3.3.3 Penyiapan Alat dan Bahan.....	20
3.3.4 Pengupasan Kulit Edamame	20
3.3.5 Pengukuran Warna Awal.....	20
3.3.6 Penimbangan Bahan	20
3.3.7 Pengukuran Kadar Air Awal	20
3.3.8 Pengeringan Oven <i>Microwave</i>	21
3.3.9 Penepungan.....	21
3.3.10 Pengayakan	22
3.3.11 Sifat Enjiniring Tepung Edamame	22
3.4 Analisi Data dan Pengolahan Data	23
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Proses Pengeringan Edamame	25
4.2 Pengaruh Kombinasi Perlakuan terhadap Sifat Enjiniring Tepung Edamame	26
4.2.1 Warna.....	30
4.2.2 Sudut Tumpukan.....	35

4.2.3 Densitas Curah.....	36
4.2.4 Daya Serap Air (DSA).....	38
4.2.5 Daya Serap Minyak (DSM).....	39
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Kandungan gizi edamame per 100 g.....	4
3.1 Rancangan percobaan.....	18
4.1 Kadar air dan lama pengeringan biji edamame.....	25
4.2 Hasil uji anova dua arah sifat enjiniring tepung edamame	28
4.3 Hasil uji lanjut duncan sifat enjiniring tepung edamame berdasarkan daya <i>microwave</i>	29
4.4 Hasil uji lanjut duncan sifat enjiniring tepung edamame berdasarkan waktu penepungan	29
4.5 Korelasi antara variabel perlakuan dengan variabel enjiniring tepung edamame	30
4.6 Kekuatan hubungan nilai korelasi.....	30

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Diagram alir penelitian.....	19
4.1 Hubungan tingkat kecerahan (L) pada berbagai daya <i>Microwave</i> dan waktu penepungan.....	32
4.2 Hubungan tingkat kemerahan (a) pada berbagai daya <i>microwave</i> dan waktu penepungan	33
4.3 Hubungan tingkat kekuningan (b) pada berbagai daya <i>microwave</i> dan waktu penepungan	34
4.4 Hubungan sudut tumpukan pada berbagai daya <i>microwave</i> dan waktu penepungan	36
4.5 Hubungan nilai densitas curah pada berbagai daya <i>microwave</i> dan durasi penepungan.....	37
4.6 Hubungan daya serap air pada berbagai daya <i>microwave</i> dan durasi penepungan	38
4.7 Hubungan daya serap minyak pada berbagai daya <i>microwave</i> dan durasi penepungan.....	40

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Hasil Kombinasi Perlakuan Pada Pengukuran Setiap Variabel penellitian.....	46
Lampiran B. Data Kadar Air Biji Basah Dan Biji Kering	51
Lampiran C. Hasil Perlakuan Kontrol Pada Pengukuran Setiap Variabel Penellitian	52
Lampiran D. Data Penelitian.....	54
Lampiran E. Korelasi Antara Varibel Pengamatan Dengan Sifat Enjiniring Tepung Edamame	55
Lampiran F. Hasi Uji Anova Sifat Enjiniring Tepung Edamame.....	56
Lampiran G. Cara Menghitung Daya <i>Microwave</i>	60
Lampiran H. Data Persentase Kadar Air Biji Kering.....	63
Lampiran I. Gambar Penelitian	64

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Edamame merupakan kedelai hijau yang dipanen dalam bentuk polong. Edamame diproduksi dalam beberapa kriteria yang harus dipenuhi meliputi: berwarna hijau seragam, berpolong besar, tidak mempunyai cacat fisik, terbebas dari hama dan penyakit, dan berbentuk normal yaitu memiliki 2 sampai 3 biji dalam satu polong (Pambudi, 2013:31).

Proses pengolahan edamame yang ada saat ini merupakan proses perebusan dan dilanjutkan dengan proses pembekuan (*frozen food*). Yordanio dkk. (2015:2) menyebutkan bahwa, PT Mitratani Dua Tujuh adalah perusahaan yang bergerak di bidang agroindustri, khususnya produk *frozen vegetables* (dengan produk terbesarnya *frozen edamame*). Menurut Badan Pusat Statistik (2013) yaitu pada tahun 2013 data produksi ekspor edamame mencapai 4229 ton. Selama tahun 2016, produk ekspor edamame di Mitratani Dua Tujuh tercatat mencapai 5000 ton (Kontan, 2017). Hal ini menandakan bahawa, produksi edamame semakin tahun semakin bertambah.

Saat ini, perkembangan produk makanan berbahan dasar edamame mempunyai beberapa variasi salah satunya berupa kue edamame. Proses pembuatan kue ini bergantung pada ketersediaan tepung, sehingga tepung edamame merupakan salah satu alternatif dalam mempermudah proses pembuatan kue edamame. Proses pengolahan edamame menjadi tepung tak lepas dari proses pengeringan. Pengeringan merupakan faktor penting dalam proses penepungan dan menjaga umur simpan bahan. Menurut Kartono (2002:25) menyimpulkan bahwa temperatur pengeringan berpengaruh terhadap kadar air, warna, dan kadar abu. Proses penepungan merupakan faktor penting dalam mempermudah proses penyimpanan bahan hasil pengeringan. Oleh karena itu diperlukan durasi yang tepat untuk mendapatkan tepung edamame yang berkualitas.

Terdapat banyak metode pengeringan yang dilakukan sejauh ini, namun dari sekian banyak metode yang pernah dilakukan menunjukkan penggunaan waktu relatif lama seperti pengeringan panas matahari yang juga tergantung pada kondisi

cuaca. Proses pembuatan tepung edamame menggunakan metode pengeringan oven *microwave* sebagai alternatif pengering yang merupakan inovasi baru dalam pengeringan tepung edamame. Menurut Nazimuddin (2014) metode pengeringan menggunakan oven *microwave* ini membutuhkan waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan waktu yang digunakan dengan pengeringan oven jenis lain atau matahari, selain itu warna yang dihasilkan juga lebih baik dari pengeringan oven jenis konvensional karena warna yang dihasilkan oleh oven *microwave* tidak jauh berbeda dengan warna asal bahan sebelum dikeringkan. Pengeringan dengan menggunakan oven *microwave* diharapkan dapat menunjukkan pengaruh penggunaan variasi daya dan durasi penepungan yang digunakan terhadap sifat enjiniring tepung edamame. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai karakteristik pengeringan edamame menggunakan oven *microwave*. Tujuan dari penelitian ini mengkaji pengaruh pengeringan menggunakan oven *microwave* dan durasi penepungan terhadap sifat enjiniring tepung edamame.

1.2 Rumusan Masalah

Edamame merupakan komoditas hasil pertanian yang umur simpannya tidak lama bila disimpan pada suhu kamar. Selain diolah menjadi bentuk olahan camilan, edamame juga dapat diolah menjadi tepung untuk memperpanjang umur simpan edamame. Saat ini, informasi terkait pengaruh pengolahan dengan metode pengeringan oven *microwave* dan durasi penepungan terhadap sifat enjiniring tepung edamame masih terbatas, sehingga studi ini diperlukan untuk mengetahui sifat enjiniring tepung edamame hasil pengeringan oven *microwave* dengan variasi daya pengeringan dan durasi penepungan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah mengkaji proses pengeringan edamame menggunakan oven *microwave*. Sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini adalah:

1. mengetahui pengaruh daya *microwave* dan durasi penepungan terhadap sifat enjiniring tepung edamame,

2. membandingkan sifat enjiniring tepung edamame dengan menggunakan *microwave* dan oven.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan informasi cara pembuatan tepung edamame dan metode pengawetan alternatif untuk produk pertanian edamame menggunakan oven *microwave*.
2. Sebagai bahan kajian lebih lanjut untuk melakukan penelitian yang akan datang tentang pengeringan edamame menggunakan alat atau metode yang berbeda.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Edamame

Menurut Pambudi (2013:25) bahwa kedudukan kedelai dalam sistematikanya tumbuhan (taksonomi) diklasifikasikan sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Polypetales
Famili	: Leguminosa
Subfamili	: Papilionoideae
Genus	: <i>Glysin</i>
Species	: <i>Glycine max</i> (L) Merrill.

Kedelai edamame mengandung protein, asam amino, dan nilai gizi setara dengan susu sapi yang dibutuhkan tubuh dalam komposisi yang sempurna (Pambudi, 2013).

Menurut Johnson *et.al* (1999), edamame mengandung 100 mg/100 g karoten, 0,27 mg/100 g vitamin B1, 0,14 mg/100 g vitamin B2, 1 mg/100 g vitamin B3, dan 27% vitamin C. Kandungan gizi edamame ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kandungan gizi edamame per 100 g

Komposisi	Jumlah
Energi (kkal/100g)	582,0
Air (g/100g)	71,1
Protein (g/100g)	11,4
Lipid (g/100g)	6,6
Karbohidrat (g/100g)	7,4
Serat (g/100g)	1,9
Serat pangan (g/100g)	15,6
Abu (g/100g)	1,6
Kalsium (mg/100g)	70,0
Fosfor (mg/100g)	140,0
Besi (mg/100g)	1,7

Natrium (mg/100g)	1,0
Kalium (mg/100g)	140,0
Karoten (mg/100g)	100,0
Vitamin B1 (mg/100g)	0,3
Vitamin B2 (mg/100g)	0,1
Niasin (mg/100g)	1,0
Asam askorbat (mg/100g)	27,0

(Sumber: Johnson, *et.al*, 1999)

2.2 Pengolahan Pasca Panen Edamame

Menurut Soewanto dkk. (2016) pengolahan merupakan proses pengawetan produk, pengawetan tidak untuk memperbaiki atau meningkatkan kualitas produk tetapi untuk mempertahankan kualitas produk selama perjalanan sampai mencapai konsumen. Setiap tahap pengolahan mengikuti kaidah yang telah ditetapkan sebagai berikut;

1. Pembersihan

Proses pembersihan polong segar edamame dilakukan menggunakan mesin penghembus (*blower*) dan mesin pencuci (*machine washing*). Masing-masing alat yang digunakan bertujuan untuk melepaskan atau mengurangi mikroba dan kotoran yang melekat pada polong seperti lumpur, debu, pasir, dan lain-lain. Oleh karena itu, air yang digunakan harus benar-benar bersih dan mengalir.

2. Sortasi awal

Sortasi (*size grading*) dilakukan secara manual oleh karyawan guna memisahkan memisahkan edamame dari kelompok ukuran di bawah standar seperti produk cacat, terkena hama, warna berbeda, dan sebab lain yang tidak masuk dalam standar.

3. Pemasakan

Proses pemasakan dilakukan dengan cara perebusan (*blanching*) dan didinginkan secepatnya. Tujuan dari proses ini adalah meng-inaktifkan enzim, menyeragamkan warna, mengeluarkan gas dari dalam jaringan, mengurangi jumlah mikroba, melepaskan kotoran yang tidak lepas saat pencucian, dan memasak produk agar siap dimakan.

4. Pendinginan

Pendinginan bertujuan untuk menghindari pemanasan berlebihan akibat *blanching* berkepanjangan. Proses ini disebut *cooling I*, yaitu dilakukan dengan cara mendinginkan produk dengan air pada suhu kamar ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) setelah waktu *blanching* tercapai.

Penetrasi pendinginan akan tercapai segera dan merata apabila suhu produk cukup rendah dan merata. Proses ini disebut juga *cooling II*, yaitu dilakukan dengan cara memasukkan produk ke dalam air bersuhu 5°C selama ± 15 menit.

5. Penirisan

Penirisan bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa air yang masih menempel pada produk sebagai langkah pembekuan agar tidak menghambat proses penetrasi pendinginan pada bagian tengah produk terutama pada suhu dibawah 0°C .

6. Pembekuan

Pembekuan bertujuan untuk menjaga dan menjamin kualitas produk. Proses pembekuan menggunakan waktu sekitar 13 menit yaitu cepat dengan menggunakan mesin IQF (*Individual Quick Frozen*). Oleh karena itu, suhu yang diperlukan di dalam mesin IQF adalah -35°C .

2.3 Pengerinan

Menurut Taib dkk. (1988:1) pengeringan adalah proses pemindahan panas dan uap secara simultan yang memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan yang dikeringkan oleh media pengering yang biasanya berupa panas. Dasar proses pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Salah satu faktor yang mempercepat proses pengeringan adalah kecepatan angin atau udara yang mengalir. Tujuan pengeringan adalah mengurangi kadar air bahan sampai batas dimana perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan

pembusukan terhambat atau terhenti, sehingga bahan yang dikeringkan dapat mempunyai waktu simpan yang lama.

Prinsip pengeringan bertujuan mengeluarkan air dari suatu hasil pertanian sampai seimbang dengan keadaan udara di sekelilingnya atau sampai tingkat kadar air dimana mutu hasil pertanian tersebut dapat dipertahankan dari serangan jamur, aktivitas serangga dan enzim, yang biasanya mencapai 12 sampai 14 persen (Wirakartakusumah dkk., 1992:173-174).

2.3.1 Metode Pindah Panas

Menurut Holman (1993:1-13) perpindahan panas (*heat transfer*) merupakan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu, material dan juga terjadi pada kondisi-kondisi tertentu.

a. Perpindahan panas konduksi

Perpindahan panas konduksi merupakan proses perpindahan panas dari bagian yang bersuhu tinggi ke bagian yang bersuhu rendah, perpindahan panas juga melalui zat penghantar tanpa disertai perpindahan bagian-bagian zat itu. Proses perpindahan panas ini umumnya terjadi pada zat padat.

b. Perpindahan panas konveksi

Perpindahan panas konveksi merupakan proses perpindahan panas melalui media penghantar udara. Konveksi juga merupakan pergerakan molekul-molekul pada fluida (yaitu cairan atau gas) dan rehid. Konveksi tak dapat terjadi pada benda padat, karena benda padat tidak berdifusi.

c. Perpindahan panas radiasi

Perpindahan panas radiasi merupakan proses perpindahan panas tanpa media dan perantara, melainkan proses pindahnya melalui proses radiasi elektromagnetik. Proses pindah radiasi ini juga dapat berpindah melalui daerah-daerah hampa.

2.3.2 Macam-macam Pengeringan

Pengeringan metode penjemuran adalah usaha pembuangan atau penurunan kadar air suatu bahan untuk memperoleh tingkat kadar yang seimbang dengan

kelembaban nisbi udara atmosfer. Keunggulan metode ini yaitu; tidak memerlukan bahan bakar. Namun kelemahan metode pengeringan ini yaitu; suhu dan kelembaban tidak dapat dikontrol, memerlukan tempat yang luas, berlangsung jika ada sinar matahari, terjadi perubahan fisik pada bahan, dan pengeringannya tidak konstan (Taib dkk., 1988:63-64).

Pengeringan beku (*freezy dryer*) merupakan metode pengeringan yang diterapkan pada sayur-sayuran, buah-buahan, ikan dan sebagainya. Keunggulan pengeringan beku ini yaitu sangat kecil kemungkinan terjadinya kerusakan bahan karena di keringkan pada suhu yang rendah. Kelemahan pada metode ini yaitu memerlukan biaya yang cukup mahal untuk pengadaan alatnya (Taib dkk., 1988:85).

Pengeringan dengan oven *microwave* merupakan pengeringan yang menggunakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang pendek. Gelombang mikro itu sendiri tidak bersifat panas. Bahan yang menyerap gelombang mikro mengubah energi radiasi menjadi panas. Teknologi pengeringan gelombang mikro didasarkan pada fenomena fisik yang dihasilkan dari interaksi antar gelombang elektromagnetik dengan bahan pangan (Estiasih, T. dan Ahmadi, 2009:97).

2.3.3 Pengaruh Pengeringan Terhadap Sifat Enjiniring Bahan Pangan

Nilai biologis bahan pangan kering tergantung pada metode pengeringannya. Pemanasan yang terlalu lama pada suhu tinggi dapat mengakibatkan protein menjadi kurang berguna dalam makanan (Desrosier, 1998:199). Pengeringan dengan suhu tinggi dalam waktu yang singkat lebih kecil kemungkinan merusak dari pada proses pengeringan dengan suhu rendah dalam waktu yang lama. Jadi bahan yang dikeringkan dalam oven akan lebih baik mutunya dari pada dikeringkan dengan sinar matahari (Taib dkk., 1988:41).

Warna memegang peran penting dalam keterterimaan makanan. Pengeringan bahan pangan akan merubah warna bahan pangan. Maka semakin tinggi suhu dan semakin lama proses pengeringan yang diberikan, semakin

banyak zat warna yang berubah. Karena, zat warna akan mengalami kerusakan dengan perlakuan pengeringan (Desrosier, 1998:205).

Hasil pengeringan dengan gelombang mikro terhadap sifat enjiniring bahan pangan terdapat hasil yang beragam, misal pada karakteristik warna produk yang dikeringkan dengan gelombang mikro dibandingkan dengan bahan segarnya. Sebagian penelitian menunjukkan bahwa pengeringan dengan gelombang mikro menghasilkan warna produk yang sama baiknya dengan bahan segarnya, sementara sebagian penelitian lain melaporkan terjadinya degradasi warna. Sekalipun demikian, mutu warna produk yang dikeringkan dengan gelombang mikro lebih baik dibandingkan dengan metode konvensional (Marpaung, 2017: 6).

2.4 Proses Pengeringan Oven *Microwave*

Proses pengeringan oven *microwave* berbeda dengan oven biasa, pada oven biasa sebelum panas menyentuh makanan, terlebih dahulu memanaskan dinding dan udara di dalam oven, kemudian perlahan makanan akan menyerap panas dan memanaskan makanan. Sedangkan pada oven *microwave*, dinding dan udara di dalam oven tidak perlu dipanaskan lebih dulu sebab gelombang mikro akan langsung menembus ke bagian tengah makanan dan langsung memanaskannya (Tobing, 2004:6).

2.4.1 Prinsip Kerja *Microwave*

Oven *microwave* merupakan salah satu peralatan dapur yang digunakan untuk memasak atau memanaskan makanan dalam waktu singkat (Gunawan, 2008). Microwave adalah sebuah peralatan dapur yang menggunakan radiasi gelombang mikro untuk memasak atau memanaskan makanan. Microwave bekerja dengan melewatkan radiasi gelombang mikro pada molekul air, lemak, maupun gula yang sering terdapat pada bahan makanan. Molekul-molekul ini akan menyerap energi elektromagnetik tersebut. Proses penyerapan energi ini disebut sebagai pemanasan dielektrik (*dielectric heating*). Molekul-molekul pada makanan bersifat elektrik dipol (*electric dipoles*), artinya molekul tersebut memiliki muatan negatif pada satu sisi dan muatan positif pada sisi yang lain. Akibatnya, dengan kehadiran medan elektrik yang berubah-ubah yang

diinduksikan melalui gelombang mikro pada masing-masing sisi akan berputar untuk saling mensejajarkan diri satu sama lain. Pergerakan molekul ini akan menciptakan panas seiring dengan timbulnya gesekan antara molekul yang satu dengan molekul lainnya. Energi panas yang dihasilkan oleh peristiwa inilah yang berfungsi sebagai agen pemanasan dalam proses pengeringan bahan makanan di dalam *microwave* (Saputra dan Ningrum, 2010:2).

Microwave pada skala rumah tangga biasanya menggunakan level daya secara kualitatif, seperti level *medium*, *medium high*, dan *high*. Rozannah (2013:16) menyebutkan bahwa level daya dapat diketahui secara kuantitatif yaitu dengan cara; aquades dengan suhu awal sebesar $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ dimasukkan ke dalam 2 gelas kaca masing-masing sebanyak 1 liter, kemudian masukkan ke dalam oven *microwave* dengan cara diletakan di tengah-tengah oven dengan posisi dinding dua gelas saling menyentuh. Panaskan gelas selama 2 menit. Kemudian ukur suhu masing-masing gelas setelah keluar dari oven *microwave*. Pengukuran tersebut dilakukan pada berbagai *power level* yang berbeda. Penentuan daya *microwave* pada berbagai *power level* dengan Persamaan 2.4:

$$1 \text{ W} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$W = \frac{Q}{s} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$W = \frac{(m.C_p.\Delta T)}{s} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$MW_{abs} = \frac{(m.C_p.\Delta T)}{\Delta t} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

Mwabs	= daya yang diserap bahan (W)
m	= massa bahan (g)
Cp	= panas spesifik bahan (KJ/Kg ^o C)
ΔT	= selisih suhu (^o C)
Δt	= selisih waktu pemanasan (detik)

Persamaan di atas dapat diturunkan menjadi Persamaan 2.2;

$$P = 35 \times (\Delta T_1 + \Delta T_2) \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana ΔT_1 dan ΔT_2 adalah kenaikan suhu air dalam gelas 1 dan 2 (^oC).

Cara menghitung daya *microwave* pada *power level medium* adalah sebagai berikut.

Diketahui :

Massa bahan total (m1 + m2)	= 2000 (g)
Panas spesifik air (Cp)	= 4,187 (KJ/Kg°C)
Suhu awal bahan (T1a)	= 20,2 (°C)
Suhu awal bahan (T1b)	= 20,2 (°C)
Suhu akhir bahan (T2a)	= 26,2 (°C)
Suhu akhir bahan (T2b)	= 26,2 (°C)
Lama pemanasan <i>microwave</i> (t)	= 2 menit = 120 (detik)

Penyelesaian;

$$\begin{aligned}
 MW_{abs\ 1} &= \frac{(m1 \cdot Cp \cdot (T2a - T1a))}{t} \\
 &= \frac{(1000 \cdot 4,187 \cdot (26,2 - 20,2))}{120} \\
 &= 34,89 \cdot (6) \\
 &= 209,34 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 MW_{abs\ 2} &= \frac{(m2 \cdot Cp \cdot (T2b - T1b))}{t} \\
 &= \frac{(1000 \cdot 4,187 \cdot (26,2 - 20,2))}{120} \\
 &= 34,89 \cdot (6) \\
 &= 209,34 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$P = 34,89 \times (\Delta T_1 + \Delta T_2)$$

$$P = 34,89 \times (6 + 6)$$

$$P = 418,68$$

$$P = 420 \text{ W}$$

Nilai daya yang digunakan pada *microwave* adalah 420 W, karena nilai P merupakan perhitungan daya yang diserap bahan dari masing-masing gelas. Cara di atas juga digunakan untuk menghitung daya 537 dan 722 W.

2.4.2 Kelebihan dan Kelemahan *Microwave*

Penggunaan *microwave* pada pengolahan bahan pangan disinyalir dapat memberikan beberapa keuntungan bagi masyarakat. Cara penggunaan *microwave* yang praktis dan sederhana akan mempermudah dalam mengolah bahan pangan sesuai keinginan. Menurut Decareau (1985:106) menyatakan penggunaan *microwave* pada pengeringan bahan pangan mampu mengurangi dampak perubahan warna akibat proses pemanasan, sehingga warna produk hasil pengeringan hampir sama dengan dengan warna bahan ketika masih segar. Selain itu, terdapat pada beberapa contoh penggunaan *microwave* telah dijelaskan bahwa pengeringan menggunakan alat tersebut akan mampu mempercepat laju dan waktu pengeringan. Berdasarkan hasil penelitian Rozannah (2013:23) menunjukkan bahwa pengeringan 200 g ampas tahu menggunakan *microwave* memerlukan waktu yang relatif singkat dibanding oven. Secara visual, warna ampas tahu hasil pengeringan *microwave* tidak terlalu berbeda dengan ampas tahu sebelum dikeringkan.

Selain keuntugan, *microwave* juga memiliki beberapa kelemahan diantaranya; temperatur dalam *microwave* tidak dapat diukur menggunakan thermometer atau thermokopel sederhana karena energi di dalam ruang *microwave* akan berinteraksi dengan logam dan mengakibatkan kerusakan pada alat yang digunakan (Decareau, 1985:109). Pengeringan menggunakan *microwave* juga menghilangkan beberapa kandungan kimia di dalam bahan, seperti kurkumin pada kunyit dan kadar vanilin pada buah vanili. Selain itu juga, penggunaan daya yang terlalu besar akan mengakibatkan besarnya energi panas untuk bahan pada bagian inti dan bagian permukaan bahan berbeda. Hal ini memungkinkan terjadinya *case harding* atau pengerasan pada permukaan bahan (Murthy *et.al.*, 2014:12).

2.5 Teknologi Pengolahan Edamame Berbasis Tepung

Tepung kedelai edamame harus berdasarkan SNI 01-3728-1995. Kriteria yang harus dipenuhi untuk memenuhi syarat SNI yaitu bau, rasa, dan warna tepung normal, serta tidak boleh ada benda asing dan serangga. Kadar air tepung tidak melebihi syarat SNI dimana kadar air tepung kedelai maksimal 12%,

sedangkan kadar protein tepung kedelai 35,60%, kadar karbohidrat 37,80%, kadar lemak sebesar 20,16% dan kadar air sebesar 2,83% (Dewan Standardisasi Nasional,1995).

Menurut Indartiyah dkk. (2011:66-67) pembuatan bubuk/serbuk dilakukan melalui beberapa tahap yaitu:

1. Penepungan

Proses penepungan dilakukan untuk mendapatkan produk dalam bentuk bubuk/serbuk dengan kehalusan tertentu dengan menggunakan mesin penepung yang terbuat dari *stainless stell*. Kehalusan partikel bubuk/serbuk disesuaikan dengan kebutuhan. Untuk produk teh memerlukan kehalusan 30 - 40 mesh; untuk ekstraksi 40 - 60 mesh; dan untuk kapsul atau bumbu memerlukan kehalusan 80 – 100 mesh.

2. Pengemasan

Pengemasan bubuk/serbuk dilakukan untuk menghindari dari penyerapan kembali uap air. Bahan kemasan yang digunakan harus bersih, kering, dan terbuat dari bahan yang tidak beracun kemudian ditutup rapat dan aman selama penyimpanan maupun pengangkutan

3. Penyimpanan

Bubuk/serbuk yang sudah dikemas disimpan ditempat penyimpanan/gudang yang bersih dengan suhu tidak lebih dari 30°C, jauh dari bahan lain yang dapat menyebabkan kontaminasi serta terbebas dari hama gudang, tikus, dan kutu. Penanganan yang baik dapat memperpanjang masa simpan + 1 tahun.

2.6 Sifat Enjiniring Tepung Hasil Pengeringan

Sifat enjiniring yang dilakukan pada pengukuran tepung edmame meliputi pengukuran warna, densitas curah, daya serap air, daya serap minyak, dan sudut tumpukan.

2.6.1 Warna

Warna berperan penting dalam keterterimaan makanan. Warna juga menjadi petunjuk perubahan kimia dalam makanan. Warna juga dapat digunakan

sebagai penentu mutu bahan makanan, indikator kesegaran, dan kematangan bahan makanan. Suatu warna dapat diukur menggunakan alat seperti kolorimeter dan alat lain yang khusus untuk mengukur warna (Winarno dkk., 1980:171).

2.6.2 Densitas Curah

Densitas curah (*bulk density* – ρ_{bulk}) disebut juga densitas kasar, karena cara peneraan berat dan volume benda dilakukan memakai timbangan dan literan kasar, bukan analitik. Densitas curah juga bermanfaat untuk operasional di lapangan yakni mengestimasi kebutuhan ruang, gudang, dan alat angkut bahan dalam jumlah besar (Rohadi, 2009:9-11).

Pengukuran densitas curah dilakukan dengan menggunakan metode gelas ukur. Gelas ukur kosong ditimbang dan volume gelas ukur ditentukan yaitu menggunakan 50 ml. Tepung edamame dimasukkan ke dalam gelas ukur 50 ml hingga penuh dan ditimbang ulang. Nilai densitas curah tepung edamame merupakan rasio antara berat tepung dengan volume gelas ukur (Priastuti dkk., 2016). Densitas curah secara matematis dapat ditentukan dengan rumus berikut:
 $\rho_b = mb/V$ (2.6)

Keterangan:

ρ_b = densitas curah (kg/m^3)
 mb = massa total bahan (kg)
 V = volume (m^3)

2.6.3 Daya Serap Air

Daya serap air merupakan kemampuan tepung menyerap air. Kemampuan daya serap air tepung berkurang bila kadar air dalam tepung (*moisture*) terlalu tinggi atau lembab (Sari, 2010:49).

Ukuran partikel memegang peran penting dalam penyerapan air pada tepung. Makin besar ukuran partikel, maka luas permukaannya akan semakin kecil, sehingga air memerlukan waktu yang lebih lama untuk diabsorpsi ke dalam partikel pati. Sebaliknya, ukuran partikel lebih kecil akan meningkatkan laju hidrasi tepung (Imaningsih, 2012:19).

2.6.4 Daya Serap Minyak

Setiap tepung pada dasarnya mempunyai tingkat daya serap yang tinggi. Ukuran partikel protein yang semakin kecil dapat menyebabkan banyak lemak yang terserap. Hal tersebut dikarenakan semakin kecil ukuran partikel berarti semakin luas permukaan partikel protein dan semakin besar peluang terjadinya interaksi antara lemak dengan protein (Aini dkk., 2010:18).

Daya serap minyak merupakan kemampuan produk pengikatan minyak suatu bahan. Daya serap minyak dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kandungan protein, ukuran partikel, struktur, dan tingkat denaturasi bahan. Struktur yang berbeda mengakibatkan kepolaran dari protein juga berbeda. Ukuran partikel dapat mempengaruhi kemampuan protein dalam menyerap minyak. Semakin kecil ukuran partikel protein maka kemungkinan akan semakin banyak minyak yang terserap. Hal ini dapat terjadi karena semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar luas permukaan partikel protein dan semakin besar peluang terjadinya interaksi antar minyak (Anggraini, 2014).

2.6.5 Sudut Tumpukan

Sudut tumpukan adalah sudut yang terbentuk dari bahan dicurahkan pada bidang datar sehingga membentuk tumpukan. Besarnya sudut tumpukan menunjukkan kebebasan bergerak partikel bahan dalam suatu tumpukan dan kemudahan mengalir (*flowability*). Peningkatan nilai sudut tumpukan disebabkan oleh penurunan ukuran partikel akibat proses penggilingan (Khalil, 2006).

2.7 Analysis of Varian (ANOVA)

Menurut Lungan (2006:279) anova merupakan metode yang digunakan untuk menguraikan total data menjadi komponen-komponen sumber keragaman. Anova dalam bahasan ini meliputi klasifikasi dua arah (*two-way classification*), dan klasifikasi dua arah dengan interaksi.

Adapun hipotesa yang digunakan dalam uji sidik ragam / anova (*Analysis of Varian*) yaitu:

H0 = Tidak terdapat perbedaan variabel pengukuran tepung edamame yang dihasilkan pada setiap kombinasi perlakuan.

H1 = Terdapat perbedaan variabel pengukuran tepung edamame yang dihasilkan pada setiap kombinasi perlakuan.

Kaidah pengambilan keputusan:

$f_{hitung} \leq f_{\alpha(c-1, n-c)}$ H0 diterima (tidak berbeda nyata)

$f_{hitung} \geq f_{\alpha(c-1, n-c)}$ H0 ditolak (berbeda nyata)

2.8 Analisis Korelasi

Menurut Siregar (2015:200) analisis hubungan (korelasi) merupakan bentuk analisis data dalam suatu penelitian yang bertujuan mengetahui arah kekuatan hubungan diantara dua variabel atau lebih, dan besarnya pengaruh yang disebabkan oleh variabel yang satu (variabel bebas) terhadap variabel lainnya (variabel terikat).

Korelasi yang sering dipakai pada penelitian yaitu korelasi *Pearson Product Moment*. Menurut Siregar (2015:202-203) korelasi *Pearson Product Moment* digunakan untuk mencari arah dan kekuatan hubungan antara variabel bebas (x) dan variabel terikat (y) dan data berbentuk rasio/interval.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari–Maret 2018.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah edamame yang dibeli dari Pasar Tanjung - Jember. Edamame yang digunakan adalah edamame yang masih segar dan bebas dari kerusakan.

Alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah *oven microwave* (Panasonic), sentrifuse (*dre centrifuge* tipe 78108), unit penepungan (Sharp), *color reader* CR-10 (Konica Minolta), timbangan digital *O'hauss Pioneer* (ketelitian $\pm 0,001$ g), ayakan *standard tyler* (*resth* tipe a200basic), oven biasa (*Memmert*), kamera digital, *stopwatch*, eksikator, cawan sampel, label penanda, wadah kedap udara, penjepit dan kantong plastik.

3.3 Prosedur Percobaan

3.3.1 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan daya pengeringan dan durasi penepungan terhadap sifat enjiniring tepung edamame. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu daya (420, 537, dan 722 W) dan durasi penepungan (3, 5, dan 7 menit), sehingga terdapat 9 kombinasi perlakuan dan masing-masing sampel diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 27 sampel. Kombinasi perlakuan mengacu pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Rancangan percobaan

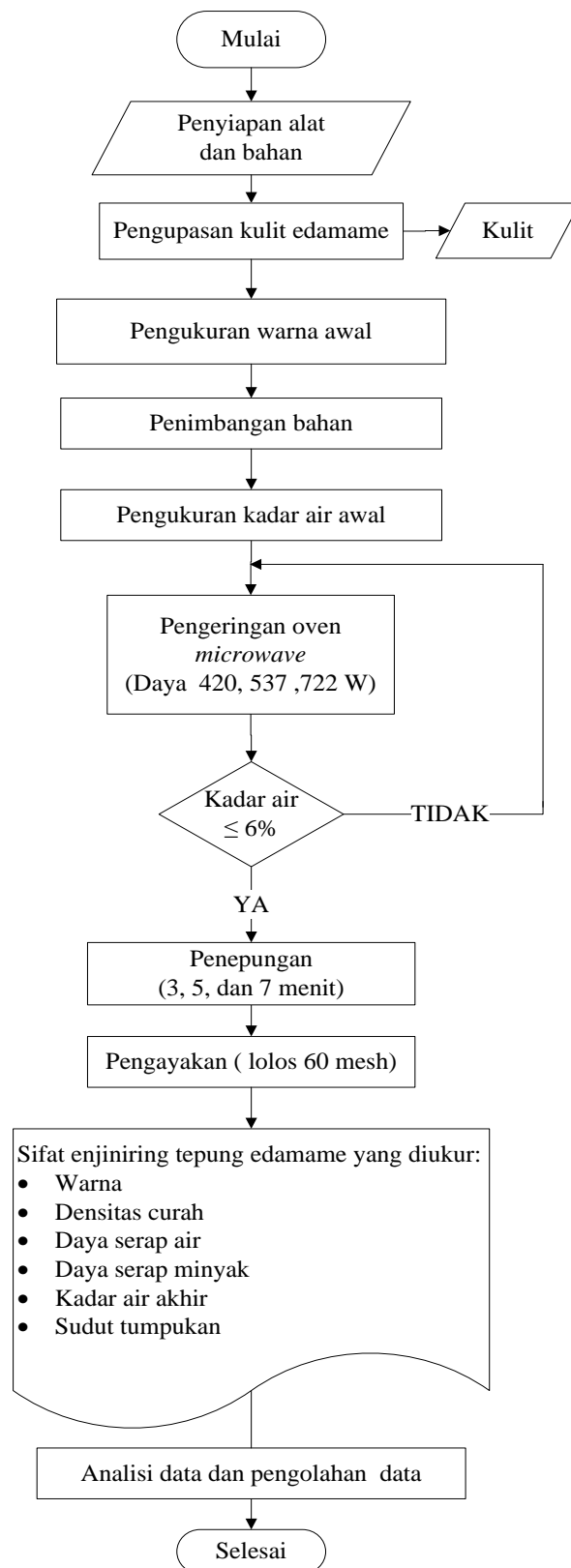
No	Variabel Eksperimen	Perlakuan	Kode	Variabel Pengukuran
1	Daya	420 W	P1	a. Warna
		537 W	P2	b. Densitas curah
		722 W	P3	c. Daya serap air
2	Durasi Penepungan	3 menit	t1	d. Daya serap minyak
		5 menit	t2	e. Kadar air akhir
		7 menit	t3	f. Sudut tumpukan

Dari Tabel 3.1 dihasilkan kombinasi perlakuan sebagai berikut:

P_1t_1	P_1t_2	P_1t_3
P_2t_1	P_2t_2	P_2t_3
P_3t_1	P_3t_2	P_3t_3

3.3.2 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini mengacu pada diagram seperti Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.3.3 Penyiapan Alat dan Bahan

Penyiapan diawali dengan menyiapkan seluruh alat yang akan digunakan sesuai kebutuhan dan pembelian bahan edamame di Pasar Tanjung– Jember.

3.3.4 Pengupasan Kulit Edamame

Proses pengupasan merupakan proses pemisahan polong edamame dengan kulitnya. Hal ini dilakukan agar tepung yang dihasilkan nantinya menunjukkan warna asli dari biji edamame yang telah dikeringkan.

3.3.5 Pengukuran Warna Awal

Proses pengukuran warna awal merupakan proses untuk menentukan warna pada biji polong sebelum dikeringkan, hal ini dilakukan untuk membandingkan warna edamame sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Proses pengukuran warna ini menggunakan alat *color reader*.

3.3.6 Penimbangan Bahan

Proses penimbangan adalah proses penentuan berat awal bahan sebelum dikeringkan. Proses penimbangan menggunakan timbangan digital *O'hauss Pioneer* dengan tingkat ketelitian $\pm 0,001\text{g}$. Tujuan dari proses penimbangan bahan yaitu untuk mempermudah proses selanjutnya dan analisis data.

3.3.7 Pengukuran Kadar Air Awal

Pengukuran kadar air awal bahan dilakukan menggunakan metode oven. Prosedur pengukuran kadar air awal bahan yaitu sebagai berikut.

- a. Cawan dioven selama 30 menit dengan suhu 105°C dan dinginkan dalam eksikator selama 15 menit dan kemudian cawan ditimbang (a).
- b. Proses selanjutnya lakukan penimbangan 3 sampel dengan masing-masing berat 5 gram dengan timbangan digital (b).
- c. Keringkan sampel menggunakan oven biasa merk *Memmert* selama 5 jam dan setelah itu dinginkan dalam eksikator selama 15 menit dan timbang (c).

- d. Terakhir, lakukan proses pengukuran kadar air bahan dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar air Bahan} = \frac{\text{Berat sampel awal} - \text{Berat sampel akhir}}{\text{Berat sampel awal (g)}} \times 100\% \dots\dots (3.1)$$

3.3.8 Pengeringan Oven *Microwave*

Pada penelitian ini, daya yang digunakan dalam pengeringan *microwave* menggunakan hasil pengukuran yaitu *medium* (420 W), *medium high* (537 W), *high* (722 W). Penggunaan tiga variasi daya tersebut dipilih karena merupakan ukuran daya terbesar pada oven *microwave* dan dapat mengeringkan bahan dengan waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan daya lain. Proses pengeringan dimulai dengan menghidupkan pengering oven *microwave*. Sampel awal sebanyak 2250 g polong edamame dibagi menjadi 9 sampel. Selanjutnya, menimbang 9 sampel bahan tersebut dengan berat masing-masing ± 250 g. Masukkan 3 sampel awal ke dalam unit pengering oven *microwave* dengan daya 722 W selama 16 ± 2 menit. Selanjutnya, memasukkan 3 sampel berikutnya pada oven *microwave* dengan daya 537 W selama 23 ± 3 menit. Kemudian, memasukkan 3 sampel terakhir dengan daya 420 W selama 29 ± 1 menit. Proses pengeringan di atas akan berhenti sampai kadar air pada masing-masing perlakuan di atas mencapai kadar air yang diinginkan ($\leq 6\%$).

Proses tersebut dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dengan jumlah sampel bahan yang sama. Sedangkan sampel edamame yang digunakan sebagai kontrol, dikeringkan dengan menggunakan oven biasa merk *mimmert* sebagai pembeda dengan pengering oven *microwave*. Pada proses ini, 3 sampel edamame dengan masing-masing berat ± 250 g akan menghasilkan ± 82 gram edamame kering.

3.3.9 Penepungan

Proses penepungan edamame dilakukan dengan cara memasukkan sampel hasil pengeringan ke dalam unit penepung (Sharp) dengan sesuai kombinasi yang terdapat pada rancangan penelitian, yaitu dengan waktu 3, 5, dan 7 menit. Sedangkan untuk kontrol, ditepungkan dengan waktu 5 menit.

3.3.10 Pengayakan

Hasil dari proses penepungan diayak dengan ayakan *tyler*. Jumlah tepung yang digunakan dalam satu kali proses pengayakan sebanyak $\pm 87\text{g}$ tepung edamame. Proses pengayakan bertujuan untuk mengetahui tepung yang lolos pada ayakan *60 mesh*.

3.3.11 Sifat Enjiniring Tepung Edamame

Sifat enjiniring tepung edamame yang diukur meliputi warna (L, a, dan b), densitas curah, daya serap air, daya serap minyak, kadar air dan sudut tumpukan.

a. Pengukuran perubahan warna

Pengukuran total perbedaan warna dilakukan dengan penilaian yang terdiri atas tiga variabel yaitu L, a dan b. Untuk mengetahui nilai perbedaan warna total antara produk awal dengan produk kering, maka dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat *color reader* CR-10. Langkah - langkah pengukuran warna yaitu mengukur nilai keputihan bahan dengan parameter kertas HVS dan diketahui nilai L_s , a_s , dan b_s . Kemudian menembakkan *color reader* pada tepung edamame pada 3 titik yang berbeda dan diperoleh nilai ΔL , Δa , Δb dan menghitung nilai L, a, b.

$$L = \Delta L + L_s \dots\dots\dots (3.2)$$

$$a = \Delta a + a_s \dots\dots\dots (3.3)$$

$$b = \Delta b + b_s \dots\dots\dots (3.4)$$

b. Densitas curah

Densitas curah ini merupakan perbandingan jumlah massa persatuan volume. Umumnya cara ini digunakan dalam suatu gudang penyimpanan dan volume alat pengolahan yang secara matematis dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$\rho b = mb/V \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan:

ρb = densitas curah (kg/m^3)

mb = massa total bahan (kg)

V = volume bahan (m^3)

c. Daya serap air

Pengukuran daya serap air tepung edamame dilakukan dengan cara, pertama menimbang tabung reaksi (a), kemudian memasukkan 10 ml air kedalam

tabung reaksi, memasukkan 1 gram tepung ke dalam tabung reaksi (b), kocok selama 1 menit dan didiamkan selama 30 menit pada suhu ruang, tabung reaksi disentrifugasi selama 30 menit pada putaran 3500 rpm, kemudian membuang air yang ada di dalam tabung. Selanjutnya tabung reaksi, tepung, dan air ditimbang (c), dan daya serap air dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Daya serap air} = \frac{(c-b-a)}{b} \dots\dots\dots(3.6)$$

d. Daya serap minyak

Pengukuran daya serap minyak tepung edamame dilakukan dengan cara, pertama menimbang tabung reaksi (a), kemudian memasukkan 10 ml minyak kedalam tabung reaksi, memasukkan 1 gram tepung ke dalam tabung reaksi (b), kocok selama 1 menit dan didiamkan selama 30 menit pada suhu ruang, tabung reaksi disentrifugasi selama 30 menit pada putaran 3500 rpm, kemudian membuang minyak yang ada di dalam tabung. Selanjutnya tabung reaksi, tepung, dan minyak ditimbang (c), dan daya serap minyak dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Daya serap minyak} = \frac{(c-b-a)}{b} \dots\dots\dots(3.7)$$

e. Sudut tumpukan

Sudut tumpukan diukur dengan cara menjatuhkan tepung melalui corong yang berjarak 3 cm dari bidang datar. Kertas putih digunakan sebagai alas bidang datar. Tumpukan tepung yang terbentuk kemudian diukur diameter dan tingginya. Menurut Khalil dalam Hartoyo dan Sunandar (2006), sudut tumpukan ditentukan dengan Persaman 3.8:

$$\text{Sudut tumpukan} = \arctan \frac{t}{r} \dots\dots\dots (3.8)$$

3.4 Analisis Data dan Pengolahan Data

Data hasil penelitian untuk setiap perlakuan diperoleh dari tiga ulangan dan diolah menggunakan program *Microsoft Excel* dan aplikasi SPSS versi 16. Hubungan variabel daya pengeringan dan durasi penepungan dianalisis menggunakan metode *two way anova* dengan taraf α 0,01 dan 0,05. Apabila terdapat perbedaan maka dilanjutkan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan dari

variabel perlakuan. Hubungan (korelasi) antar parameter mutu menggunakan uji korelasi *Pearson Product Moment*. Data hasil ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabulasi.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengukuran sifat enjiniring tepung edamame diperoleh hasil berturut-turut yaitu nilai L sebesar $71,3 \pm 0,74$; nilai a sebesar $-3,6 \pm 1,90$; nilai b sebesar $32,1 \pm 0,80$; nilai sudut tumpukan sebesar $41,50^\circ \pm 0,69$; nilai densitas curah sebesar $0,43 \text{ g/cm}^3 \pm 0,02$; nilai daya serap air sebesar $3,35 \text{ ml/g} \pm 0,19$ dan daya serap minyak sebesar $2,15 \text{ ml/g} \pm 0,10$. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa daya *microwave* memiliki pengaruh yang lebih dominan terhadap mutu tepung edamame dari pada durasi penepungan.
2. Tepung edamame dari hasil penelitian menunjukkan nilai tingkat kecerahan (L) yang dihasilkan dengan menggunakan oven biasa (perlakuan kontrol) memiliki warna yang lebih baik dibandingkan dengan oven *microwave* (variabel percobaan). Sedangkan tepung edamame hasil pengeringan oven *microwave* memiliki sifat enjiniring yang lebih baik dari oven biasa meliputi variabel pengukuran nilai tingkat kemerahan (a), nilai tingkat kekuningan (b), nilai sudut tumpukan, nilai densitas curah, nilai daya serap air (DSA), dan nilai daya serap minyak (DSM).

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai uji kimia terhadap mutu tepung edamame yang dikeringkan menggunakan *microwave*.
2. Penyimpanan bahan tepung sebaiknya disimpan pada kondisi kedap udara dalam wadah tertutup agar terhindar dari pengaruh udara sekitar.
3. Pengukuran kadar air tepung edamame sebaiknya dilakukan sebelum proses pengukuran sifat enjiniring. Hal ini dilakukan untuk menghindari penyerapan air dari udara selama proses pengukuran sifat enjiniring dan mengakibatkan kandungan air dalam tepung edamame meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Hariyadi P., Muchtadi T. R., dan Andarwulan N.. 2010. Hubungan Antara Waktu Fermentasi Grits Jagung dengan Sifat Gelatinisasi Tepung Jagung Putih yang Dipengaruhi Ukuran Partikel. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 21(1): 18-24.
- Anggraini, R. 2014. Evaluasi Mutu Fisik Tepung Ampas Tahu Hasil Pengeringan Menggunakan Oven Microwave. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Astawan, M. Dan HazmiK. 2016. Karakteristik Fisikokimia Tepung Kecambah Kedelai. *Jurnal Pangan*. 25(2) : 105-112.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember. 2013. Volume (Kg) dan Nilai Ekspor (US \$) Menurut Jenis Komoditas. <https://jemberkab.bps.go.id/statictable/2015/03/12/41/volume-kg-dan-nilai-ekspor-us-menurut-jenis-komoditas-2013.html>[Diakses tanggal 26 November 2018]
- Decareau, R.1985. *Microwaves In The Food Processing Industry*. London: Academic Press Inc.
- Desrosier, N.W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Edisi Ketiga. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Dewan Standardisasi Nasional. 1995. SNI Tepung Kacang Kedelai No. 01-3728-1995. Jakarta
- Estiasih, T. dan Ahmadi K. 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Gunawan, I. 2016. *Pengantar Statistika Inferensial*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Gunawan, R.H. 2008. Pengaruh Pemanasan dengan Oven Gelombang Mikro (*Microwave*) Terhadap Mortalitas Serangga Hama Gudang *Callosobruchus chinensis* (L.). (Coleoptera : Bruchidae), Kandungan Pati dan Protein Kacang Hijau (*Vigna radiata* (L.)). *Skripsi*. Bogor. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Hakim, A.L. 2014. Kualitas Fisik Tepung Sukun (*Artocarpus Communis*) Hasil Pengeringan dengan Oven Microwave. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Hartoyo, A. & Sunandar, FH. 2006. Pemanfaatan Tepung Komposit Ubi Jalar

- Putih (*Ipomoe batata L.*),Kecambah Kedelai (*Glycine max Merr.*), dan Kecambah Kacang Hijau (*Virginia radiata L*) Sebagai Subtituen Parsial Terigu dalam Produk Pangan Alternatif Biskuit Kaya Energi Protein. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan*, 17(01):50-57.
- Holman, J.P. 1993. *Perpindahan Kalor*. Edisi Keenam. Jakarta: Erlangga.
- Imaningsih, N. 2012. Profil Gelatinisasi Beberapa Formulasi Tepung-Tepungan untuk Pendugaan Sifat Pemasakan. *Jurnal Penelitian Gizi Makanan*. 35(1), 13–22.
- Indartiyah, N., I. Siregar, Y.D. Agustina, S. Wahyono, E. Djauhari, B. Hartono, W. Fika, Maryam, dan Y. Supriyatna. 2011. *Pedoman Teknologi Penanganan Pasca Panen Tanaman Obat*. Jakarta: Kementerian Pertanian Direktorat Jendral Hortikultura Direktorat Budidaya dan Pascapanen Sayuran dan Tanaman Obat.
- Johnson, D., Shaoke W., dan Akio S., 1999.*Edamame: A Vegetable Soybean for Colorado*. ASHS Press
- Kartono. 2002. Pembuatan Tepung Jamur Tiram (*Pleurostus Ostreatus*) dengan Variasi Temperatur dan Lama Pengeringan. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Kontan. 2017. Mitratani targetkan produksi edamame naik 12,6%. <https://industri.kontan.co.id/news/mitratani-targetkan-produksi-edamame-naik-126> [Diakses tanggal 26 November 2018]
- Khalil. 2006. Pengaruh Penggilingan dan Pembakaran Terhadap Kandungan Mineral dan Sifat Fisik Kulit Pensi (*Corbiculla Sp*) untuk Pakan. *Media Pertenakan*, 29(02): 70-75.
- Lungan, R. 2006. *Aplikasi Statistika dan Hitung Peluang*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Mandagi, MS., Purwandari U., dan Hidayat D. 2015. Analisis Pengaruh Suhu, Waktu, Pektin dan Gula Terhadap Warna dan Tekstur Leather Guava (*Psidium Guajava. L*) Menggunakan Metode Rsm (*Response Surface Methodology*). *Jurnal. Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura.*: 5.
- Marpaung, A.M. 2017. *Karakteristik Pengeringan Sayur dan Rempah dengan Gelombang Micro*.Tangerang: Departemen Teknologi Pangan, Universitas Tangerang.
- Murthy, Haris, Rasmi, Blessy, dan Monisha. 2014. *Effec of Blanching and*

- Microwave Power on Drying of Green Peas*. Research Journal of Engineering Sciences. Vol.3(4):10-18
- Nazimuddin. 2014. Mutu Fisik Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas L.*) Hasil Pengeringan Microwave yang Dipengaruhi Varietas dan Durasi Proses Penepungan. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Pambudi, S. 2013. *Budidaya dan Khasiat Kedelai Edamame Camilan Sehat dan Multi Manfaat*. (Flo, Ed.) (1st ed.). Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Priastuti, R.C., Tamrin, dan D. Suhandy. 2016. Pengaruh Arah dan Ketebalan Irisan Kunyit Terhadap Sifat Fisik Tepung Kunyit Yang Dihasilkan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 5(2) : 101-108
- Retnani, Y., Dimar W., dan Abdul D.H. 2009. Pengaruh Jenis Kemasan dan Lama Penyimpanan Terhadap Serangan Dan Sifat Fisik Ransum *Broiler Starter* Berbentuk *Crumble*. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Perternakasn*. 3(12):143.
- Rozanna, N.A.V. 2013. Kinetika Pindah Massa dan Perubahan Warna Ampas Tahu Selama Proses Pengeringan Menggunakan Oven *Microwave*. Jember: Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Rohadi. 2009. *Sifat Fisik Bahan dan Aplikasinya Dalam Industri Pangan*. Semarang: Semarang University Press.
- Saputra, A. dan Ningrum D.K. Tanpa Tahun. Pengeringan Kunyit Menggunakan Microwave dan Oven. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Sari, W.A. 2010. *Pengendalian Mutu Produksi Mie Kering*. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Siregar, S. 2015. *Statistika Terapan Terapan Untuk Perguruan Tinggi*. Jakarta. Prenadamedia Group.
- Soewanto, H., A. Prasongko, dan Sumarno. 2016. Agribisnis Edamame Untuk Ekspor. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 431-433
- Syah, H., Yusmanizar, dan MaulanaO. 2013. Karakteristik Fisik Bubuk Kopi Arabika Hasil Penggilingan Mekanis dengan Penambahan Jagung dan Beras Ketan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 5(1) : 32-37.
- Syamsir, E. dan HonestianT. 2009. Karakteristik Fisiko-Kimia Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Varietas Suku dengan Variasi Proses Pengeringan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 20(2) : 90-95.

- Taib, G., Gumbira S., dan Suteja W. 1988. *Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian*. Edisi Pertama. Jakarta: Melton Putra.
- Tobing, H. A. L. 2004. *Masak Praktis Dengan Microwave*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F. G., S. Fardiaz, dan D. Fardiaz. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta: Penerbit PT Gedia.
- Wirakartakusumah, M.A., Kamaruddin A., Atjeng M.S. 1992. *Sifat Fisik Pangan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Yordanio, J., Pudjo, D., Bambang, E. 2015. Analisis Pengendalian Kualitas Frozen Edamame dengan Menggunakan Statistical Process Control (SPC) pada PT Mitratani Dua Tujuh (Quality Control Analysis of Frozen Edamame Using Statistical Process Control (SPC) in PT Mitratani Dua Tujuh). 1–8.

LAMPIRAN**Lampiran A. Hasil Kombinasi Perlakuan Pada Pengukuran Setiap Variabel Penelitian**

1. Data tingkat kecerahan (L)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1	P1t1	72,5	72,7	72,9	72,73	0,20
2	P1t2	72,1	72,0	71,9	72,03	0,10
3	P1t3	71,6	71,7	71,4	71,58	0,17
4	P2t1	70,9	71,0	71,2	71,02	0,17
5	P2t2	71,3	71,5	71,5	71,42	0,10
6	P2t3	70,9	70,7	70,8	70,80	0,10
7	P3t1	70,4	70,1	70,3	70,27	0,13
8	P3t2	70,6	70,4	70,6	70,54	0,12
9	P3t3	71,3	71,4	71,5	71,40	0,10

2. Data tingkat warna merah (a)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1	P1t1	-5,4	-5,3	-5,0	-5,23	0,21
2	P1t2	-5,5	-5,3	-5,1	-5,30	0,20
3	P1t3	-5,3	-5,4	-5,1	-5,27	0,15
4	P2t1	-4,5	-4,8	-4,7	-4,67	0,15
5	P2t2	-4,8	-4,4	-4,4	-4,53	0,23
6	P2t3	-4,3	-4,1	-4,4	-4,27	0,15
7	P3t1	-1,2	-1,5	-1,5	-1,40	0,17
8	P3t2	-1,1	-0,9	-0,7	-0,90	0,20
9	P3t3	-0,6	-0,8	-0,9	-0,77	0,15

3. Data tingkat warna kuning (b)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1	P1t1	32,2	32,3	32,0	32,17	0,15
2	P1t2	32,6	32,7	32,4	32,57	0,15
3	P1t3	32,6	32,4	32,4	32,47	0,12
4	P2t1	33,3	33,1	33,5	33,30	0,20
5	P2t2	30,7	30,5	30,9	30,70	0,20
6	P2t3	30,9	31,2	31,0	31,03	0,15
7	P3t1	32,5	32,8	32,8	32,70	0,17
8	P3t2	32,4	32,2	32,6	32,40	0,20
9	P3t3	31,9	32,0	32,1	32,00	0,10

4. Data kadar air tepung (%bb)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1	P1t1	5,40	5,40	5,70	5,50	0,17
2	P1t2	6,50	6,70	6,70	6,63	0,11
3	P1t3	6,60	6,60	6,80	6,67	0,11
4	P2t1	5,30	5,60	5,60	5,50	0,17
5	P2t2	7,50	7,90	7,50	7,63	0,23
6	P2t3	7,20	7,20	7,40	7,27	0,11
7	P3t1	6,20	6,40	6,20	6,27	0,11
8	P3t2	6,20	6,50	6,30	6,33	0,15
9	P3t3	6,30	6,50	6,20	6,33	0,15

5. Data sudut tumpukan (°)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1	P1t1	41,51	42,03	41,46	41,66	0,31
2	P1t2	41,92	41,52	41,59	41,68	0,21
3	P1t3	41,95	41,74	41,45	41,71	0,25
4	P2t1	40,59	40,27	40,22	40,36	0,20
5	P2t2	40,77	40,92	41,25	40,98	0,24
6	P2t3	42,35	42,53	42,82	42,57	0,24
7	P3t1	40,98	40,49	40,75	40,74	0,25
8	P3t2	41,73	42,10	41,52	41,78	0,30
9	P3t3	41,75	42,12	42,27	42,05	0,27

6. Data densitas curah (g/cm³)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1	P1t1	0,43	0,43	0,44	0,43	0,01
2	P1t2	0,44	0,44	0,43	0,44	0,01
3	P1t3	0,44	0,46	0,44	0,45	0,01
4	P2t1	0,41	0,41	0,42	0,42	0,01
5	P2t2	0,42	0,42	0,44	0,43	0,01
6	P2t3	0,45	0,46	0,45	0,45	0,01
7	P3t1	0,41	0,40	0,44	0,41	0,02
8	P3t2	0,42	0,44	0,45	0,44	0,01
9	P3t3	0,45	0,46	0,46	0,46	0,01

7. Data daya serap air (ml/g)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1	P1t1	3,16	3,14	3,38	3,22	0,13
2	P1t2	3,18	3,32	3,54	3,34	0,18
3	P1t3	3,50	3,39	3,66	3,52	0,14
4	P2t1	3,21	3,52	3,47	3,40	0,16
5	P2t2	3,33	3,40	3,62	3,45	0,15
6	P2t3	3,28	3,73	3,42	3,48	0,23
7	P3t1	3,06	3,46	3,17	3,23	0,21
8	P3t2	3,31	3,51	3,01	3,28	0,25
9	P3t3	3,56	3,08	3,24	3,29	0,24

8. Data daya serap minyak (ml/g)

No	Sampel	Ulangan			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1	P1t1	2,09	2,00	2,00	2,03	0,05
2	P1t2	2,07	2,12	2,01	2,07	0,06
3	P1t3	2,00	2,12	2,14	2,09	0,08
4	P2t1	2,18	2,10	2,06	2,11	0,06
5	P2t2	2,11	2,19	2,16	2,15	0,04
6	P2t3	2,21	2,22	2,10	2,18	0,07
7	P3t1	2,22	2,20	2,10	2,18	0,06
8	P3t2	2,26	2,34	2,23	2,28	0,06
9	P3t3	2,34	2,35	2,28	2,32	0,04

Lampiran B. Data Kadar Air Biji Basah Dan Biji Kering

Data kadar air awal biji basah (%bb)

No	Sampel	Ulangan 1			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1	1	67,72	69,80	67,21	68,24	1,37
2	2	73,31	69,57	71,32	71,40	1,87
3	3	69,62	69,80	70,50	69,97	0,47

Kadar air biji kering (%bk)

No	Daya	Ulangan			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1		4,27	5,51	5,85	5,21	0,83
2	420 W	4,03	5,75	5,05	4,94	0,86
3		4,18	5,91	5,33	5,14	0,88
1		4,44	5,72	5,58	5,25	0,58
2	537 W	4,20	5,64	5,66	5,17	0,70
3		4,55	5,54	5,58	5,22	0,84
1		5,32	5,28	5,32	5,31	0,03
2	722 W	4,61	5,40	5,78	5,26	0,60
3		5,46	5,17	5,65	5,42	0,24

Lampiran C. Hasil Perlakuan Kontrol Pada Pengukuran Setiap Variabel Penelitian

1. Data tingkat kecerahan (L)

No	Sampel	Ulangan 1			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1	Ctrl	76,0	75,4	75,7	75,7	0,30

2. Data warna tingkat kemerahan (a)

No	Sampel	Ulangan 1			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1	Ctrl	-3,9	-3,4	-3,5	-3,6	0,26

3. Data warna tingkat kuning (b)

No	Sampel	Ulangan 1			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1	Ctrl	28,3	28,5	28,3	28,3	0,12

4. Kadar air tepung (%bb)

No	Sampel	Ulangan 1			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1	Ctrl	6,30	6,60	6,23	6,38	0,20

5. Sudut tumpukan (°)

No	Sampel	Ulangan 1			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1	Ctrl	41,89	41,62	42,07	41,86	0,23

6. Densitas curah (g/cm³)

No	Sampel	Ulangan 1			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1	control	0,44	0,42	0,42	0,43	0,01

7. Daya serap air (ml/g)

No	Sampel	Ulangan 1			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1	control	3,32	3,33	3,32	3,32	0,01

8. Daya serap minyak (ml/g)

No	Sampel	Ulangan 1			Rata-rata	St.Deviasi
		1	2	3		
1	control	2,05	2,04	2,06	2,0	0,01

Lampiran D. Data Penelitian

	Ulangan	Daya	Durasi Penepungan (Menit)	L	a	b	Ka	ST	DC	DSA	DSM
P1t1	1	420	3	72,5	-5,4	32,2	5,40	41,51	0,43	3,16	2,09
	2	420	3	72,7	-5,3	32,3	5,40	42,03	0,43	3,14	2,00
	3	420	3	72,9	-5,0	32,0	5,70	41,46	0,44	3,38	2,00
P1t2	1	420	5	72,1	-5,5	32,6	6,50	41,92	0,44	3,18	2,07
	2	420	5	72,0	-5,3	32,7	6,70	41,52	0,44	3,32	2,12
	3	420	5	71,9	-5,1	32,4	6,70	41,59	0,43	3,54	2,01
P1t3	1	420	7	71,6	-5,3	32,6	6,60	41,95	0,44	3,50	2,00
	2	420	7	71,7	-5,4	32,4	6,60	41,74	0,46	3,39	2,12
	3	420	7	71,4	-5,1	32,4	6,80	41,45	0,44	3,66	2,14
P2t1	1	537	3	70,9	-4,5	33,3	5,30	40,59	0,41	3,21	2,18
	2	537	3	71,0	-4,8	33,1	5,60	40,27	0,41	3,52	2,10
	3	537	3	71,2	-4,7	33,5	5,60	40,22	0,42	3,47	2,06
P2t2	1	537	5	71,3	-4,8	30,7	7,50	40,77	0,42	3,33	2,11
	2	537	5	71,5	-4,4	30,5	7,90	40,92	0,42	3,40	2,19
	3	537	5	71,5	-4,4	30,9	7,50	41,25	0,44	3,62	2,16
P2t3	1	537	7	70,9	-4,3	30,9	7,20	42,35	0,45	3,28	2,21
	2	537	7	70,7	-4,1	31,2	7,20	42,53	0,46	3,73	2,22
	3	537	7	70,8	-4,4	31,0	7,40	42,82	0,45	3,42	2,10
P3t1	1	722	3	70,4	-1,2	32,5	6,20	40,98	0,41	3,06	2,22
	2	722	3	70,1	-1,5	32,8	6,40	40,49	0,40	3,46	2,20
	3	722	3	70,3	-1,5	32,8	6,20	40,75	0,44	3,17	2,10
P3t2	1	722	5	70,6	-1,1	32,4	6,20	41,73	0,42	3,31	2,26
	2	722	5	70,4	-0,9	32,2	6,50	42,10	0,44	3,51	2,34
	3	722	5	70,6	-0,7	32,6	6,30	41,52	0,45	3,01	2,23
P3t3	1	722	7	71,3	-0,6	31,9	6,30	41,75	0,45	3,56	2,34
	2	722	7	71,4	-0,8	32,0	6,50	42,12	0,46	3,08	2,35
	3	722	7	71,5	-0,9	32,1	6,20	42,27	0,46	3,24	2,28
Ctrl	1	60	5	76,0	-3,9	28,3	6,30	41,89	0,44	3,32	2,05
	2	60	5	75,4	-3,4	28,5	6,60	41,62	0,42	3,33	2,04
	3	60	5	75,7	-3,5	28,3	6,23	42,07	0,42	3,32	2,06

Lampiran E. Korelasi Antara Varibel Pengamatan Dengan Sifat Enjiniring Tepung Edamame

	Daya	waktu	L	a	b	Sudut	Densitas	DSA	DSM
Daya	1								
waktu	0	1							
L	-0,771**	-0,044	1						
a	0,931**	0,073	-0,623**	1					
b	-0,464*	0,017	-0,062	0,079	1				
Sudut tumpukan	0,097	0,391*	0,04	-0,003	-0,295	1			
Densitas curah	0,034	0,268	0,175	0,052	0,407*	-0,232	1		
DSA	0,206	0,258	0,208	-0,279	-0,159	-0,189	-0,14	1	
DSM	0,791**	0,123	-0,587**	0,777**	0,041	-0,329	0,147	-0,218	1

**Korelasi pada taraf α 0,01

*Korelasi pada taraf α 0,05

Lampiran F. Hasil Uji Anova Sifat Enjiniring Tepung Edamame

1. Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances				
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
L	0,391	8	18	0,911
a	0,238	8	18	0,978
b	0,237	8	18	0,978
Sudut	0,185	8	18	0,99
Densitas	1,636	8	18	0,183
DSA	0,418	8	18	0,895
DSM	0,585	8	18	0,777

Indeks Kecerahan (L)

Waller-Duncan

Daya	N	Subset		
		1	2	3
Daya 722	9	70,7333		
Daya 537	9		71,0889	
Daya 420	9			72,0889

The error term is Mean Square(Error) = 0,019.

Indeks Warna Merah (a)

Waller-Duncan

Daya	N	Subset		
		1	2	3
Daya 420	9	-5,2667		
Daya 537	9		-4,4889	
Daya 722	9			-1,0222

The error term is Mean Square(Error) = 0,033.

Indeks Warna Merah (a)

Waller-Duncan

Waktu	N	Subset	
		1	2
3	9	-3,7667	
5	9	-3,5778	-3,5778
7	9		-3,4333

The error term is Mean Square(Error) = 0,033.

Indeks Warna Kuning (b)

Waller-Duncan

Daya	N	Subset	
		1	2
Daya 537	9	31,6778	
Daya 722	9		32,3667
Daya 420	9		32,4000

The error term is Mean Square(Error) = 0,027.

Indeks Warna Kuning (b)

Waller-Duncan

Waktu	N	Subset	
		1	2
7	9	31,8333	
5	9	31,8889	
3	9		32,7222

The error term is Mean Square(Error) = 0,027.

Sudut Tumpukan ($^{\circ}$)

Waller-Duncan

Daya	N	Subset	
		1	2
Daya 537	9	41,3022	
Daya 722	9	41,5233	41,5233
Daya 420	9		41,6856

The error term is Mean Square(Error) = 0,065.

Sudut Tumpukan ($^{\circ}$)

Waller-Duncan

Waktu	N	Subset	
		1	2
5	9	41,1444	
3	9	41,3578	
7	9		42,0089

The error term is Mean Square(Error) = 0,065.

Densitas Curah

Waller-Duncan

Waktu	N	Subset	
		1	2
5	9	0,4303	
3	9	0,4323	0,4323
7	9		0,4437

The error term is Mean Square(Error) = 0,000.

Daya Serap Minyak (DSM)

Waller-Duncan

Daya	N	Subset		
		1	2	3
Daya 420	9	2,0610		
Daya 537	9		2,1461	
Daya 722	9			2,2597

The error term is Mean Square(Error) = 0,003.

Lampiran G. Cara Menghitung Daya *Microwave*

Cara menghitung daya *microwave* pada *power level medium* adalah sebagai berikut.

Diketahui :

Massa bahan total ($m_1 + m_2$)	= 2000 (g)
Panas spesifik air (C_p)	= 4,187 (KJ/Kg $^{\circ}$ C)
Suhu awal bahan (T1a)	= 20,2 ($^{\circ}$ C)
Suhu awal bahan (T1b)	= 20,2 ($^{\circ}$ C)
Suhu akhir bahan (T2a)	= 26,2 ($^{\circ}$ C)
Suhu akhir bahan (T2b)	= 26,2 ($^{\circ}$ C)
Lama pemanasan <i>microwave</i> (t)	= 2 menit = 120 (detik)

Penyelesaian;

$$\begin{aligned}
 MW_{abs\ 1} &= \frac{(m_1 \cdot C_p \cdot (T_{2a} - T_{1a}))}{t} \\
 &= \frac{(1000 \cdot 4,187 \cdot (26,2 - 20,2))}{120} \\
 &= 34,89 \cdot (6) \\
 &= 209,34 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 MW_{abs\ 2} &= \frac{(m_2 \cdot C_p \cdot (T_{2b} - T_{1b}))}{t} \\
 &= \frac{(1000 \cdot 4,187 \cdot (26,2 - 20,2))}{120} \\
 &= 34,89 \cdot (6) \\
 &= 209,34 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$P = 34,89 \times (\Delta T_1 + \Delta T_2)$$

$$P = 34,89 \times (6 + 6)$$

$$P = 418,68$$

$$P = 420 \text{ W}$$

Cara menghitung daya *microwave* pada *power level medium high* adalah sebagai berikut.

Diketahui :

Massa bahan total (m1 + m2)	= 2000 (g)
Panas spesifik air (Cp)	= 4,187 (KJ/Kg°C)
Suhu awal bahan (T1a)	= 20,2 (°C)
Suhu awal bahan (T1b)	= 20,2 (°C)
Suhu akhir bahan (T2a)	= 27,9 (°C)
Suhu akhir bahan (T2b)	= 27,9 (°C)
Lama pemanasan <i>microwave</i> (t)	= 2 menit = 120 (detik)

Penyelesaian;

$$\begin{aligned}
 MW_{abs\ 1} &= \frac{(m1 \cdot Cp \cdot (T2a - T1a))}{t} \\
 &= \frac{(1000 \cdot 4,187 \cdot (27,9 - 20,2))}{120} \\
 &= 34,89 \cdot (7,7) \\
 &= 268,653 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 MW_{abs\ 2} &= \frac{(m2 \cdot Cp \cdot (T2b - T1b))}{t} \\
 &= \frac{(1000 \cdot 4,187 \cdot (27,9 - 20,2))}{120} \\
 &= 34,89 \cdot (7,7) \\
 &= 268,653 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$P = 34,89 \times (\Delta T_1 + \Delta T_2)$$

$$P = 34,89 \times (7,7 + 7,7)$$

$$P = 537,306$$

$$P = 537 \text{ W}$$

Cara menghitung daya *microwave* pada *power level high* adalah sebagai berikut.

Diketahui :

Massa bahan total (m1 + m2)	= 2000 (g)
Panas spesifik air (Cp)	= 4,187 (KJ/Kg°C)
Suhu awal bahan (T1a)	= 20,2 (°C)
Suhu awal bahan (T1b)	= 20,2 (°C)
Suhu akhir bahan (T2a)	= 30,6 (°C)
Suhu akhir bahan (T2b)	= 30,5 (°C)
Lama pemanasan <i>microwave</i> (t)	= 2 menit = 120 (detik)

Penyelesaian;

$$\begin{aligned}
 MW_{abs\ 1} &= \frac{(m1 \cdot Cp \cdot (T2a - T1a))}{t} \\
 &= \frac{(1000 \cdot 4,187 \cdot (30,6 - 20,2))}{120} \\
 &= 34,89 \cdot (10,4) \\
 &= 363 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 MW_{abs\ 2} &= \frac{(m2 \cdot Cp \cdot (T2b - T1b))}{t} \\
 &= \frac{(1000 \cdot 4,187 \cdot (30,5 - 20,2))}{120} \\
 &= 34,89 \cdot (10,3) \\
 &= 359 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$P = 34,89 \times (\Delta T_1 + \Delta T_2)$$

$$P = 34,89 \times (10,4 + 10,3)$$

$$P = 722,223$$

$$P = 722 \text{ W}$$

Lampiran H. Data Persentase Kadar Air Biji Kering

Daya (Watt)	KA Awal (%)	Massa Bahan (g)	Total Air (g)	Total Solid (g)	Massa Biji kering (g)	Sisa Air Biji Kering (g)	KA Biji Kering (% bk)
420	68,24	250,57	170,99	79,58	83,13	3,55	4,27
420	68,24	250,15	170,70	79,45	82,78	3,33	4,03
420	68,24	250,01	170,61	79,40	82,87	3,47	4,18
420	68,24	250,15	170,70	79,45	84,08	4,63	5,51
420	68,24	250,5	170,94	79,56	84,41	4,85	5,75
420	68,24	250,21	170,74	79,47	84,46	4,99	5,91
420	68,24	250,21	170,74	79,47	84,40	4,93	5,85
420	68,24	250,5	170,94	79,56	83,79	4,23	5,05
420	68,24	250,07	170,65	79,42	83,89	4,47	5,33

Daya (Watt)	KA Awal (%)	Massa Bahan (g)	Total Air (g)	Total Solid (g)	Massa Biji kering (g)	Sisa Air Biji Kering (g)	KA Biji Kering (% bk)
537	71,40	250,73	179,02	71,71	75,04	3,33	4,44
537	71,40	250,14	178,60	71,54	74,68	3,14	4,20
537	71,40	250,25	178,68	71,57	74,98	3,41	4,55
537	71,40	250,54	178,89	71,65	76	4,35	5,72
537	71,40	250,28	178,70	71,58	75,86	4,28	5,64
537	71,40	250,02	178,51	71,51	75,7	4,19	5,54
537	71,40	250,17	178,62	71,55	75,78	4,23	5,58
537	71,40	250,33	178,74	71,59	75,89	4,30	5,66
537	71,40	250,45	178,82	71,63	75,86	4,23	5,58

Daya (Watt)	KA Awal (%)	Massa Bahan (g)	Total Air (g)	Total Solid (g)	Massa Biji kering (g)	Sisa Air Biji Kering (g)	KA Biji Kering (% bk)
722	69,97	250,42	175,22	75,20	79,43	4,23	5,32
722	69,97	250,54	175,30	75,24	78,87	3,63	4,61
722	69,97	250,28	175,12	75,16	79,5	4,34	5,46
722	69,97	250,48	175,26	75,22	79,41	4,19	5,28
722	69,97	250,53	175,30	75,23	79,53	4,30	5,40
722	69,97	250,49	175,27	75,22	79,32	4,10	5,17
722	69,97	250,45	175,24	75,21	79,44	4,23	5,32
722	69,97	250,49	175,27	75,22	79,84	4,62	5,78
722	69,97	250,45	175,24	75,21	79,71	4,50	5,65

Lampiran I. Gambar Penelitian



Gambar 1. Penimbangan Cawan



Gambar 2. Penimbangan Cawan+Sampel



Gambar 3. Penimbangan Cawan+Sampel Kering



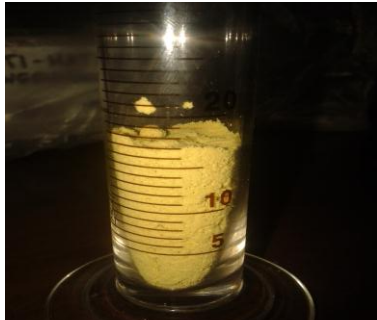
Gambar 4. Proses Pengayakan (60 mesh)



Gambar 5. Pengukuran Warna



Gambar 6. Penimbangan Cawan



Gambar 7. Pengukuran Densitas Curah



Gambar 9. Pengukuran Sampel Kadar Air Awal



Gambar 9. Pengukuran Daya Serap Air



Gambar 10. Pengukuran Kadar Air Tepung



Gambar 11. Pengukuran Sudut Tumpukan



Gambar 12. Pengukuran Daya Serap Minyak