



**KARAKTERISTIK REBUNG PETUNG PENGERINGAN *FOAM-MAT*
MENGUNAKAN PEMANAS HALOGEN**

SKRIPSI

Oleh

**Rina Susanti
NIM. 151710201026**

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Umum : Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng.
Dosen Pembimbing Anggota : Dian Purbasari, S.Pi., M.Si

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



**KARAKTERISTIK PENGERINGAN *FOAM-MAT* REBUNG PETUNG
MENGUNAKAN PEMANAS HALOGEN**

SKRIPSI

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

Oleh

Rina Susanti
NIM. 151710201026

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

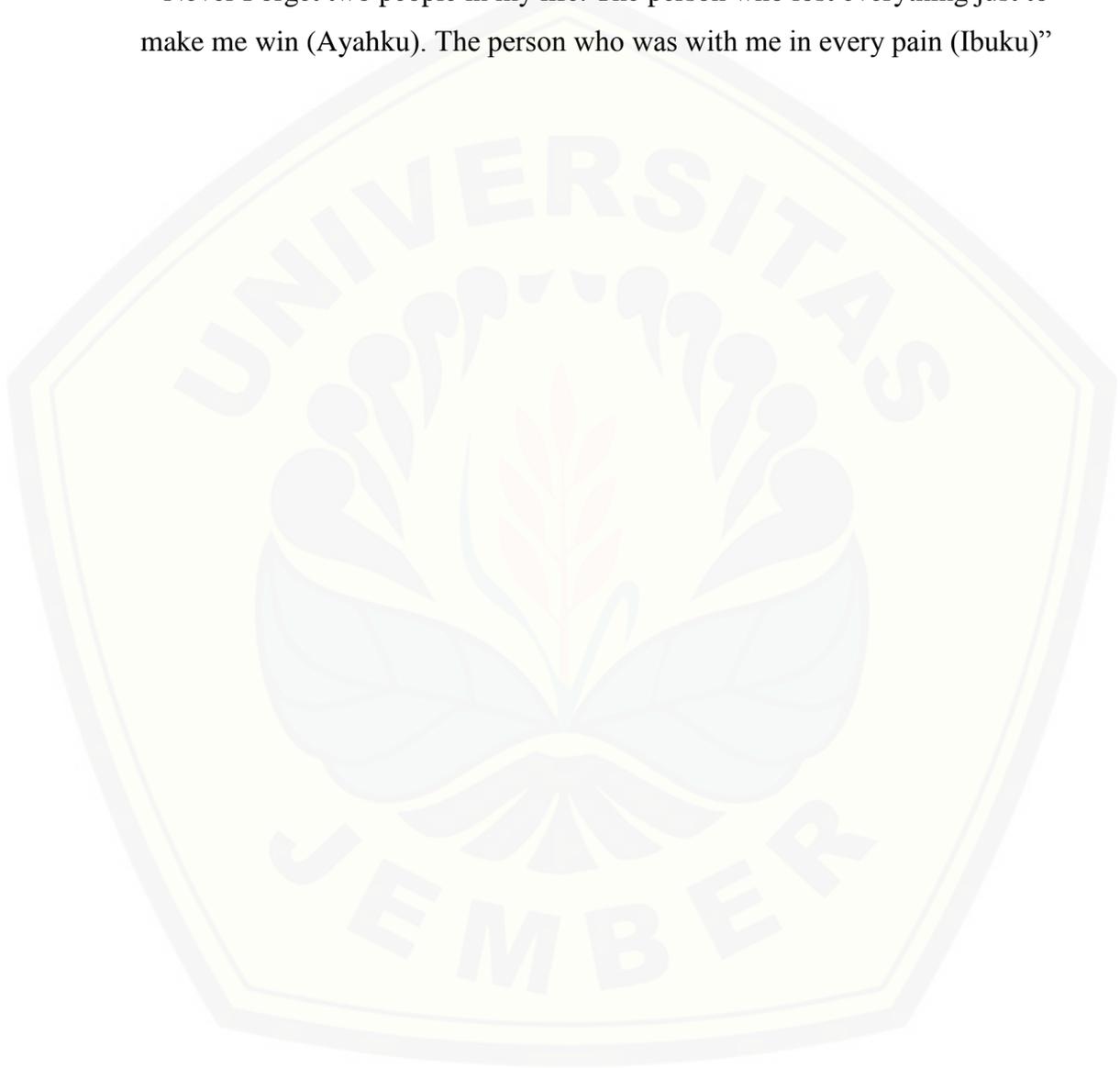
PERSEMBAHAN

Dengan penuh syukur, skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terima kasih saya kepada:

1. Kedua orang tua saya, Ibuku Djasemi dan Ayahku Rianan yang telah memberikan segala doa, dukungan dan kasih sayangnya selama ini.
2. Adikku Sindi Nur Aini atas semua semangat yang telah diberikan.
3. Guru-guru yang telah mendidik dan membimbing saya sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi;
4. Seluruh keluarga saya;
5. Almamater tercinta Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“ Never Forget two people in my life. The person who lost everything just to make me win (Ayahku). The person who was with me in every pain (Ibuku)”



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rina Susanti

NIM : 151710201026

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul: “Karakteristik Pengeringan *Foam-Mat* Rebung Petung Menggunakan Pemanas Halogen” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, 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 manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Mei 2019

Yang menyatakan,

Rina Susanti

NIM. 151710201026

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK PENGERINGAN *FOAM-MAT* REBUNG PETUNG
MENGUNAKAN PEMANAS HALOGEN**

Oleh

Rina Susanti
NIM. 151710201026

Pembimbing

Dosen Pembimbing Umum : Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng.
Dosen Pembimbing Anggota : Dian Purbasari, S.Pi., M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Karakteristik Pengeringan *Foam-Mat* Rebung Petung Menggunakan Pemanas Halogen” telah diuji dan disahkan pada:

hari/tanggal :

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Ir. Iwan Taruna, M. Eng.

NIP. 196910051994021001

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

NIP. 760016795

Tim Penguji,

Penguji Utama

Penguji Anggota

Dr. Elida Novita, S.TP., M.T.

NIP. 197311301999032001

Ir. Tasliman, M. Eng.

NIP. 196208051993021002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, M.Eng

196809231994031009

RINGKASAN

Karakteristik Pengeringan *Foam-Mat* Rebung Petung Menggunakan Pemanas Halogen; Rina Susanti; 151710201026; 2015; 60 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Rebung petung merupakan tunas yang berasal dari bambu petung. Rebung petung sering dikonsumsi oleh masyarakat sebagai salah satu bahan utama olahan makanan. Rebung petung memiliki kandungan gizi yang baik untuk kesehatan diantaranya adalah tingginya serat yang terdapat didalamnya. Selain seratnya yang tinggi, rasanya yang manis dengan teksturnya yang renyah membuat rebung petung banyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Namun dalam pemanfaatannya masih terdapat permasalahan yaitu adanya kerusakan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka diperlukan adanya proses pengawetan dengan cara pengeringan. Salah satu cara pengeringan yang dapat digunakan adalah metode *foam-mat drying*. Pengeringan *foam-mat drying* dapat menggunakan teknologi halogen.

Pengeringan menggunakan teknologi halogen dapat menjadi alternatif dibandingkan dengan pengeringan konvensional lainnya. Pengeringan menggunakan pemanas halogen dengan metode *foam-mat* mampu melindungi kandungan gizi yang terdapat pada bahan, tidak memerlukan waktu yang lama, mudah digunakan dan efisien energi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari proses pengeringan *foam-mat* rebung petung dengan menggunakan pemanas halogen, menentukan kinetika perpindahan massa dan mengukur perubahan warna selama proses pengeringan.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada bulan Desember 2018 hingga Maret 2019. Sampel yang digunakan pada unit pengering yaitu sebanyak 20 gram pada masing-masing suhu pengeringan yaitu 55, 70, 85 dan 100°C. Perbandingan bahan yang digunakan 85% dan 15% yaitu 17g bubur rebung dan 3g putih telur. Perubahan berat dan perubahan parameter warna pada bahan diamati secara periodik selama proses pengeringan

berlangsung. Data pengukuran yang diperoleh kemudian dianalisa dengan menggunakan grafik dan statistik. Data kemudian dianalisis dengan menggunakan dua model pengeringan yaitu Page dan Wang & Singh yang akan dievaluasi kesesuaiannya terhadap data observasi berdasarkan koefisien determinasi (R^2) dan RMSE (*Root Means Square*).

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil yang menunjukkan penurunan kadar air pada *foam-mat* rebung petung dengan nilai 90,21 – 90,87%bb menjadi 0,47 – 6,26%bb berdasarkan suhu pengeringan yang digunakan. Penurunan kadar air *foam-mat* rebung petung tercepat pada suhu 100°C dan terlambat pada suhu 55°C. Laju pengeringan juga akan semakin cepat seiring dengan semakin tinggi suhu yang digunakan. Model pengeringan Page dan Wang & Singh yang digunakan dalam memprediksi data observasi menunjukan bahwa Model Wang & Singh sesuai untuk mendeskripsikan karakteristik pengeringan *foam-mat* rebung petung menggunakan pemanas halogen. Perubahan warna *foam-mat* rebung petung dipengaruhi oleh suhu pengeringan dan waktu yang digunakan. Semakin meningkatnya suhu pengeringan, maka nilai total perbedaan warna pada bahan (ΔE) juga akan meningkat. Warna yang dihasilkan pada suhu rendah yaitu 55 dan 70°C cenderung lebih cerah, sedangkan untuk suhu 85 dan 100°C cenderung lebih berwarna kuning kemerahan karena adanya reaksi *maillard* pada bahan.

SUMMARY

Characteristic of Foam-Mat Drying of Petung Shoots Using Halogen Heater;
Rina Susanti; 151710201026; 2015; 60 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Rebung petung is shoots derived from petung bamboo. Rebung petung is often consumed by the community as one of the main ingredients of food processing. Petung bamboo has good nutrition for health including high fiber contained in it. In addition to the high fiber, the sweet taste with crispy texture makes the bamboo shoots used by the community widely. However, in its utilization there was a problem namely damage. To solve this problem, a preservation process is needed by drying. One method of drying that can be used is foam-mat drying method. Foam-mat drying used halogen technology.

Drying using halogen technology can be an alternative compared to other conventional drains. Drying using a halogen heater with foam-mat method is able to protect the nutrient content in the material, does not require a long time, is easy to use and energy efficient. The purpose of this research was to study the drying process of petung bamboo shoots using halogen heater, determine mass transfer kinetic and measure color changes during the drying process.

This research was carried out at the Agricultural Product Engineering Laboratory, Department of Agricultural Engineering Faculty of Agricultural Technology, University of Jember in December 2018 until March 2019. The sample used in the drying unit was 20 grams in each drying temperature of 55, 70, 85 and 100°C. The comparison used 85% and 15%, namely 17 grams of bamboo shoot porridge and 3 grams off egg white foam. The change of weight and color in the material were observed during the drying process periodically. The measurement data were analyzed using graphs and statistics. The data were analyzed using two drying models, Page and Wang & Singh, which would be evaluated according to the observational data based on the determination coefficient (R^2) and RMSE (Root Means Square).

Based on the research that has been done, it was found that the result showed a decrease in the moisture content of the bamboo shoots with a value of 90.21 - 90.87%bb to 0.47 - 6.26%bb based on the drying temperature used. The fastest decreasing of water content used foam mat drying at 100°C and the late at 55°C. The drying rate will also be faster along with the higher the temperature used. Page and Wang & Singh's drying models used in predicting observation data show that the Wang & Singh model is suitable for describing the characteristic of foam-mat drying of bamboo shoots using halogen heater. The color change was influenced by the drying temperature and time used. As the drying temperature increases, the total difference color in the material (ΔE) will also increase. The color produced at low temperatures of 55 and 70°C tended to be brighter, while temperatures of 85 and 100°C tended to be more reddish yellow due to the maillard reaction in the material.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul “Karakteristik Pengeringan *Foam-Mat* Rebung Petung Menggunakan Pemanas Halogen”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari kendala yang ada. Namun berkat dukungan dan arahan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Iwan Taruna, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga dalam penyusunan skripsi ini;
2. Dian Purbasari, Spi., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Anggota dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan perbaikan dalam penyusunan skripsi ini;
3. Dr. Dedy Wirawan Soediby, STP., M. Si, selaku Ketua Komisi Bimbingan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
4. Ayah dan Ibu atas segala doa dan dukungannya selama ini;
5. Adikku (Sindi Nur Aini) atas segala semangat yang diberikan;
6. Teman-teman Kelas TEP-A angkatan 2015 atas kerjasama yang baik, memberikan dukungan, perhatian dan bantuan selama ini;
7. Teman-teman Lembaga Pers Mahasiswa Manifest, atas segala pelajaran yang telah diberikan;
8. Teman-temanku (Hera, Juneta, Ine, Intan, Rina, Ani, Winda, Indrayanti, Hanik dan Nurul) atas segala pelajaran, dukungan, perhatian, bantuan dan semangat yang diberikan selama ini;
9. Teman-teman Magang di PG. Jatiroto;
10. Teman-teman KKN Desa Gebangan;
11. Teman-teman Ikatan Mahasiswa Kadiri;
12. Teman-teman Ikaspa;

13. Teman-teman UCEF;
14. Teman-teman Jurusan Teknik Pertanian angkatan 2015 yang telah memberikan dukungan, perhatian, bantuan serta pengalamannya selama ini;
15. Teman-teman di Laboratorium Jurusan Teknik Pertanian atas kerjasamanya selama melaksanakan penelitian di Fakultas Teknologi Pertanian;
16. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca sangat diperlukan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis selalu berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi orang lain.

Jember, 12 Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN / SUMMARY	viii
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. Tinjauan Pustaka	4
2.1 Rebung Petung	4
2.2 Pengerinan	4
2.2.1 Kadar air bahan	5
2.2.2 Laju pengerinan	5
2.3 <i>Foam-Mat Drying</i>	6
2.4 Zat Pengembang atau <i>Foaming Agent</i>	7
2.4.1 Putih Telur	7
2.5 Perpindahan Panas Radiasi dan Pemanas Halogen	8
2.5.1 OHAUS MB25 <i>Moisture Analyzer</i>	9
2.6 Metode Pengukuran Warna	9
2.7 Reaksi <i>Maillard</i>	9
2.8 Pemodelan Pengerinan Page dan Wang & Singh	10
BAB 3. METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	11
3.3 Rancangan Penelitian	11
3.4 Prosedur Penelitian	12
3.4.1 Pengupasan dan pencucian rebung petung	13
3.4.2 Pengecilan ukuran rebung petung	13
3.4.3 Pamarutan rebung petung	13
3.4.4 Pembuatan <i>foam</i> dari putih telur ayam	13

3.4.5	Pencampuran bubur rebung dengan foam putih telur	13
3.4.6	Pengukuran kadar air awal	14
3.4.7	Pengukuran warna awal	14
3.4.8	Pengeringan <i>foam-mat</i> rebung petung	14
3.4.9	Pengukuran perubahan warna foam-mat rebung petung.....	15
3.4.10	Analisis Data	17
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1	Proses Pengeringan <i>Foam-Mat</i> Rebung Petung	20
4.2	Perubahan Kadar Air Bahan Selama Proses Pengeringan	21
4.3	Laju Pengeringan	22
4.4	Pemodelan Pindah Masa Proses Pengeringan <i>Foam-Mat</i> Rebung Petung	23
4.5	Uji Validitas Pemodelan	26
4.6	Perubahan Warna <i>Foam-Mat</i> Rebung Petung Selama Proses Pengeringan	32
4.6.1	Karakteristik warna L, a, b	32
4.6.2	Laju total perubahan warna pada berbagai kondisi suhu	34
4.7	Analisis Perubahan Warna <i>Foam-Mat</i> Rebung Petung Sebelum dan Sesudah Pengeringan	35
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1	Kesimpulan	38
5.2	Saran	38
	DAFTAR PUSTAKA	39
	LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Rancangan penelitian	11
3.2 Interval pengukuran perubahan warna selama pengeringan	16
4.1 Kadar air bahan selama pengeringan	20
4.2 Nilai konstanta dan R^2 model pengeringan	24
4.3 Pengembangan model pengeringan <i>foam-mat</i> rebung petung	26
4.4 Nilai R^2 dan RMSE (<i>Root Mean Square Error</i>)	29

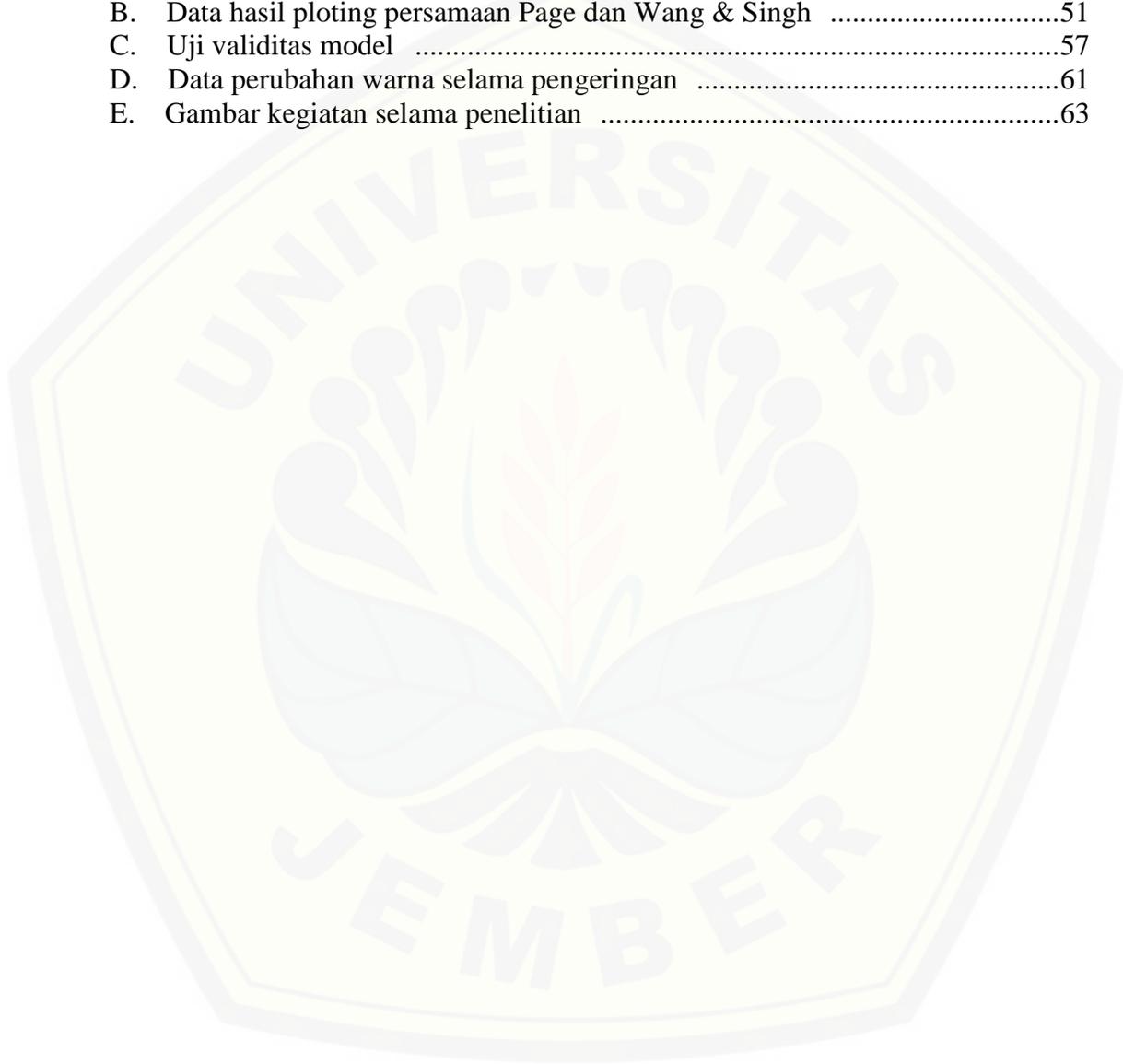


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Kurva pengeringan hubungan kadar air dan lama waktu pengeringan	6
3.1 Diagram alir penelitian	12
3.2 OHAUS MB25 <i>Moisture Analyzer</i>	15
4.1 Hubungan penurunan kadar air dengan waktu	21
4.2 Hubungan laju pengeringan dengan waktu	22
4.3 Hubungan konstanta a dan T°C pada Model Wang & Singh	25
4.4 Hubungan konstanta b dan T°C pada Model Wang & Singh	25
4.5 Hubungan MR data, MR Page dan MR Wang & Singh pada suhu 55°C	27
4.6 Hubungan MR data, MR Page dan MR Wang & Singh pada suhu 70°C	27
4.7 Hubungan MR data, MR Page dan MR Wang & Singh pada suhu 85°C	27
4.8 Hubungan MR data, MR Page dan MR Wang & Singh pada suhu 100°C	28
4.9 Estimasi nilai MR menggunakan model Wang & Singh pada berbagai waktu dan suhu pengeringan <i>foam-mat</i> rebung.....	31
4.10 Hubungan nilai waktu dengan L	32
4.11 Hubungan nilai waktu dengan a	32
4.12 Hubungan nilai waktu dengan b	33
4.13 Hubungan ΔE terhadap waktu	34
4.14 Hubungan $\Delta E/dt$ dengan waktu	35
4.15 Parameter warna L sebelum dan sesudah pengeringan	36
4.16 Parameter warna a sebelum dan sesudah pengeringan	36
4.17 Parameter warna b sebelum dan sesudah pengeringan	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data hasil perhitungan kadar air dan laju pengeringan <i>foam-mat</i> rebung petung	44
B. Data hasil plotting persamaan Page dan Wang & Singh	51
C. Uji validitas model	57
D. Data perubahan warna selama pengeringan	61
E. Gambar kegiatan selama penelitian	63



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rebung merupakan tunas muda yang berasal dari pohon bambu dan tumbuh dari akar pohon bambu. Rebung tumbuh pada bagian pangkal rumpun bambu dan biasanya dipenuhi oleh rambut bambu (glugut). Rebung memiliki rasa manis dengan tekstur yang renyah sehingga menjadi salah satu sayuran yang disukai masyarakat. Rebung merupakan sumber serat alami karena mengandung serat lebih tinggi dibandingkan dengan sayuran tropis seperti kecambah kedelai, ketimun dan sawi (Haryani *et al.*, 2014).

Rebung dapat digunakan sebagai diversifikasi produk pangan karena seratnya yang tinggi. Sekarang rebung menjadi sayuran elit dunia karena telah banyak dikalengkan atau dikemas eksklusif yang sejajar dengan sayuran asparagus, wortel, lobak dan lain-lain. Namun dalam pemanfaatannya masih terdapat permasalahan yaitu kerusakan pada rebung. Kleinhenz dan Midmore (2002) mengatakan bahwa kerusakan pada rebung dapat disebabkan oleh tiga faktor. Kerusakan fisiologis disebabkan oleh adanya penguapan kadar air sehingga terjadi penurunan bobot. Kerusakan kimia yang terjadi pada rebung adalah proses pencoklatan karena *browning enzimatis* (proses pembentukan pigmen berwarna kuning yang akan segera berubah menjadi coklat), serta kerusakan mikrobiologis karena adanya pertumbuhan mikroba yang diikuti oleh pelunakan serta bau yang menyengat. Menurut Haryani *et al.*, (2014) mengatakan bahwa rebung mudah mengalami kerusakan karena mempunyai kadar air yang tinggi.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu adanya proses pengawetan. Pengawetan merupakan salah satu cara untuk memperpanjang masa simpan produk pangan. Cara pengawetan yang umum digunakan yaitu pengeringan. Salah satu cara pengeringan yang dapat digunakan yaitu metode *foam-mat drying*. Menurut Zubaedah *et al.*, (2003), pengeringan *foam-mat drying* merupakan pengeringan dengan menggunakan tambahan busa (*foam*) untuk mempercepat proses penguapan air. Penambahan *foam* tersebut dapat memperbanyak rongga bahan sehingga penguapan air akan semakin cepat.

Pengeringan *foam-mat drying* dapat menggunakan teknologi halogen. Menurut Septia (2013) teknologi halogen memanfaatkan bohlam lampu halogen yang dapat menghasilkan cahaya lampu yang sangat terang dan menimbulkan radiasi untuk mempercepat proses pemanasan. Pengeringan menggunakan pemanas halogen dapat menjadi alternatif dalam pengeringan *foam-mat* rebung memiliki keunggulan yaitu proses pengeringan yang cepat dan mudah digunakan.

Pengeringan *foam-mat* rebung dimaksudkan untuk menjaga mutu bahan pangan melalui kajian tentang sifat fisik berupa kadar air dan warna. Menurut Septia (2013) air digunakan untuk menentukan aktivitas enzim dan umur simpan. Sedangkan warna digunakan untuk menentukan kualitas produk. Namun, hingga sekarang belum terdapat penelitian mengenai pengeringan *foam-mat* rebung petung menggunakan teknologi halogen. Sehingga perlu dilakukan suatu kajian tentang pengeringan *foam-mat* rebung menggunakan teknologi halogen untuk mengetahui kadar air dan warna.

1.2 Rumusan Masalah

Kadar air dan warna merupakan variabel yang digunakan untuk menentukan kualitas fisik bahan hasil pertanian. Pada proses pengeringan akan terjadi perubahan warna dan kadar air pada bahan. Namun hingga kini belum ada informasi yang menjelaskan tentang perubahan kadar air dan warna pada pengeringan *foam-mat* rebung petung menggunakan pemanas halogen. Sehingga perlu adanya studi tentang pengaruh suhu pengeringan terhadap perubahan kadar air dan warna *foam-mat* rebung petung menggunakan pemanas halogen.

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup dalam penelitian ini yaitu meneliti tentang perpindahan masa air *foam-mat* rebung petung pada pengeringan dengan suhu pengeringan yang berbeda. Variabel yang diukur adalah kadar air, laju pengeringan dan perubahan warna pada saat proses pengeringan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan umum penelitian ini adalah mempelajari proses pengeringan *foam-mat* rebung petung dengan menggunakan pemanas halogen. Sedangkan tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan laju pengeringan *foam-mat* rebung petung menggunakan pemanas halogen.
2. Menentukan model pengeringan *foam-mat* rebung petung menggunakan pemanas halogen.
3. Menentukan karakteristik perubahan warna *foam-mat* rebung petung selama proses pengeringan dengan menggunakan pemanas halogen.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dapat digunakan sebagai salah satu rekomendasi teknologi pengawetan pada bahan pangan.
2. Bagi institusi dapat memberikan informasi mengenai pengolahan rebung petung supaya masa simpan tahan lama.
3. Bagi masyarakat dapat memberikan informasi tentang pengolahan rebung petung menggunakan pengeringan halogen.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rebung Petung

Rebung petung memiliki rasa manis dan tekstur yang renyah sehingga menjadi salah satu jenis sayuran yang disukai masyarakat. Rebung petung merupakan tunas muda tanaman bambu yang muncul di permukaan dasar rumpun bambu petung. Rebung petung memiliki warna kulit keunguan dan tertutup bulu berwarna coklat hingga kehitaman (Sutiyono *et al.*, 1992). Rebung dipanen ketika tingginya telah mencapai 21 cm dari permukaan tanah dengan diameter batang hingga 7 cm. Senyawa utama yang dimiliki rebung adalah air sekitar 85,63%. Rebung memiliki kandungan gizi seperti karbohidrat, protein dan 12 asam amino esensial serta kandungan kalium per 100g sekitar 533mg (Winarno, 1992). Rebung petung dimanfaatkan berumur sekitar 1-5 bulan yang diperkirakan memiliki umur yang paling bagus (Berlin dan Estu, 1995).

Rebung yang dapat dikonsumsi terdiri dari air yaitu 91g, selain itu rebung juga mengandung protein 2,6g, karbohidrat 5,20g, lemak 0,90g, serat kasar 1,00g, vitamin A, kalium 533mg, fosfor 53mg, abu 0,90mg serta unsur-unsur mineral lain seperti riboflavin, niasin, thiamin, kalsium, dan besi dalam jumlah kecil (Watt dan Merrill, 1975).

2.2 Pengeringan

Pengeringan merupakan metode yang digunakan untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan dengan cara menguapkan air dengan menggunakan energi panas (Septia, 2013). Menurut Supriyono (2003) terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pengeringan suatu bahan diantaranya 1) luas permukaan; 2) suhu; 3) kecepatan aliran udara; 4) kelembaban udara dan 5) lama pengeringan.

2.2.1 Kadar air bahan

Kadar air bahan merupakan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan yang dinyatakan dalam persen basis basah atau persen basis kering. Kadar air basis basah memiliki batas maksimum teoritis sebesar 100%, sedangkan kadar

air basis kering adalah lebih dari 100%. Kadar air basis basah (%bb) merupakan perbandingan antara berat air yang ada dalam bahan dengan berat total bahan. Berikut merupakan Persamaan 2.1 kadar air basis basah.

$$m = \frac{W_t - W_d}{W_t} \times 100\% = \frac{W_m}{W_t} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

m = Kadar Air Basis Basah (%bb)

W_m = Berat Air dalam Bahan (g)

W_d = Berat Bahan Kering (g)

W_t = Berat Total (g)

Kadar air basis kering merupakan berat bahan setelah mengalami pengeringan dalam waktu tertentu sehingga beratnya konstan. Kadar air basis kering (%bk) adalah perbandingan antara berat air yang ada dalam bahan dengan berat padatan yang ada pada bahan. Kadar berat kering dapat ditentukan menggunakan Persamaan 2.2 sebagai berikut.

$$M = \frac{W_t - W_d}{W_t - W_m} \times 100\% = \frac{W_m}{W_t} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

M = Kadar air basis kering (%bk)

W_m = Berat air dalam bahan (g)

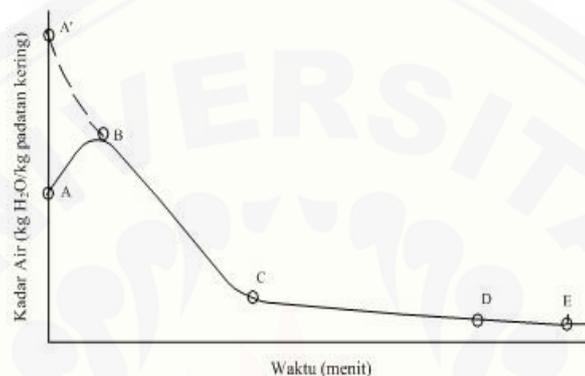
W_d = Berat bahan kering (g)

W_t = Berat total (g) (Septia, 2013).

2.2.2 Laju pengeringan

Menurut Henderson dan Perry (1995) proses pengeringan memiliki dua periode utama yaitu pengeringan dengan laju tetap dan pengeringan dengan laju menurun. Laju pengeringan tetap apabila bahan yang mengandung banyak air pada permukaannya berlangsung penguapan yang lajunya dapat disamakan dengan laju penguapan pada permukaan air bebas. Laju pengeringan akan menurun seiring dengan penurunan kadar air. Laju pengeringan menurun terjadi setelah laju pengeringan tetap dimana kadar air bahan lebih kecil daripada kadar air kritis. Kadar air kritis merupakan kadar air terendah ketika laju air dalam bahan menuju permukaan sama dengan laju pengambilan uap air maksimum dari

bahan. Laju pengeringan menurun meliputi dua proses yaitu perpindahan uap air dari dalam menuju permukaan bahan dan perpindahan uap air dari permukaan bahan menuju udara sekitar. Pada proses pengeringan dapat diketahui laju atau cepat lambatnya kehilangan air dengan menggunakan kurva. Berikut merupakan Gambar 2.1 kurva pengeringan hubungan kadar air bahan dengan waktu pengeringan.



Gambar 2.1. Kurva pengeringan hubungan kadar air bahan dengan lama waktu pengeringan (Sumber: Effendi, 2009)

- 1) Tahap A-B merupakan periode pemanasan permukaan menuju keseimbangan atau penyesuaian.
- 2) Tahap B-C merupakan periode laju pengeringan tetap.
- 3) Titik C merupakan titik kadar air kritis.
- 4) Tahap C-E tahapan laju pengeringan menurun. Dimana C-D laju pengeringan menurun pertama dan D-E laju pengeringan menurun kedua (Effendi, 2009).

2.3 *Foam-mat Drying*

Pengeringan *foam-mat drying* merupakan pengeringan menggunakan tambahan busa (*foam*) untuk mempercepat proses penguapan air. Penambahan *foam* tersebut dapat memperbanyak rongga bahan sehingga penguapan air akan semakin cepat (Zubaedah *et al.*, 2003). Teknologi *foam-mat drying* memiliki kelebihan mampu menjaga bahan dari kerusakan pada saat proses pengeringan. Bahan yang dikeringkan dengan metode *foam-mat drying* memiliki ciri khas yaitu struktur remah, mudah menyerap air dan mudah larut dalam air. Tujuan dari *foam-*

mat drying adalah memperluas permukaan, meningkatkan rongga bahan dan mempercepat penguapan air bahan. Langkah yang dilakukan dalam proses pengeringan *foam-mat drying* adalah sebagai berikut.

- 1) Menyiapkan bahan baku yang digunakan.
- 2) Menambahkan zat pengembang atau *foaming agent*
- 3) Mencampur bahan baku dengan zat pengembang hingga berbentuk busa.
- 4) Mengeringkan bahan (Jangam *et al.*, 2010).

2.4 Zat Pengembang atau *Foaming Agent*

Tujuan dari ditambahkan zat pengembang adalah untuk memperbesar pori-pori dari bubuk yang dibuat. Menurut Jangam *et al.*, (2010) salah satu zat pengembang yang sering digunakan dalam pengolahan makanan yaitu ovalet dan putih telur. Endah *et al.*, (2006) mengatakan bahwa terdapat bermacam-macam *foaming agent* yang dapat digunakan dalam metode *foam-mat drying*. Salah satu penelitian yang menggunakan metode ini adalah Pengeringan Jambu Biji dengan Metode *foam-mat drying* yang menggunakan *foaming agent* putih telur, gliserin dan soda kue. *Foaming agent* paling baik adalah putih telur karena dihasilkan nilai laju pengeringan paling cepat dengan penambahan putih telur 10 - 20%.

Van Arsdell *et al.*, (1973) menyatakan bahwa lapisan pada pengeringan busa lebih cepat kering dibandingkan dengan lapisan tanpa busa pada kondisi yang sama. Hal ini karena cairan lebih mudah bergerak melalui struktur busa daripada melalui lapisan padat pada bahan yang sama. Keuntungan menggunakan metode pengeringan *foam-mat drying* adalah menurunkan waktu pengeringan.

2.4.1 Putih Telur

Telur terbagi menjadi tiga komponen yaitu kerabang telur, putih telur dan kuning telur. Menurut Zayas (1997) komponen terbesar dalam putih telur mengandung protein dan air. Menurut Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1979) kandungan yang terdapat pada putih telur yaitu kalori (50Kal), air (87,8g), protein (10,8g), karbohidrat (0,8g) dan kalsium (6mg). Protein putih telur memiliki komponen yang dapat memberikan kestabilan terhadap buih.

2.5 Perpindahan Panas Radiasi dan Pemanas Halogen

Radiasi merupakan proses panas yang mengalir dari benda yang bersuhu tinggi menuju benda yang bersuhu rendah. Energi radiasi bergerak dengan kecepatan cahaya (3×10^8 m/s). Radiasi panas adalah radiasi yang menggunakan sinar dengan frekuensi yang rendah atau dengan gelombang panjang, misalnya sinar inframerah yang sebagian besar energinya dikeluarkan dalam bentuk panas. Menurut Ramadhan (2012) pemanas halogen memanfaatkan teknologi halogen untuk memanaskan dengan menggunakan radiasi inframerah. Halogen merupakan salah satu unsur kimia dalam bentuk gas yang terdapat dalam filamen tungsten lampu. Inframerah merupakan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang lebih dari cahaya tampak, namun lebih pendek dari gelombang radio. Radiasi inframerah memiliki panjang gelombang 700nm. Merah merupakan warna cahaya tampak dengan gelombang terpanjang. Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang merambat tanpa melalui medium. Gelombang elektromagnetik dapat merambat diruang hampa dan arah rambatannya tidak ditentukan oleh medan listrik maupun medan magnet.

Salah satu alat pengering yang memanfaatkan radiasi inframerah adalah OHAUS MB25 *Moisture Analyzer*. Prinsip alat pengeringan inframerah dengan memanfaatkan lampu halogen melalui radiasi inframerah sebagai sumber panas. Radiasi gelombang inframerah berasal dari cahaya yang dihasilkan oleh lampu halogen. Radiasi gelombang inframerah dapat membuat molekul dalam bahan menjadi terusik sehingga membuatnya menjadi aktif untuk menerima panas. Sehingga proses pemanasan lebih cepat dan efisien (Almeida, 2005).

2.5.1 OHAUS MB25 *Moisture Analyzer*

OHAUS MB25 *Moisture Analyzer* memiliki kapasitas 110g dengan berat 2,1kg dan memiliki dimensi 28x16,5x12,7cm. Diameter *sample pan* yaitu 90mm dengan pengaturan suhu yang dapat digunakan adalah 50 hingga 160°C. OHAUS MB25 *Moisture Analyzer* ini menggunakan bohlam lampu halogen yang terdapat gas halogen di bagian dalam. Gas halogen berfungsi untuk mencegah terjadinya penipisan konduktor dan timbulnya penumpukan partikel konduktor akibat pemanasan berupa jelaga pada bohlam. Pemanasan dengan menggunakan radiasi

inframerah yang dihasilkan dari bohlam lampu merupakan pemanasan yang sederhana. Pemanasan yang dilakukan tanpa bersentuhan langsung dengan sumber panas dan waktu yang digunakan cepat sehingga jumlah energi dapat ditransfer dalam waktu singkat. Pemanasan dilakukan secara halus, yaitu gelombang inframerah dapat menembus ke dalam bahan tidak dan hanya di permukaan. OHAUS MB25 *Moisture Analyzer* dapat menampilkan % kadar air, % padatan, berat, suhu dan waktu pengeringan. Alat ini dirancang untuk mengetahui kandungan kadar air bahan dengan cepat, mudah dan efisien dengan hasil yang akurat (Septia, 2013).

2.6 Metode Pengukuran Warna

Pengukuran warna pada pengeringan bahan dapat dilakukan dengan metode Hunter (merupakan metode yang digunakan untuk pengukuran warna bahan pangan). Metode pengukuran warna dapat dilakukan dengan 3 parameter yaitu L, a, b. Parameter L, a, b merupakan titik koordinat untuk menentukan lokasi warna pada metode Hunter. Notasi L merupakan 0 (hitam), 100 (putih). Notasi a* merupakan warna kromatik campur merah – hijau dengan nilai +a (positif) dari 0 sampai +80 untuk warna merah dan nilai -a (negatif) dari 0 sampai -80 untuk warna hijau. Notasi b* dengan nilai +b (positif) dari 0 sampai +70 untuk warna kuning dan nilai -b (negatif) dari 0 sampai -70 untuk warna biru (Suyatma, 2009). Pada proses pengolahan bahan pangan, warna akhir bahan pangan akan mengalami perubahan yang disebabkan perubahan pigmen bahan. Pigmen tersebut sangat sensitive terhadap pengaruh sifat kimia dan fisik selama pengolahan, terutama pengaruh panas (Winarno dan Sutrisno, 2002).

2.7 Reaksi Maillard

Reaksi *maillard* termasuk kedalam reaksi non enzimatis yaitu reaksi pencoklatan tanpa adanya pengaruh enzim dan terjadi pada saat pengolahan pangan berlangsung. Menurut Arsa (2016) reaksi *maillard* merupakan pemecahan karbohidrat atau lemak dengan senyawa amino dalam bahan. Reaksi diawali antara gugus aldehid atau keton pada gula dengan asam amino pada protein yang menghasilkan senyawa melanoidin menyebabkan warna pada bahan menjadi

coklat akibat pemanasan. Pada saat bahan pangan melalui proses pemanasan maka akan terjadi berbagai perubahan yang kompleks sehingga dihasilkan senyawa melanoidin yang merupakan pigmen berwarna coklat. Reaksi *maillard* berlangsung cepat pada suhu 100°C. Kadar air 10 hingga 15% merupakan kadar air terbaik untuk terjadinya reaksi *maillard*, sedangkan reaksi akan lambat pada kadar air yang terlalu rendah atau terlalu tinggi.

2.8 Pemodelan Pengerinan Page dan Wang & Singh

Menurut Kashaninejad *et al.*, (2007), model Page dimodifikasi dari Model Lewis untuk mengoreksi kekurangan-kekurangan dari Model Lewis. Menurut Yadollahinia *et al.*, (2008) Model Page telah menghasilkan simulasi yang sesuai untuk menjelaskan pengeringan produk pertanian dibandingkan dengan persamaan lain seperti persamaan perpindahan uap air secara difusi karena lebih sulit secara teoritis serta memerlukan banyak waktu komputasi dalam proses pengolahan data.

MR Page merupakan rasio kelembaban (*moisture ratio*) dari Model Page, k merupakan konstanta pengeringan, n merupakan konstanta pengeringan, nilai n bervariasi tergantung pada materi yang digunakan dan t merupakan waktu pengeringan (jam). Sedangkan untuk pemodelan Wang & Singh menurut Septia (2013), diperoleh dengan menghubungkan nilai MR dengan waktu sehingga diketahui $y = 1 + ax + bx^2$, dimana a dan b merupakan nilai konstanta pengeringan dan nilai x merupakan waktu.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018 hingga Maret 2019 di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini diantaranya OHAUS MB25 *Moisture Analyzer* yang memiliki kapasitas 110 gr dengan berat 2,1 kg dan dimensi 28x16,5x12,7 cm; *Color Reader* CR-10 Konica Minolta; timbangan digital Ohaus Pioneer dengan akurasi 0,01 g; *mixer*; cawan sampel; desikator; kamera *handphone*; *thermocouple*; baskom; tripod; laptop; wadah kedap udara; label penanda; penjepit; kantong plastik; pengaduk; pisau.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rebung petung yang diperoleh dari daerah Kabupaten Kediri dan putih telur ayam.

3.3 Rancangan Penelitian

Variabel yang diamati pada penelitian ini meliputi kadar air, warna dan waktu pengeringan. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 3 kali ulangan pada masing-masing perlakuan. Faktor dan variabel pengamatan dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut.

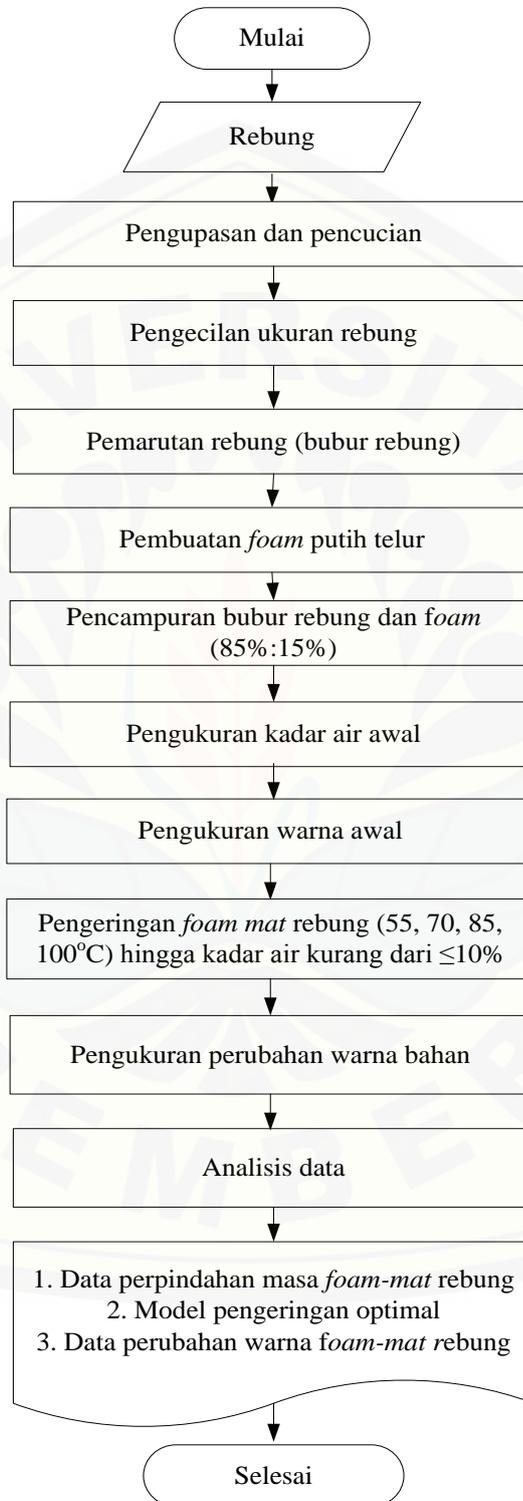
Tabel 3.1 Rancangan penelitian

No	Faktor	Perlakuan (°C)	Kode	Variabel Pengamatan
1.	Suhu	55	T1	Kadar Air
		70	T2	Waktu Pengeringan
		85	T3	Perubahan Warna (L, a, b)
		100	T4	

Penentuan suhu pengeringan dilakukan berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai pengeringan ampas tahu menggunakan pemanas halogen (Septia, 2013) yang menggunakan suhu 55, 70, 85, 100, 115 dan 130°C. Tujuannya yaitu mengetahui hasil penelitian yang diperoleh dengan bahan penelitian yang berbeda.

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini mengacu pada diagram alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.4.1 Pengupasan dan pencucian rebung petung

Bahan yang digunakan untuk proses penelitian adalah rebung petung yang masih segar dan berwarna putih. Rebung yang digunakan dikupas kulitnya terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran seperti tanah dan rambut halus yang menempel pada rebung. Setelah rebung dikupas kemudian dicuci bersih menggunakan air mengalir. Setelah rebung bersih dari kotoran, kemudian ditiriskan dan dikeringkan menggunakan kain lab kering untuk menghilangkan air sisa pencucian yang menempel pada rebung.

3.4.2 Pengecilan ukuran rebung petung

Pengecilan ukuran dilakukan dengan memotong daging buah rebung menggunakan pisau dalam bentuk bongkahan-bongkahan kecil. Pengecilan ukuran rebung ini dilakukan untuk memudahkan pembuburan rebung.

3.4.3 Pamarutan rebung petung

Rebung yang sudah dalam bentuk bongkahan-bongkahan kecil kemudian diparut menggunakan parutan. Pamarutan dilakukan pada daging rebung hingga terbentuk bubuk. Rebung yang berukuran kecil dan tidak dapat diparut maka dilakukan penumbukan. Pembuburan rebung dengan cara pamarutan ini dilakukan untuk menjaga kadar air pada rebung.

3.4.4 Pembuatan *foam* dari putih telur ayam

Putih telur yang digunakan berasal dari putih telur ayam. Proses pembuatan busa atau *foam* putih telur dilakukan dengan menggunakan *mixer* selama lima menit. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan busa yang banyak dengan struktur busa yang stabil.

3.4.5 Pencampuran bubuk rebung dengan *foam* putih telur

Pencampuran rebung dilakukan secara manual menggunakan pengaduk. Bubur rebung yang sudah diparut kemudian dicampur busa putih telur dengan perbandingan 85% dan 15% yaitu 17g bubuk rebung dan 3g putih telur. Perbandingan yang digunakan didasarkan pada kapasitas loyang alat pengering yaitu 20g. Pembagian prosentase busa putih telur yang digunakan mengacu pada penelitian yang dilakukan (Haryanto, 2016) tentang pengaruh konsentrasi busa putih telur terhadap sifat fisik ekstrak kulit manggis. Tahapan pencampuran ini

merupakan modifikasi dari buku *Drying of Foods, Vegetables and Fruits Volume 1* karya dari Jangam, Law dan Mujumdar pada tahun 2010. Pada buku ini mendeskripsikan bahwa bahan dan *foaming agent* dibuburkan secara bersamaan dalam waktu yang sama.

3.4.6 Pengukuran kadar air awal

Pengukuran kadar air awal dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri. Pengukuran kadar air awal dilakukan pada setiap pengulangan untuk suhu 55, 70, 85 dan 100°C. Tahapan pengukuran kadar air awal menurut AOAC (1995) menggunakan metode gravimetri adalah sebagai berikut.

- 1) Cawan kosong dikeringkan dalam oven konveksi pada suhu 105°C selama 15 menit.
- 2) Meletakkan cawan yang telah dikeringkan ke dalam desikator selama 15 menit.
- 3) Menimbang cawan menggunakan neraca analitik.
- 4) Sampel bahan dengan berat $\pm 5g$ ditempatkan pada cawan yang sudah ditimbang dan dipasang kode pada masing-masing sampel bahan.

Setelah bahan sudah ditimbang kemudian oven pada oven konveksi selama 5 + 1 jam dan kemudian setelah selesai dilakukan penimbangan sampel menggunakan timbangan digital OHAUS Pioneer.

3.4.7 Pengukuran warna awal

Pengukuran warna pada *foam-mat* rebung petung dilakukan dengan menggunakan *Color Reader CR-10* Konica Minolta. Pengukuran dilakukan dengan meletakkan sensor pada kertas putih untuk mendapatkan nilai L, a dan b kontrol. Setelah diletakkan pada kertas putih kemudian dilakukan penembakan pada permukaan bahan pada tiga titik yang berbeda. Pengukuran warna dilakukan pada masing-masing pengulangan untuk suhu 55, 70, 85 dan 100°C.

3.4.8 Pengeringan *foam-mat* rebung petung

Selama pengeringan berlangsung, dilakukan pengamatan terhadap perubahan kadar air dengan interval waktu yang berurutan. Pengeringan dilakukan hingga kadar air dalam bahan mencapai $\leq 10\%$ berdasarkan pada basis basah. Kadar air basis basah bahan dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.1. Pengukuran kadar air basis kering dihitung menggunakan Persamaan 2.2.

Pengeringan dilakukan dengan menggunakan OHAUS MB25 Tekstur Analyzer yang terdapat pada Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.2 Alat pengering OHAUS MB25 *Moisture Analyzer*

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan bantuan kamera *handphone* yang dipasang pada tripod untuk merekam nilai perubahan berat bahan pada layar *display*. Sebelum perekaman dimulai, bahan diletakkan pada *sample pan* yang kemudian dilakukan pengaturan pada *weight mode* untuk mengatur berat bahan seberat 20g. Setelah berat bahan diatur maka dilakukan pengaturan suhu sesuai dengan keinginan. Pengeringan dapat dilakukan dengan menekan tombol *start* pada *display* bersamaan dengan perekaman kamera *handphone*. Alat akan berbunyi ketika mendeteksi bahwa sampel bahan yang dikeringkan telah kehilangan beratnya dengan waktu tertentu atau kadar air pada bahan sudah $\leq 10\%$. Perekaman menggunakan kamera *handphone* dilakukan hingga alat mengeluarkan bunyi untuk mengetahui perubahan % kadar air, waktu pengeringan dan berat bahan yang ditampilkan pada *display* alat. Kemudian dilakukan pemindahan dan perekapan data pada video ke Microsoft Excel. Pengamatan dilakukan sebanyak tiga kali ulangan pada suhu 55, 70, 85 dan 100°C.

3.4.9 Pengukuran perubahan warna *foam-mat* rebung petung

Pengukuran perubahan warna pada bahan memiliki tahapan yang sama seperti pengukuran warna awal bahan. Pengukuran perubahan warna dilakukan dengan menggunakan *Color Reader CR 10* Konica Minolta. Pengukuran awal dilakukan dengan menembakan *Colour Reader* pada kertas putih untuk mendapatkan nilai L, a dan b kontrol. Pengukuran warna dilakukan menggunakan *time duration* yang tertera pada alat sesuai dengan lama pengeringan yang dikehendaki. Waktu yang digunakan berpacu pada lama pengeringan yang

dibutuhkan oleh 20g sampel untuk mencapai kadar air $\leq 10\%$ bb yang ditunjukkan pada Tabel 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3.2. Interval pengukuran perubahan warna selama pengeringan

Suhu	Durasi Pengeringan	Interval Waktu Pengukuran Warna
55°C	485 menit	49 menit
70°C	256 menit	26 menit
85°C	162 menit	17 menit
100°C	112 menit	12 menit

Interval waktu pengeringan yang digunakan diperoleh berdasarkan hasil pengukuran durasi pengeringan. Durasi pengeringan diperoleh dari total waktu pengeringan yang dibutuhkan bahan untuk mencapai kadar air $\leq 10\%$ bb. Durasi pengeringan yang dihasilkan kemudian dibagi menjadi 10 titik interval waktu untuk mengukur warna bahan.

Setelah bahan dikeringkan dengan waktu tertentu, *Color Reader* CR 10 diletakkan pada permukaan bahan di 3 titik yang berbeda, sehingga diketahui nilai ΔL , Δa dan Δb . Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan metode Hunter dengan penilaian yang terdiri atas tiga variabel warna yaitu L, a, b. Untuk mengetahui nilai L, a, b maka dilakukan perhitungan dengan Persamaan 3.1, 3.2, dan 3.3 sebagai berikut.

$$\Delta L = L - L_t \dots \dots \dots (3.1)$$

$$\Delta a = a - a_t \dots \dots \dots (3.2)$$

$$\Delta b = b - b_t \dots \dots \dots (3.3)$$

L, a dan b merupakan nilai bahan yang diukur dan L_t , a_t , b_t adalah nilai dari target warna (Reddy, 2006). Setelah nilai L, a dan b diketahui maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan sebagai berikut.

1. Hubungan nilai L, a dan b dengan waktu.
2. Hubungan ΔE dengan waktu.

$$\text{Total perbedaan warna } (\Delta E) = [(L-L_c)^2 + (a-a_c)^2 + (b-b_c)^2] \dots \dots \dots (3.4)$$

3. Hubungan $d\Delta E/dt$ dengan waktu.
4. Variabel warna L, a dan b sebelum dan sesudah pengeringan.

Keterangan:

L = parameter warna antara hitam ($L = 0$) hingga putih ($L = 100$)

- a = parameter warna antara merah (a+) hingga hijau (a-)
- b = parameter warna antara kuning (b+) hingga biru (b-)
- L_c = nilai L pada saat t = 0 menit
- a_c = nilai a pada saat t = 0 menit
- b_c = nilai b pada saat t = 0 menit

Perlakuan diatas berlaku untuk suhu 55, 70, 85, 100°C.

3.4.10 Analisis data

Analisis data dilakukan ketika semua data yang dibutuhkan sudah didapatkan. Analisis data dilakukan untuk mengetahui kadar air bahan selama pengeringan, laju pengeringan dan uji validitas data.

a. Perubahan kadar air selama pengeringan

Data perubahan kadar air *foam-mat* rebung kemudian dianalisis untuk mendapatkan model persamaan MR. Perubahan kadar air bahan selama proses pengeringan dapat diprediksi menggunakan Persamaan 3.5 sebagai berikut.

$$MR = \frac{Mt - Me}{Mo - Me} = \exp -kt^N \dots\dots\dots(3.5)$$

Koefisien pengeringan k dan N diperoleh dari hasil regresi linier persamaan:

$$\ln(-\ln(MR)) = \ln k + N \ln t \dots\dots\dots(3.6)$$

Nilai konstanta k dan N diperoleh dengan cara plotting yaitu $\ln(-\ln(MR))$ sebagai sumbu y dan $\ln t$ sebagai sumbu x. Persamaan 3.6 dapat diuraikan menjadi satu persamaan yaitu $y = a + bx$.

Dengan $y = \ln(-\ln MR)$, $a = \ln k$, $b = N$, $x = \ln t$

Dimana:

- MR = rasio kadar air
- Mt = kadar air pada saat t
- Me = kadar air kesetimbangan
- Mo = kadar air awal

Sebagai perbandingan digunakan Persamaan 3.7 Wang & Singh sebagai berikut.

$$MR = 1 + at + bt^2 \dots\dots\dots(3.7)$$

Nilai konstanta a dan b diperoleh dari hasil plotting dimana MR sebagai sumbu y dan t sebagai sumbu x (Radhika *et al.*, 2011).

b. Laju pengeringan

Pada saat proses pengeringan dilakukan pengamatan durasi pengeringan. Pengamatan durasi pengeringan dilakukan untuk mengetahui interval waktu laju pengeringan dan pengukuran warna pada saat proses pengeringan. Menurut Septia (2013) profil laju pengeringan selama proses pengeringan berlangsung ditentukan dengan menggunakan Persamaan 3.8 sebagai berikut.

$$\frac{dM}{dt} = \frac{Mt_1 - Mt_2}{\Delta t} \dots\dots\dots(3.8)$$

Dimana:

$\frac{dM}{dt}$ = laju pengeringan (%bk/menit)

Mt_1 = kadar air bahan saat waktu ke t_1

Mt_2 = kadar air bahan saat waktu ke t_2

Δt = selisih t_1 dan t_2 (menit).

c. Uji validitas data

Menurut Nawari (2010) uji validitas dilakukan dengan menggunakan grafik hasil plotting MR data dan MR prediksi sehingga diperoleh nilai R^2 . Apabila R^2 mendekati nilai 1 maka model yang digunakan memiliki tingkat kesalahan kecil yang ditunjukkan pada Persamaan 3.9 berikut.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(\hat{y} - y_i)^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2} \dots\dots\dots(3.9)$$

Dimana:

\hat{y} = Nilai kadar air estimasi

y_i = Nilai kadar air observasi

\bar{y} = Nilai rata-rata kadar air observasi

Uji validitas dengan menggunakan *Root Mean Square Error (RMSE)*. Nilai RMSE menunjukkan nilai deviasi antara nilai data estimasi dan data percobaan pengeringan (%bk). Analisis ini digunakan untuk menguji model persamaan dengan perhitungan menggunakan Persamaan 3.10 sebagai berikut.

$$RMSE = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^N (y - y_{est})^2} \dots\dots\dots(3.10)$$

Dimana:

y = Nilai kadar air observasi

y_{est} = Nilai kadar estimasi

N = Jumlah pengamatan

i = Subscript, $i = 1, 2, \dots, N$

Apabila nilai *Root Mean Square Error (RMSE)* mendekati angka 0 maka tingkat kesalahannya semakin kecil. Oleh sebab itu persamaan yang memiliki nilai RMSE terkecil atau mendekati 0 adalah yang terbaik.

Nilai R^2 menunjukkan kemampuan model dengan nilai tertinggi yaitu 1, sedangkan nilai RMSE menunjukkan deviasi antara hasil hitung terhadap data pengukuran. Semakin besar nilai R^2 dan semakin kecil nilai RMSE maka metode yang digunakan semakin bagus.

Nilai P menunjukkan jumlah kesalahan nilai estimasi model terhadap data hasil observasi pengeringan (Taruna dan Astuti, 2018). Nilai P dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.11 sebagai berikut.

$$P = \frac{100}{N} \sum \frac{|M_{Robs} - M_{Rest}|}{M_{Robs}} \dots\dots\dots(3.11)$$

Dimana:

M_{Robs} = Nilai rata-rata rasio kadar air percobaan

M_{Rest} = Nilai rasio kadar air estimasi ke- i

N = Jumlah pengamatan

i = rasio kadar air percobaan ke- i

d. Variabel yang diukur

Pada penelitian ini variabel diamati dalam memudahkan proses analisis dan perhitungan sebagai berikut.

- 1) Berat sampel (*foam-mat* rebung) (berat yang diukur yaitu berat bahan awal, berat bahan akhir dan penurunan yang terjadi selama proses pengeringan).
- 2) Kadar air (kadar air awal, kadar air akhir dan penurunan selama proses pengeringan).
- 3) Waktu pengeringan (ditentukan hingga sampel mencapai kadar air yang diinginkan yaitu $\leq 10\%$).
- 4) Perubahan nilai L, a, b sampel (perubahan nilai L, a, b sampel pada setiap suhu dan waktu yang diukur menggunakan *Color Reader CR-10* Konica Minolta).

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Laju pengeringan *foam-mat* rebung petung yang dihasilkan semakin cepat seiring dengan semakin tingginya suhu pengeringan. Pada suhu 55°C memerlukan waktu pengeringan 485 menit, suhu 70°C yaitu 272 menit, suhu 85°C yaitu 168 dan suhu 100°C yaitu 120 menit.
2. Berdasarkan pada data yang telah didapatkan, model pengeringan menggunakan model Wang & Singh merupakan model pengeringan yang sesuai untuk mendeskripsikan pengeringan *foam-mat* rebung petung menggunakan pemanas halogen. Model Wang & Singh menghasilkan persamaan baru yang berlaku untuk suhu 55 hingga 100°C yaitu $MR = 1 + ((-0,0000023t^2 + 0,00015t - 0,0049)t + (0,000000012t^2 - 0,0000013t + 0,000038)t^2)$ dengan nilai R^2 0,896, RMSE 0,327% dan nilai $P > 10$.
3. Perubahan warna *foam-mat* rebung petung selama proses pengeringan dinyatakan dengan variabel nilai L, a dan b. Terjadi perbedaan variabel nilai sebelum dan sesudah pengeringan. Setelah melalui proses pengeringan pada suhu 55 dan 70°C variabel nilai L mengalami kenaikan, sedangkan pada suhu 85 dan 100°C nilai L mengalami penurunan. Nilai a dan b pada suhu 55, 70 85 dan 100°C mengalami kenaikan.

5.2 Saran

Perlu dilakukan adanya penelitian lanjutan dengan penambahan berbagai modifikasi suhu untuk mengetahui tingkat perubahan warna *foam-mat* rebung petung menggunakan pemanas halogen.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, N. A., Rahayuningtyas dan S. I. Kuala. 2016. Pemodelan Kinetika Pengeringan Beberapa Komoditas Pertanian Menggunakan Pengering Inframerah. *Agritech*. 37(2): 220-228.
- Almeida, M. F. 2005. *Modeling Infrared and Combination Infrared-Microwave Heating of Food in an Oven*. Cornell University
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. Washington DC: Assosiation of Official Analitical Chemist Inc.
- Amanto, B. S., G. J. Manuhara dan R. R. Putri. 2015. Kinetika Pengeringan Chips Sukun (*Artocarpus Communis*) dalam Pembuatan Tepung Sukun Termodifikasi dengan Asam Laktat Menggunakan Cabinet Dryer. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 8(1): 46-55.
- Arsa. M. 2016. *Proses Pencoklatan (Browning Proses) ada Bahan Pangan*. Denpasar: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana
- Berlin, N.V.A., dan R. Estu. 1995. *Jenis dan Prospek Bisnis Bambu*. Jakarta: Penebar Swadaya
- deMan, J. M. 1997. *Kimia Makanan*. Edisi Kedua. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1979. *Daftar Komposisi Bahan-Bahan Makanan*. Jakarta: Bharata Karya
- Effendi, SS. 2009. *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Bandung: Alfabeta
- Endah, R. D., Fadillah. dan E. Kriwiyanti. 2006. Pengeringan Jambu Biji (*Lambo Guava*) dengan Metode Foam Mat Drying. *Ekulibrium*. Vol 5 (1). 1-7
- Haryani, M., Widawati dan Sari. 2014. Modified Bamboo Shoots Flour As Wheat Substituent in Fiber Rich Donut Making. *Agritepa*. Vol 1 (1)
- Haryanto, B. 2016. Pengaruh Konsentrasi Putih Telur Terhadap Sifat Fisik, Kadar Antosianin dan Aktivitas antioksidan Bubuk Intan Ekstrak Kulit Manggis (*Garcia Mangostana*) dengan Metode Foam-Mat Drying. *Jurnal Kesehatan* 7(1):1-8
- Henderson, S.M. and R. L. Perry. 1955 *Agricultural Process Engineering*. USA: The AVI Publishing Company, Inc

- Jangam, S. V. Law. C. L. dan A. S. Mujumdar (Eds 117). *Drying Of Foods, Vegetables and Fruits Volume I*. Kent Right: Singapore University Press
- Kashaninejad, M., A. Mortazavi, A. Safekordi and L.G. Tabil. 2007. Thin Layer Drying Characteristics and Modeling of Pistachio Nuts. *Journal of Food Engineering*. Vol (78): 98-108.
- Karim, A dan C.C. Wai. 1997. Foam-mat drying starfruit (*Averrahoa carambola L.*) purre. Stability and air drying characteristic. *Journal Food Chemistry*. 64(1997):337–343
- Kencana., I. M. Anom dan S. Wijaya. 2013. Pengaruh Suhu Terhadap Karakteristik Pengeringan Rebung Bambu Tabah (*Gigantochloa nigrociliata Kurz*). Bali: Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana.
- Kleinhenz dan Midmore. 2002. *Improved Management Practices for Culinary Bamboo Shoots*. Rulal Industries Research and Development Corporation
- Mulyoharjo, M dan Wijoyono. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan* (Terjemahan dari Desrosier, N.W). Jakarta: Universitas Indonesia
- Nawari. 2010. *Analisis Root Mean Square Error (RMSE) dan Mean Relative Percentage Error (P)*. Jakarta:PT. Elex Media Koputindo.
- Ramadhan, R. 2012. *Pendeteksi Obyek di dalam Ruangan Menggunakan Sensor Inframerah*. Skripsi. Jakarta Pusat: Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Gunadarma
- Radhika, G. B., S. V. Satyanarayana dan D. G. Rao. 2011. Mathematical Model on Thin Layer Drying of Finger Millet (*Eleusine Coracana*). *Advanced Journal of Food Science and Technology* 3(2): 127-131
- Reddy, I. 2006. *Drying Characteristics of Saskatoon Berries under Microwave and Combined Microwave-Convection Heating*. Saskatoon: University of Saskatchewan
- Septia, E., N. 2013. Proses Perpindahan Masa dan Perubahan Warna Ampas Tahu Selama Proses Pengeringan Menggunakan Pemanas Halogen. *Skripsi*. Jember: Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
- Supriyono, S. P. 2003. *Mengukur Faktor-faktor dalam Proses Pengeringan*. Departemen Pendidikan Nasional Proyek Pengembangan Sistem dan Standar Pengelolaan Sekolah Menengah Kejuruan

- Susanto dan J. M. Maligan. 2017. Pengaruh Suhu dan Lama Pemasakan Terhadap Karakteristik Lempok Labu Kuning (Waluh). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(1): 15-26
- Sutiyono., Hendromono dan Sukardi. 1992. *Teknik Budidaya Tanaman Bambu*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan
- Suyatma. 2009. Diagram Warna Hunter (Kajian Pustaka). *Jurnal Penelitian Ilmiah Teknologi Pertanian*: 8-9
- Taruna, I dan J. Astuti. 2018. Characteristics of Okara Color Change During Convective Drying Process. *Earth and Environmental Science*. 131: 1-7
- Van Arsdel, W. B. M., Copley dan Morgan. 1973. *Food Dehydration*. Connecticut: The AVI Publishing Co., Inc., Westport
- Watt, B. K. dan A. L. Merrill. 1975. *Handbook of The Nutritional Content of Food*. New York: Decker Publ., Inc
- Winarno, F.G. 1992. *Rebung, Teknologi Produksi dan Pengolahan*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan
- Winarno dan Sutrisno. 2002. *Pangan Gizi, Teknologi dan Konsumen*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Yadollahinia, A.R., M. Omid dan Rafiee. 2008. Design and Fabrication of Experimental Dryer for Studying Agricultural Products. *Int. J. Agri. Bio.* Vol (10): 61-65
- Zayas, J. F. 1997. *Functionality of Protein in Food*. Berlin: Springer
- Zubaedah, E., J. Kusnadi dan I. Andriastuti. 2003. Pembuatan Yoghurt dengan Metode Foam-mat Drying Kajian Penambahan Busa Putih Telur Terhadap Sifat Fisik dan Kimia. *Komunikasi Singkat*. Vol 117 (3)