



**KOMPARASI SIFAT ENJINIRING BUBUK JAHE MERAH DAN GAJAH
HASIL PENDINGERIAN TIPE KONVEKSI**

SKRIPSI

Oleh

**Navira Ratna Palupi
NIM 161710201101**

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
2018**



**KOMPARASI SIFAT ENJINIRING BUBUK JAHE MERAH DAN GAJAH
HASIL PENGERINGAN TIPE KONVEKSI**

SKRIPSI

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

Oleh

**Navira Ratna Palupi
NIM 161710201101**

Pembimbing:

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

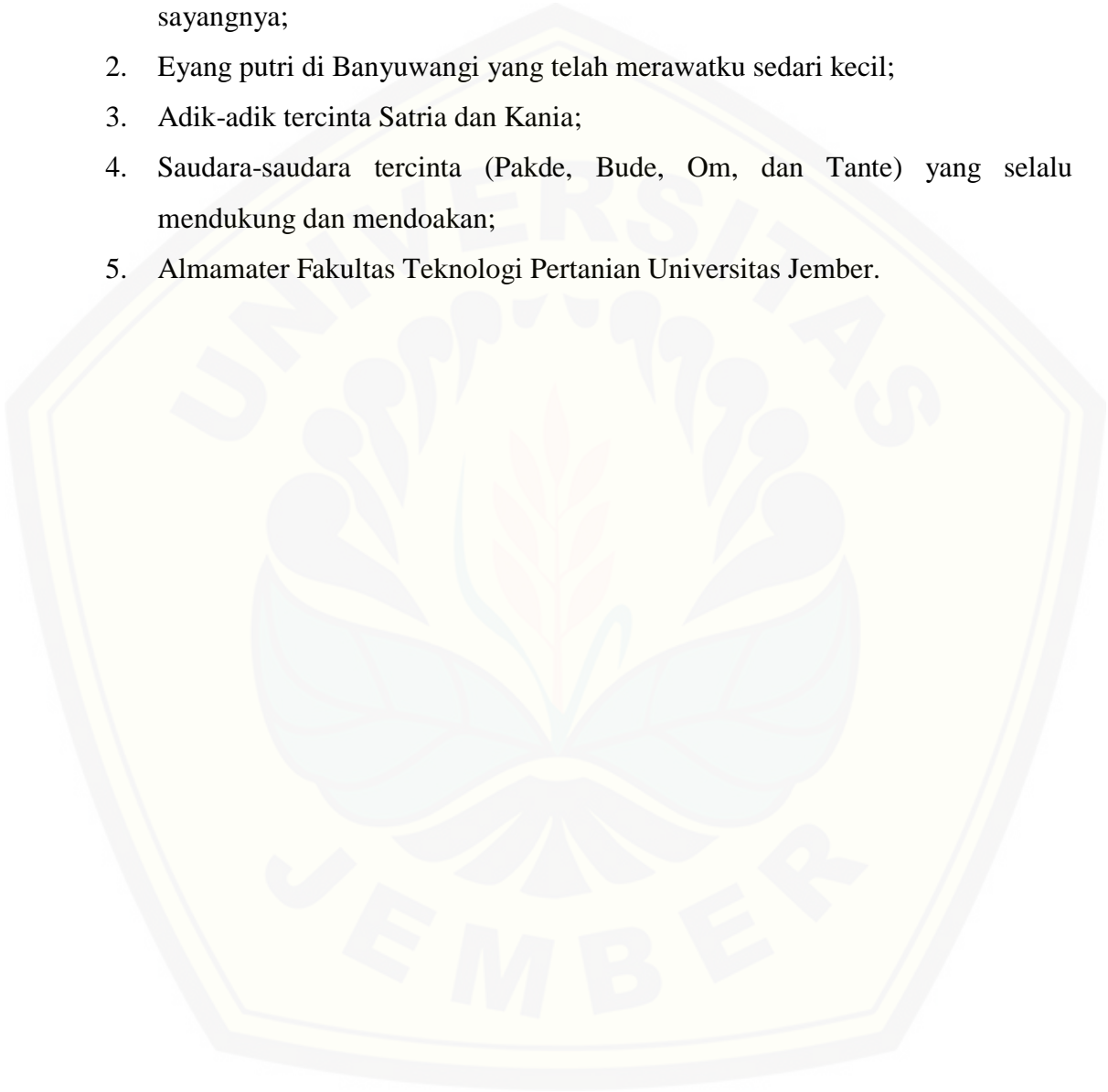
Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Setiyo Harri, M.S

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

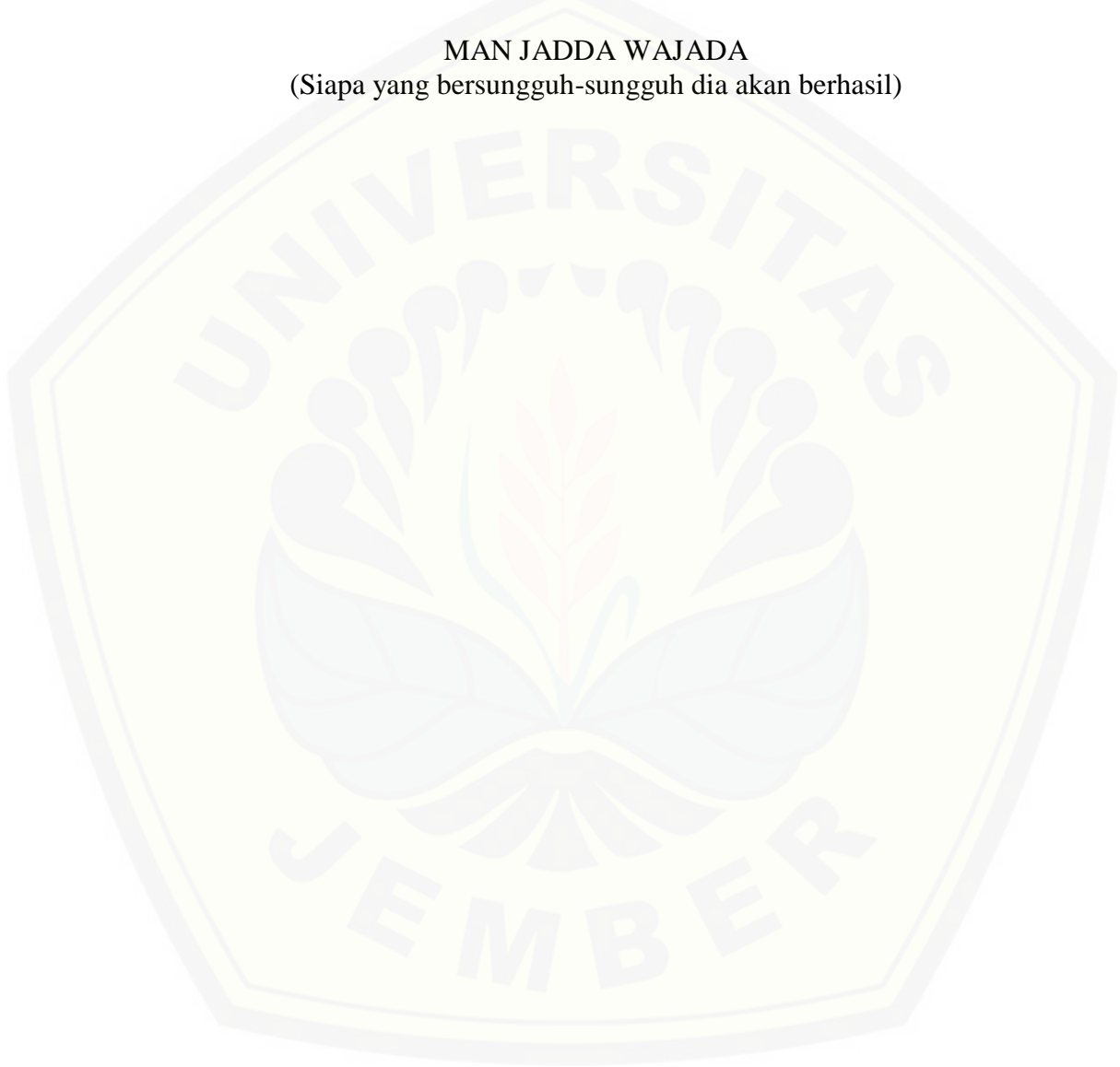
1. Bapak dan Mamak di Medan, terima kasih atas setiap doa, cinta, dan kasih sayangnya;
2. Eyang putri di Banyuwangi yang telah merawatku sedari kecil;
3. Adik-adik tercinta Satria dan Kania;
4. Saudara-saudara tercinta (Pakde, Bude, Om, dan Tante) yang selalu mendukung dan mendoakan;
5. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

“... Sesungguhnya Allah SWT. tidak akan mengubah nikmat yang telah diberikan-Nya kepada suatu kaum, hingga kaum itu mengubah apa yang ada pada diri mereka sendiri. Sungguh, Allah Maha Mendengar, Maha Mengetahui.”
(terjemahan Al-Qur’an Surat Al-Anfal [8]: 53)

MAN JADDA WAJADA
(Siapa yang bersungguh-sungguh dia akan berhasil)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Navira Ratna Palupi

NIM : 161710201101

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Komparasi Sifat Enjiniring Bubuk Jahe Merah dan Gajah Hasil Pengeringan Tipe Konveksi” adalah benar-benar hasil karya 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 kemudian hari ini tidak benar.

Jember, 17 September 2018

Yang menyatakan,

Navira Ratna Palupi
NIM. 161710201101

SKRIPSI

**KOMPARASI SIFAT ENJINIRING BUBUK JAHE MERAH DAN GAJAH
HASIL PENDINGERIAN TIPE KONVEKSI**

Oleh

Navira Ratna Palupi
NIM 161710201101

Pembimbing:

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Komparasi Sifat Enjiniring Bubuk Jahe Merah dan Gajah Hasil Pengeringan Tipe Konveksi” karya Navira Ratna Palupi telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Jum’at, 24 Agustus 2018

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

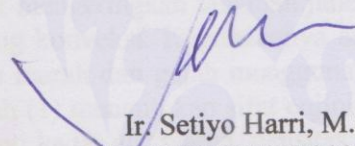
Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota



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

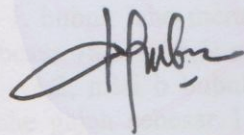


Ir. Setiyo Harri, M.S
NIP. 195309241983031001

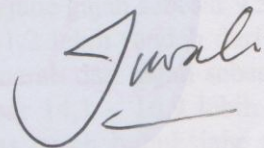
Tim Penguji:

Ketua

Anggota I



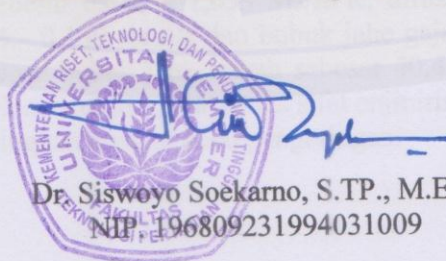
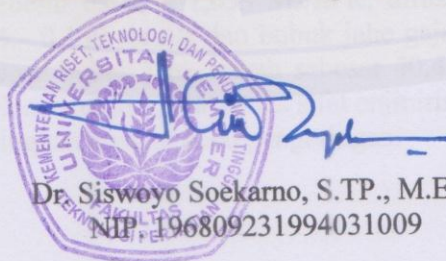
Dian Purbasari, M.P., M.Si
NIP. 760016795



Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P.
NIP. 196507081994032002

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian



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

RINGKASAN

Komparasi Sifat Enjinring Bubuk Jahe Merah dan Gajah Hasil Pengeringan Tipe Konveksi. Navira Ratna Palupi, 161710201101; 43 Halaman; Jurusan Teknik Pertanian; Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Tanaman jahe segar memiliki kadar air $\pm 90\%$ basis basah sehingga tanaman ini mudah mengalami kerusakan. Selama proses pengiriman jahe dalam bentuk segar mempunyai kelemahan yaitu jumlah volume yang besar dan bahan yang mudah rusak. Proses pengeringan dan penepungan sangat disarankan untuk pengolahan lebih lanjut agar dapat mengurangi timbulnya kerusakan hasil panen, memaksimalkan mutu hasil pengolahan, dan meningkatkan nilai ekonomi tanaman jahe. Informasi tentang kajian sifat enjiniring bubuk jahe dari berbagai varietas jahe merah dan gajah masih sulit ditemukan, sehingga perlu dilakukan evaluasi sifat enjiniring bubuk jahe merah dan gajah. Salah satu metode pengeringan yang dapat digunakan untuk mengeringkan tanaman jahe merah dan gajah adalah menggunakan alat pengering konveksi. Kegunaannya adalah untuk mempelajari proses produksi bubuk jahe merah dan gajah menggunakan metode konveksi. Secara khusus tujuannya adalah (1) menentukan sifat enjiniring produk bubuk jahe merah dan gajah yang meliputi kadar air, warna, densitas curah, daya serap air, daya serap minyak, *angle of repose*, dan sifat termal, (2) membandingkan sifat enjiniring produk bubuk jahe merah dan gajah yang dihasilkan dari beragam suhu pengeringan. Suhu yang digunakan dalam proses pengeringan adalah 60, 75, dan 90°C. Hasil pengukuran sifat enjiniring pada bubuk jahe merah dan gajah memiliki rentang nilai antara lain; kadar air bubuk jahe merah sebesar 8,80 – 10,13% bb dan bubuk jahe gajah sebesar 9,56 – 10,00% bb; nilai L bubuk jahe merah sebesar 44,3 – 51,2 lebih rendah dari bubuk jahe gajah sebesar 48,3 – 55,5; nilai a bubuk jahe merah dan gajah sebesar 2,7 - 4,5 dan 1,4 – 3,2; nilai b bubuk jahe merah sebesar 14,1 – 16,9 lebih rendah dari bubuk jahe gajah sebesar 17,9 – 21,6; densitas curah bubuk jahe merah lebih tinggi dari jahe gajah sebesar 0,42 - 0,54 dan 0,35 – 0,42 g/ml; daya serap air bubuk jahe merah sebesar 2,293 - 6,008 ml/g dan bubuk jahe gajah sebesar 2,420 – 4,496 ml/g; daya serap minyak bubuk jahe merah adalah 0,949 - 1,202 ml/g dan bubuk jahe gajah sebesar 1,123 – 1,466 ml/g; konduktivitas termal bubuk jahe merah sebesar 0,113 - 0,140 W/mK dan bubuk jahe gajah sebesar 0,105 – 0,123 W/mK, panas spesifik bubuk jahe merah sebesar 0,936 - 1,199 MJ/m³K dan bubuk jahe gajah sebesar 0,846 – 1,053 MJ/m³K, difusivitas termal bubuk jahe merah sebesar 0,114 - 0,139 mm²/s dan bubuk jahe gajah sebesar 0,104 – 0,129 mm²/s, *angle of repose* bubuk jahe merah sebesar 40,4 – 43,9° dan bubuk jahe gajah 40,1 – 44,4°. Secara umum, mayoritas sifat enjiniring lebih dipengaruhi oleh varietas jahe dibandingkan dengan suhu pengeringan.

SUMMARY

Comparative of Engineering Properties of Red and Gajah Ginger Flour Drying Result Convection Type. Navira Ratna Palupi, 161710201101; 2018; 43 Page; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, Jember of University.

Fresh ginger contains usually a moisture of about 90% on wet basis, and it is thus classified as a perishable product. Accordingly, drying and converting ginger into a powdery product is preferable to extend its shelf life and to ease its utilization. Evaluation of the drying temperature on the quality of ginger might have been reported in many literatures, but very little of them investigating on engineering properties of ginger flours as affected by drying temperature and ginger variety. For that reason, the present work was aimed to study the effects of convective drying temperatures (60, 75 and 90°) and ginger variety (gajah and red) on the engineering properties of those ginger flours including moisture content, color attributes, bulk density, angle of repose, thermal properties, water and oil absorption capacity. The results showed that the moisture content of Red and Gajah ginger flours were in a range of about 8.80-10.13% (w.b.) and 9.56-10.00 % (w.b.), respectively. The L values of Red ginger flour was about 44.3-51.2 and lower than that mader form Gajah variety (48.3-55.5). The a values of Red and Gajah ginger flours were around 2.7-4.5 and 1.4-3.2, respectively. As expected, the b value of Red ginger flour (14.1-16.9) was lower than Gajah variety (17.9 – 21.6). The Red ginger flour showed relatively less compactness than the Gajah variety as indicated by their bulk density, that respectively ranged around 0.42-0.54 and 0.35-0.42 g/ml. Water absorption capacity of ginger flours were ranged from 2.293 to 6,008 ml/g for Red variety and around 2.420-4.496 ml/g for Gajah variety. Similar phenomenon was indicated for the oil absorption properties where the red ginger flour (0.949-1.202 ml/g) showed less value than gajah ginger flour (1.123-1.466 ml/g). The thermal properties values of Red ginger flour including conductivity (0.113-0.140 W/mK), specific heat (0.936-1.199 MJ/m³K) and thermal difusivity (0,114-0,139 mm²/s) was comparable to the Gajah variety. There was no differences on angle of repose properties between Red ginger flour (40,4-43,9°) and Gajah ginger flour (40,1-44,4°). In general, the majority of engineering properties ginger flours found in present study was more affected significant by variety than drying temperature.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, serta Hidayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Komparasi Sifat Enjiniring Bubuk Jahe Merah dan Gajah Hasil Pengeringan Tipe Konveksi”. 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 bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Universitas Jember;
3. Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
4. Ir. Setiyo Harri, M.S, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
5. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
6. Seluruh dosen, komisi bimbingan, teknisi laboratorium, serta staf dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini;
7. Sahabat-sahabatku yang telah banyak membantu, memberi dukungan, serta menemani selama proses penelitian dan penyusunan skripsi;
8. Teman-teman asisten EHP angkatan 2013-2014 (Maya, Sahro, Alm. Yuwan, Aisyah, Lavi, Ratna, Feri, Dandita, Fera, dan Maja), terima kasih atas segala supportnya;

9. Teman-teman penelitian di EHP yang telah membantu dan memberi dukungan selama proses penelitian;
10. Teman-teman mahasiswa TEP angkatan 2013-2017 yang selalu mensupport dalam penyelesaian skripsi ini;
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas segala bantuan serta dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih tedapat banyak kekurangan sehingga kritik dan saran sangat diharapkan dalam kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan serta pengetahuan bagi pembaca.

Jember, 17 September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
LEMBAR PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
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 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Jahe (<i>Zingiber officinale</i>)	4
2.2 Bubuk Jahe	6
2.3 Pengeringan	7
2.3.1 Jenis pengeringan	8
2.3.2 Pengeringan oven	9
2.4 Kadar Air	10
2.5 Warna	10
2.5.1 Pengukuran warna	11
2.5.2 Model CIELAB	11
2.6 Densitas Curah	12
2.7 Daya Serap Air	12
2.8 Daya Serap Minyak	12
2.9 Sifat Termal	12
2.10 Angle of Repose	13
2.11 Derajat Kehalusan	13
2.12 ANOVA	13
2.13 Korelasi <i>Product Moment</i>	14
BAB 3. METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	15
3.3 Prosedur Penelitian	15

3.3.1 Diagram alir penelitian	15
3.3.2 Rancangan percobaan	17
3.3.3 Kajian sifat enjiniring bubuk jahe merah dan gajah	18
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Pengeringan Jahe Merah dan Gajah	22
4.2 Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Sifat Enjiniring Bubuk Jahe Merah dan Gajah	23
4.3 Sifat Enjiniring Bubuk Jahe Merah dan Gajah	26
4.3.1 Warna	26
4.3.2 Densitas Curah	30
4.3.3 Daya Serap Air	31
4.3.4 Daya Serap Minyak	33
4.3.5 Sifat Termal	34
4.3.6 <i>Angle of Repose</i>	37
BAB 5. PENUTUP	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Karakteristik tiga jenis jahe di Indonesia	6
Tabel 2.2 Syarat mutu rempah-rempah bubuk	7
Tabel 2.3 Klasifikasi serbuk berdasarkan derajat halus	13
Tabel 2.4 Kekuatan hubungan nilai korelasi	14
Tabel 3.1 Faktor dan variabel pengukuran sifat enjiniring bubuk jahe merah dan gajah	18
Tabel 4.1 Kadar air jahe segar dan simplisia jahe merah dan gajah	22
Tabel 4.2 Kadar air bubuk jahe merah dan gajah	23
Tabel 4.3 Analisis anova sifat enjiniring bubuk jahe merah dan gajah	24
Tabel 4.4 Hasil sifat enjiniring bubuk jahe merah dan gajah	25
Tabel 4.5 Korelasi antara variabel percobaan (varietas dan suhu pengeringan dengan variabel sifat enjiniring bubuk jahe merah dan gajah	26

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Jahe gajah	4
Gambar 2.2 Jahe putih kecil (emprit)	5
Gambar 2.3 Jahe merah	5
Gambar 2.4 CIE <i>color space</i>	11
Gambar 3.1 Prosedur penelitian bubuk jahe merah dan gajah	16
Gambar 4.1 Diagram hubungan antara varietas jahe dengan tingkat kecerahan (L)	27
Gambar 4.2 Diagram hubungan antara varietas jahe dengan tingkat kemerahan (a)	28
Gambar 4.3 Diagram hubungan antara varietas jahe dengan tingkat kekuningan (b)	29
Gambar 4.4 Diagram hubungan antara varietas jahe dengan densitas curah ..	30
Gambar 4.5 Diagram hubungan antara varietas jahe dengan daya serap air ..	32
Gambar 4.6 Diagram hubungan antara varietas jahe dengan daya serap minyak	33
Gambar 4.7 Diagram hubungan antara varietas jahe dengan konduktivitas termal	34
Gambar 4.8 Diagram hubungan antara varietas jahe dengan panas spesifik ..	35
Gambar 4.9 Diagram hubungan antara varietas jahe dengan difusivitas termal	36
Gambar 4.10 Diagram hubungan antara varietas jahe dengan <i>angle of repose</i> ..	37

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan Sifat Enjiniring	44
a. Kadar air awal (% bb) V1T1	44
b. Kadar air simplisia (% bb) V1T1	44
c. Kadar air bubuk jahe (% bb) V1T1	44
d. Warna (L, a, dan b) V1T1	44
e. Densitas curah V1T1	44
f. Daya serap air V1T1	45
g. Daya serap minyak V1T1	45
h. <i>Angle of repose</i> V1T1	45
Lampiran 1. Hasil Analisis Sifat Enjiniring Pada Masing-Masing Kombinasi Perlakuan	46
a. Kadar air (% bb)	46
b. Warna (L)	46
c. Warna (a)	46
d. Warna (b)	47
e. Densitas curah (g/ml)	47
f. Daya serap air (ml/g)	47
g. Daya serap minyak (ml/g)	47
h. Konduktivitas termal (W/mK)	48
i. Panas spesifik (MJ/m ³ K)	48
j. Difusivitas termal (mm ² /s)	48
k. <i>Angle of repose</i> (°)	48
Lampiran 2. Hasil Uji Duncan Sifat Enjiniring Bubuk Jahe Merah dan Gajah	49
a. Warna (L)	49
b. Warna (a)	49
c. Warna (b)	50
d. Densitas curah (g/ml)	50
e. Daya serap air (ml/g)	51
f. Daya serap minyak (ml/g)	51
g. <i>Angle of repose</i> (°)	52
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian	53
Gambar 1. Jahe merah	53
Gambar 2. Jahe gajah	53
Gambar 3. Pencucian jahe	53
Gambar 4. Pengirisan jahe	53
Gambar 5. Penempatan jahe ke dalam loyang	53
Gambar 6. Penimbangan loyang dan jahe segar	53
Gambar 7. Proses peletakan loyang ke dalam oven	54
Gambar 8. Penimbangan cawan kosong	54
Gambar 9. Pengukuran kadar air awal jahe	54
Gambar 10. Penimbangan simplisia jahe	54

Gambar 11. Pengukuran kadar air simplisia jahe	54
Gambar 12. Penghalusan simplisia	54
Gambar 13. Penimbangan bubuk jahe setelah dihaluskan	55
Gambar 14. Pengayakan bubuk jahe	55
Gambar 15. Bubuk jahe yang telah diayak	55
Gambar 16. Pengukuran kadar air bubuk jahe	55
Gambar 17. Pengukuran warna bubuk jahe	55
Gambar 18. Pengukuran sifat termal bubuk jahe	55
Gambar 19. Penimbangan sampel pengukuran DSA dan DSM	56
Gambar 20. Pemberian aquades	56
Gambar 21. Pemberian minyak	56
Gambar 22. Pendiaman sampel DSA selama 30 menit	56
Gambar 23. Sampel bubuk dan minyak setelah dicampur	56
Gambar 24. Peletakan tabung reaksi ke dalam sentrifuse	56
Gambar 25. Minyak yang digunakan untuk pengukuran DSM	57
Gambar 26. Hasil sampel DSA setelah proses sentrifuse	57
Gambar 27. Hasil sampel DSM setelah proses sentrifuse	57
Gambar 28. Pemisahan minyak yang tidak terserap oleh Bubuk	57
Gambar 29. Penimbangan DSA	57
Gambar 30. Pengukuran <i>angle of repose</i>	57
Gambar 31. Pengukuran densitas curah	58
Gambar 32. Oven <i>daeyang</i>	58
Gambar 33. Oven <i>gallenkamp</i>	58

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman jahe merupakan salah satu tanaman rempah-rempah yang mudah tumbuh dan banyak dibudidayakan di Indonesia. Rimpang jahe masuk dalam famili *Zingiberaceae* yang sering dimanfaatkan untuk bumbu masakan, bahan baku minuman, obat-obatan, serta industri baik dalam skala kecil maupun besar.

Menurut data yang disajikan oleh Kementerian Pertanian (2017), jumlah produksi tanaman jahe di Indonesia pada tahun 2016 yaitu sebesar 340.345.399 kg. Tingginya jumlah produksi rimpang jahe di Indonesia memberikan potensi untuk melakukan pengolahan lebih lanjut agar dapat memberikan nilai tambah.

Rimpang jahe segar memiliki kadar air $\pm 90\%$ sehingga rimpang ini mudah rusak. Menurut Sugiarto *et al.*, (2007), rentang waktu antara produksi dengan pemakaian produk dapat mengakibatkan produk mengalami penurunan mutu dan kerusakan. Selama proses pengiriman jahe dalam bentuk segar mempunyai kelemahan yaitu jumlah volume yang besar dan bahan yang mudah rusak. Proses pengeringan dan penepungan sangat disarankan untuk pengolahan lebih lanjut agar dapat mengurangi timbulnya kerusakan hasil panen, memaksimalkan mutu hasil pengolahan, dan meningkatkan nilai ekonomi rimpang jahe. Tujuan dasar dari pengeringan adalah untuk mengurangi kandungan air yang terdapat dalam bahan menggunakan suhu panas sampai ke tingkat tertentu, dimana kerusakan yang diakibatkan oleh mikroba dapat diminimalisir dan didapatkan kualitas produk bahan kering yang dapat dipertahankan.

Bubuk jahe terbuat dari jahe kering (simplisia) yang selanjutnya dilakukan proses penggilingan. Bubuk jahe merupakan produk yang mudah larut dalam air tanpa ada gumpalan, mudah dibasahi dan cepat larut. Keuntungan produk dalam bentuk bubuk antara lain, sebagai bahan baku yang fleksibel untuk pengolahan lebih lanjut, mudah dalam penyimpanan dan pendistribusian, serta lebih tahan lama (Yuliani dan Kailaku, 2009).

Syarat kadar air simplisia jahe agar dapat diolah menjadi bubuk jahe adalah maksimal sebesar 12% (BSN, 2005). Untuk mendapatkan kadar air simplisia yang

sesuai dengan syarat mutu maka perlu dilakukan proses pengeringan, salah satunya dengan menggunakan alat pengering konveksi. Namun demikian, informasi tentang kajian sifat enjiniring bubuk jahe dari berbagai varietas yang dievaluasi dengan pengeringan konveksi hingga kini masih sulit ditemukan baik di publikasi maupun dalam ulasan. Oleh karena itu, pada formula ini akan dilakukan evaluasi sifat enjiniring bubuk jahe menggunakan varietas jahe merah dan gajah. Jahe merah biasanya dimanfaatkan untuk pembuatan minyak jahe dan obat-obatan, sedangkan jahe gajah digunakan untuk campuran masakan dan minuman. Informasi ini akan sangat penting, karena menyajikan data dengan tujuan untuk pengolahan hasil lanjutan bubuk jahe tersebut. Dari kedua produk tersebut maka akan dilakukan komparasi sifat enjiniring menggunakan metode pengeringan konveksi untuk mengetahui apakah metode pengeringan konveksi dapat menghasilkan produk bubuk jahe yang sesuai dengan standar mutu. Variabel pengukuran dari sifat enjiniring yang akan dibahas meliputi kadar air, warna, densitas curah, daya serap air, daya serap minyak, *angle of repose*, dan sifat termal.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah kurangnya informasi mengenai sifat enjiniring berupa kadar air, warna, densitas curah, daya serap air, daya serap minyak, *angle of repose*, dan sifat termal pada produk bubuk jahe merah dan gajah, sehingga diperlukan adanya kajian dan komparasi dari kedua produk bubuk tersebut hasil pengeringan tipe konveksi.

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada pengukuran sifat enjiniring bubuk jahe merah dan gajah hasil pengeringan tipe konveksi antara lain: kadar air, warna, densitas curah, daya serap air, daya serap minyak, *angle of repose*, dan sifat termal.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini secara umum adalah untuk mempelajari proses produksi bubuk jahe merah dan gajah menggunakan metode konveksi. Tujuan secara khusus antara lain:

1. menentukan sifat enjiniring produk bubuk jahe merah dan gajah yang meliputi kadar air, warna, densitas curah, daya serap air, daya serap minyak, *angle of repose*, dan sifat termal.
2. membandingkan sifat enjiniring produk bubuk jahe merah dan gajah yang dihasilkan dari beragam suhu pengeringan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. mengetahui proses produksi bubuk jahe merah dan gajah menggunakan metode konveksi.
2. mengetahui sifat enjiniring dari produk bubuk jahe merah dan gajah.
3. mengetahui komparasi atau perbandingan sifat enjiniring antara produk bubuk jahe merah dan gajah.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jahe (*Zingiber officinale*)

Komposisi kimiawi rimpang jahe menentukan tinggi rendahnya nilai aroma dan pedasnya rimpang jahe. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi komposisi kimiawi rimpang jahe adalah :

1. jenisnya
2. kondisi tanah saat menanam jahe
3. umur rimpang jahe dipanen
4. perlakuan yang diterapkan terhadap tanamannya sendiri dalam bentuk pemupukan, pengairan, dan sebagainya
5. perlakuan terhadap hasil rimpang jahe setelah pasca panen, untuk siap jual
6. pengolahan rimpang jahe
7. ekosistem tempat tanaman jahe berada.

Menurut Setyaningrum dan Saparinto (2013), secara umum, terdapat tiga jenis tanaman jahe yang dapat dibedakan dari aroma, warna, bentuk, dan besar rimpang. Ketiga jenis tanaman jahe tersebut adalah jahe gajah, jahe putih kecil (emprit), dan jahe merah. Jahe putih besar memiliki jenis rimpang berwarna putih kekuningan, lebih besar dan gemuk dengan ruas rimpang lebih menggelembung daripada jenis jahe lainnya. Jahe ini biasanya digunakan untuk sayur, masakan, minuman, permen, dan rempah-rempah. Jahe gajah memiliki rasa yang kurang pedas serta aroma yang kurang tajam dibandingkan dengan jenis jahe yang lain. Jahe ini memiliki kandungan minyak atsiri sekitar 0,18 - 1,66% dari berat kering. Jahe gajah segar memiliki kandungan air sebanyak \pm 82%. Jenis jahe gajah dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Jahe gajah

Jahe putih kecil (emprit) berwarna putih, bentuknya agak pipih, berserat lembut dan aromanya kurang tajam dibandingkan dengan jahe merah. Rimpang ini memiliki ruas berukuran kecil dan agak rata sampai agak sedikit menggebung. Rimpangnya lebih kecil dari jahe gajah, tetapi lebih besar dari jahe merah. Jahe putih kecil biasa dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan jamu segar maupun kering, bahan pembuat minuman, penyedap makanan, rempah-rempah, serta cocok untuk ramuan obat-obatan. Jahe ini dapat diekstrak oleoresin dan diambil minyak atsirinya (1,5 - 3,5% dari berat kering). Dengan demikian, kandungan minyak atsirinya lebih besar dibandingkan dengan jahe gajah. Kadar minyak atsiri jahe putih sebesar 1,7 - 3,8% dan kadar oleoresin 2,39 - 8,87%. Jenis jahe putih kecil (emprit) dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Jahe putih kecil (emprit)

Jahe merah memiliki rasa yang sangat pedas dengan aroma yang sangat tajam sehingga sering dimanfaatkan untuk pembuatan minyak jahe dan bahan obat-obatan. Jahe merah memiliki rimpang yang berwarna kemerahan dan lebih kecil dibandingkan dengan jahe putih kecil atau sama seperti jahe kecil dengan serat yang kasar. Jahe ini memiliki kandungan minyak atsiri sekitar 2,58 - 3,90% dari berat kering. Jahe merah segar memiliki kandungan air \pm 81%. Jenis jahe merah dapat dilihat pada Gambar 2.3. Karakteristik jenis jahe dapat dilihat seperti tertera pada Tabel 2.1.



Gambar 2.3 Jahe merah

Tabel 2.1 Karakteristik tiga jenis jahe di Indonesia

Karakteristik	Jenis Jahe		
	Jahe besar	Jahe kecil	Jahe merah
Karakteristik rimpang			
Minyak atsiri (%)	1,62 - 2,29	3,05 - 3,48	3,90
Pati (%)	55,10	54,70	44,99
Serat (%)	6,89	6,59	-
Abu (%)	6,60 - 7,57	7,39 - 8,90	7,46
Karakteristik minyak			
Bobot jenis 25/25° C	0,9434	0,9320	0,9533
Indeks bias 25° C	1,4955	0,9320	0,9533
Putaran optik	-16,30	-13,20	-
Bilangan penyabunan	18,20	15,30	16,40

Sumber: Yuliani dan Risfaheri (1990)

2.2 Bubuk Jahe

Bubuk merupakan suatu padatan dalam bentuk butiran-butiran halus yang diolah melalui proses penggilingan dengan kandungan kadar air sebesar 10-13%. Bubuk jahe dibuat dari jahe yang telah dikeringkan dengan cara penggilingan. Menurut Lubis (2008), bahan kering yang telah digiling kemudian diayak hingga mencapai ukuran 50-60 mesh.

Suatu bahan yang diolah menjadi bubuk sangat dianjurkan karena lebih tahan simpan, mudah dicampurkan ke dalam bahan pangan (komposit), diperkaya zat gizi, dibentuk, dan lebih cepat dimasak mengingat tuntutan hidup yang serba praktis (Sari, 2011). Syarat mutu rempah-rempah bubuk dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Syarat mutu rempah-rempah bubuk

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		
1.1.	Bau	-	normal
1.2.	Rasa	-	normal
2.	Air	% b/b	maks 12,0
3.	Abu	% b/b	maks 7,0
4.	Abu tak larut dalam asam	% b/b	maks 1,0
5.	Kehalusan (lolos ayakan No. 40)	% b/b	maks 90,0
6.	Cemaran logam		
6.1.	Timbal (Pb)	mg/kg	maks 10,0
6.2.	Tembaga (Cu)	mg/kg	maks 30,0
7.	Cemaran arsen (As)	mg/kg	maks 0,1
8.	Cemaran mikroba		
8.1.	Angka lempeng total	koloni/g	maks 10 ⁶
8.2.	<i>E. coli</i>	apna/g	maks 10 ³
8.3.	Kapang	koloni/g	maks 10 ⁴
9.	Aflatoxin	mg/kg	Maks 20,0

Sumber: Badan Standardisasi Nasional (SNI 01-3709-1995).

2.3 Pengeringan

Pengeringan adalah proses pengeluaran air dari suatu bahan pangan menuju kadar air kesetimbangan dengan udara sekeliling atau pada tingkat kadar air tertentu (Effendi, 2009). Kandungan air bahan dikurangi sampai batas tertentu dimana mikroba tidak dapat tumbuh lagi pada bahan tersebut. Keuntungan pengeringan adalah bahan menjadi lebih tahan lama disimpan dan volume bahan menjadi lebih kecil sehingga mempermudah dan menghemat ruang pengangkutan dan pengepakan. Kerugian yang ditimbulkan dari proses pengeringan, yaitu karena sifat-sifat bahan yang dikeringkan berubah, misalnya bentuk dan penampakkannya sifat fisik dan kimianya, penurunan mutu dan lain-lain (Muchtadi dan Sugiyono, 2013).

Kerusakan atau kebusukan bahan pangan tergantung dari jenis bahan pangan. Bahan pangan yang mengandung kadar air lebih banyak maka proses pembusukannya akan semakin cepat. Penyebab utama kerusakan bahan pangan adalah karena pertumbuhan dan aktifitas mikroba (bakteri, kapang, dan khamir) serta aktifitas enzim-enzim di dalam bahan pangan.

Menurut Muchtadi dan Sugiyono (2013), cara mencegah pertumbuhan mikroba dapat dilakukan dengan cara mengganggu lingkungan hidupnya. Karena mikroba memerlukan air untuk pertumbuhan dan aktifitasnya, maka untuk mencegah atau menghambat pertumbuhan mikroba dapat dilakukan dengan mengurangi kadar air bahan yaitu dengan cara pengeringan. Jadi prinsip pengawetan pangan dengan cara pengeringan adalah mengurangi kadar air bahan sehingga tidak memungkinkan lagi mikroba melakukan aktifitasnya.

Kandungan air pada suatu bahan hasil pertanian terdiri dari 3 jenis, yaitu air bebas (*free water*), air terikat secara fisik, air terikat secara kimia. Air bebas (*free water*) terdapat pada permukaan bahan, sehingga dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya serta dapat dijadikan sebagai media reaksi-reaksi kimia. Air bebas dapat dengan mudah diuapkan pada proses pengeringan. Bila air bebas ini diuapkan seluruhnya, maka kadar air bahan akan berkisar antara 12 - 25%.

Air terikat secara fisik merupakan bagian air yang terdapat dalam jaringan matriks bahan (tenunan bahan) akibat adanya ikatan-ikatan fisik. Air jenis ini terdiri atas air terikat menurut sistem kapiler yang ada dalam bahan karena adanya pipa-pipa kapiler pada bahan, air absorpsi yang terdapat pada tenunan-tenunan bahan karena adanya tenaga penyerapan dari dalam bahan, air yang terkurung di antara tenunan bahan karena adanya hambatan mekanis dan biasanya terdapat bahan yang berserat.

Air terikat secara kimia untuk menguapkan air jenis ini pada proses pengeringan diperlukan energi yang besar. Air yang terikat secara kimia terdiri atas air yang terikat secara kristal, air yang terikat dalam sistem dispersi koloidal yang terdiri dari partikel-partikel yang mempunyai bentuk dan ukuran beragam.

2.3.1 Jenis pengeringan

Menurut Estiasih dan Ahmadi (2009), pemilihan jenis pengeringan yang sesuai untuk suatu produk pangan ditentukan oleh kualitas produk akhir yang diinginkan, sifat bahan pangan yang dikeringkan, dan biaya produksi atau pertimbangan ekonomi. Beberapa jenis pengeringan telah digunakan secara komersial, dan jenis pengeringan tertentu cocok untuk suatu produk pangan

tertentu, tetapi belum tentu cocok untuk produk yang lain. Jenis-jenis pengeringan tersebut meliputi penjemuran, pengeringan matahari, pengeringan udara panas, pengeringan kabinet, pengeringan terowongan, pengeringan ban berjalan, pengeringan semprot, pengeringan drum, pengeringan vakum, pengeringan beku, pengeringan gelombang mikro dan vakum gelombang mikro, serta pembekuan-pengeringan. Menurut Herman (2011), pengeringan buatan atau pengeringan mekanis dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu :

- a. Pengeringan kontinyu (*continuous drying*), dimana pemasukan dan pengeluaran bahan berjalan terus menerus. Bahan bergerak melalui ruang pengering dan mengalami kontak dengan udara secara searah (*cocurrent*) atau berlawanan arah (*counter-current*).
- b. Pengeringan tumpukan (*batch drying*), bahan yang masuk ke alat pengering sampai pengeluaran hasil kering, kemudian baru dimasukkan bahan yang berikutnya. Terdapat tiga jenis metode tumpukan, yaitu :
 - 1). Pengering langsung (*direct drying*), bahan yang dikeringkan langsung berhubungan dengan udara yang dipanaskan.
 - 2). Pengeringan tidak langsung (*indirect drying*), udara panas berhubungan dengan bahan melalui perantara, umumnya berupa dinding-dinding atau tempat meletakkan bahan. Bahan akan kontak dengan panas secara konduksi.
 - 3). Pengeringan beku (*freeze drying*), dalam hal ini bahan ditempatkan pada tempat hampa udara, lalu dialiri udara yang sangat dingin melalui saluran udara sehingga air bahan mengalami sublimasi yang kemudian dipompa ke luar ruang pendingin.

2.3.2 Pengeringan oven

Oven merupakan alat pemanas yang dapat digunakan untuk memanggang dan mengeringkan. Oven dapat digunakan sebagai pengering apabila memiliki kelembaban rendah dan sirkulasi udara yang cukup. Pengeringan menggunakan oven lebih cepat jika dibandingkan dengan pengeringan matahari (Saputra dan Ningrum, 2010). Pengeringan oven bekerja secara konveksi. Konveksi yaitu peristiwa perpindahan panas dari suatu bahan yang temperaturnya tinggi ke bahan

yang temperaturnya rendah disertai dengan perpindahan fluida karena adanya perbedaan massa jenis.

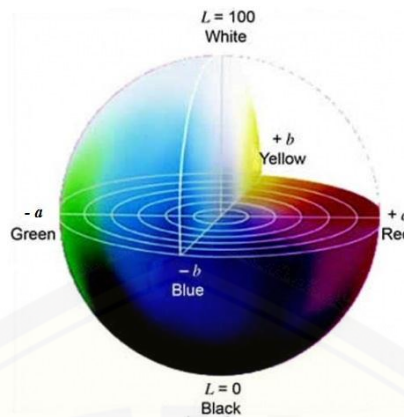
Perpindahan energi secara konveksi terdiri dari beberapa tahap, yaitu panas mula-mula akan mengalir secara konduksi dari permukaan ke partikel-partikel fluida yang berbatasan, energi yang berpindah dengan cara tersebut akan menaikkan suhu dan energi dalam partikel. Partikel fluida tersebut akan bergerak ke daerah yang bersuhu lebih rendah di dalam fluida dimana partikel tersebut akan bercampur memindahkan sebagian energinya pada partikel fluida lainnya. Dalam hal ini alirannya adalah aliran fluida maupun energi. Energi disimpan di dalam partikel-partikel fluida dan diangkut sebagai akibat gerakan massa partikel tersebut. Udara yang terdapat pada proses pengeringan berfungsi sebagai pemberi panas pada bahan, sehingga menyebabkan terjadinya penguapan air pada bahan dan untuk membawa uap air yang dikeluarkan pada bahan (Mahardhika, 2015).

2.4 Kadar Air

Kadar air suatu bahan menunjukkan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan yang dapat dinyatakan dalam persen berat basah (*wet basis*) atau dalam persen berat kering (*dry basis*). Menurut Heldman dan Singh (1981), kadar air bahan pangan terdiri dari dua, yaitu kadar air basis basah dan kadar air basis kering. Kadar air basis basah adalah perbandingan berat air dalam bahan dengan berat bahan total. Kadar air berat basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100%. Kadar air basis kering adalah perbandingan berat air dalam bahan dengan berat bahan total.

2.5 Warna

Warna merupakan salah satu kualitas yang paling penting untuk bahan pangan sebelum atau setelah diproses. Warna sangat mempengaruhi tingkat penerimaan konsumen walaupun warna kurang berhubungan dengan nilai gizi, bau ataupun nilai fungsional lainnya. Diagram rentang warna model CIE Lab dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 CIE *color space*

2.5.1 Pengukuran warna

Warna suatu bahan dapat diukur dengan menggunakan alat *color meter*, spektrometer, atau alat-alat lain yang dirancang khusus untuk mengukur warna. Namun, alat-alat tersebut biasanya terbatas penggunaannya untuk bahan cair yang tembus cahaya seperti sari buah, bir, atau warna hasil ekstraksi. Untuk bahan cairan yang tidak tembus cahaya atau padatan, warna bahan dapat diukur dengan membandingkan terhadap suatu warna standar yang dinyatakan dalam angka-angka (Hardiyanti *et. al.*, 2009 dalam Indrayani, 2012).

2.5.2 Model CIELAB

CIELAB merupakan model warna yang dirancang untuk menyerupai persepsi penglihatan manusia dengan menggunakan tiga komponen yaitu L sebagai luminance (pencahayaan) serta a dan b sebagai dimensi warna yang berlawanan (Suyatma, 2009). Dengan CIELAB kita mulai diberikan pandangan serta makna dari setiap dimensi yang dibentuk, yaitu besaran CIE_L* untuk mendeskripsikan kecerahan warna, 0 untuk hitam dan 100 untuk putih. Dimensi CIE_a* mendeskripsikan warna hijau-merah, dimana angka negatif a* mengindikasikan warna hijau dan sebaliknya CIE_a* positif mengindikasikan warna merah. Dimensi CIE_b* untuk jenis warna biru-kuning, dimana angka negatif b* mengindikasikan warna biru dan sebaliknya CIE_b* positif mengindikasikan warna kuning (Hunterlab, 2008 dalam Indrayani, 2012). Nilai Lab* dapat mengalami perubahan. Perubahan nilai selama proses pengeringan dapat terjadi jika warna bahan mengalami perubahan.

2.6 Densitas Curah

Densitas curah adalah massa partikel yang menempati suatu unit volume tertentu. Densitas curah merupakan hasil pembagian dari berat bubuk dengan volume wadah (Gilang *et al.*, 2013).

2.7 Daya Serap Air

Daya serap air (*water absorption*) merupakan kemampuan bubuk dalam menyerap air. Kemampuan daya serap air pada produk bubuk akan berkurang apabila kadar air pada bahan tersebut tinggi serta tempat penyimpanan yang lembab (Bogasari, 2016). Menurut Hidayat *et al.*, (2007), menyatakan bahwa daya serap air bubuk atau daya absorpsi air bubuk menyatakan prosentase jumlah air yang mampu diserap oleh bubuk.

2.8 Daya Serap Minyak

Menurut Aini *et al.*, (2016), kapasitas penyerapan minyak dipengaruhi oleh kadar protein dan lemak pada suatu bahan tersebut. Semakin besar kadar lemak dan protein pada bubuk, semakin besar kapasitas penyerapan minyaknya.

2.9 Sifat Termal

Sifat fisik suatu bahan seperti sifat termal terdiri dari konduktivitas termal, difusivitas termal, emisivitas termal, dan panas spesifik sangat berpengaruh pada proses pindah panas suatu produk pangan. Secara umum sifat termal produk pangan tergantung pada karakteristik fisik bahan pangan seperti suhu, ukuran, bentuk, keadaan bahan (beku atau cair), komposisi parameter (kadar air, kandungan lemak, protein, dan kadar abu), dan dari susunan serat.

Konduktivitas termal (K) merupakan jumlah panas yang mengalir secara konduksi dalam suatu unit waktu dalam luas penampang tertentu yang diakibatkan oleh adanya perbedaan suhu (Richana *et al.*, 2010).

Panas spesifik (Cp) merupakan jumlah panas yang diperlukan per unit massa dari suatu produk untuk mencapai perubahan suatu unit suhu tanpa terjadi perubahan fase produk tersebut (Sarifudin *et al.*, 2015).

Difusivitas termal (D) pada bahan merupakan salah satu sifat panas yang digunakan untuk menduga laju perubahan suhu bahan sehingga dapat ditentukan kebutuhan energi atau waktu optimum dalam proses pengolahan terutama bahan yang sensitif terhadap panas (Singhall *et al.*, 2008 dalam Karneta, 2013).

2.10 *Angle of Repose*

Angle of repose adalah sudut maksimum yang dihasilkan dari suatu sampel bubuk yang dialirkan melalui corong pada sebuah bidang datar dan kemudian akan membentuk tumpukan atau kerucut. *Angle of repose* dapat ditentukan dengan mengukur ketinggian tumpukan dan jari-jari sampel bubuk (Hadkar, 2007).

2.11 Derajat Kehalusan

Pengayak dan derajat halus serbuk dalam standar farmakope dinyatakan dalam uraian yang dikaitkan dengan nomor pengayak yang ditetapkan untuk pengayak baku, seperti yang tertera pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Klasifikasi serbuk berdasarkan derajat halus

Klasifikasi serbuk	Simplisia nabati dan hewani		
	Nomor nominal serbuk ⁽¹⁾	Batas derajat halus ⁽²⁾	
		%	Nomor pengayak (mesh)
Sangat kasar	8	20	40
Kasar	20	40	60
Setengah kasar	40	40	80
Halus	60	40	100
Sangat halus	80	100	100

Sumber: Departemen Kesehatan RI (1995)

Keterangan:

- (1) Seluruh partikel serbuk melalui pengayak dengan nomor nominal tertentu.
- (2) Batas persentase yang melewati pengayak dengan ukuran yang telah ditentukan.

2.12 ANOVA

Analysis of variance (ANOVA) merupakan teknik yang digunakan dalam menganalisis data yang telah disusun dalam perencanaan eksperimen secara statistik. ANOVA digunakan untuk membantu mengidentifikasi kontribusi faktor

sehingga akurasi perkiraan model dapat digunakan (Sugiantoro dan Setiyawan, 2015).

2.13 Korelasi *Product Moment*

Korelasi *product moment* digunakan untuk mencari hubungan dan membuktikan hipotesis hubungan dua variabel bila data kedua variabel berbentuk interval atau ratio, dan sumber data dari dua variabel atau lebih tersebut adalah sama (Sugiyono, 2012). Persamaan korelasi dapat dilihat pada Persamaan 2.1. Kekuatan hubungan dari nilai korelasi dapat dilihat pada Tabel 2.4.

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Tabel 2.4 Kekuatan hubungan nilai korelasi

Nilai Korelasi	Keterangan
0	Tidak ada korelasi
0,00 – 0,20	Korelasi sangat rendah
0,20 – 0,40	Korelasi rendah
0,40 – 0,70	Korelasi sedang
0,70 – 0,99	Korelasi tinggi
1	Korelasi sempurna

Sumber: Young (1982: 317) dalam Djarwanto (1996: 169)

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada bulan November 2017 – Januari 2018 bertempat di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

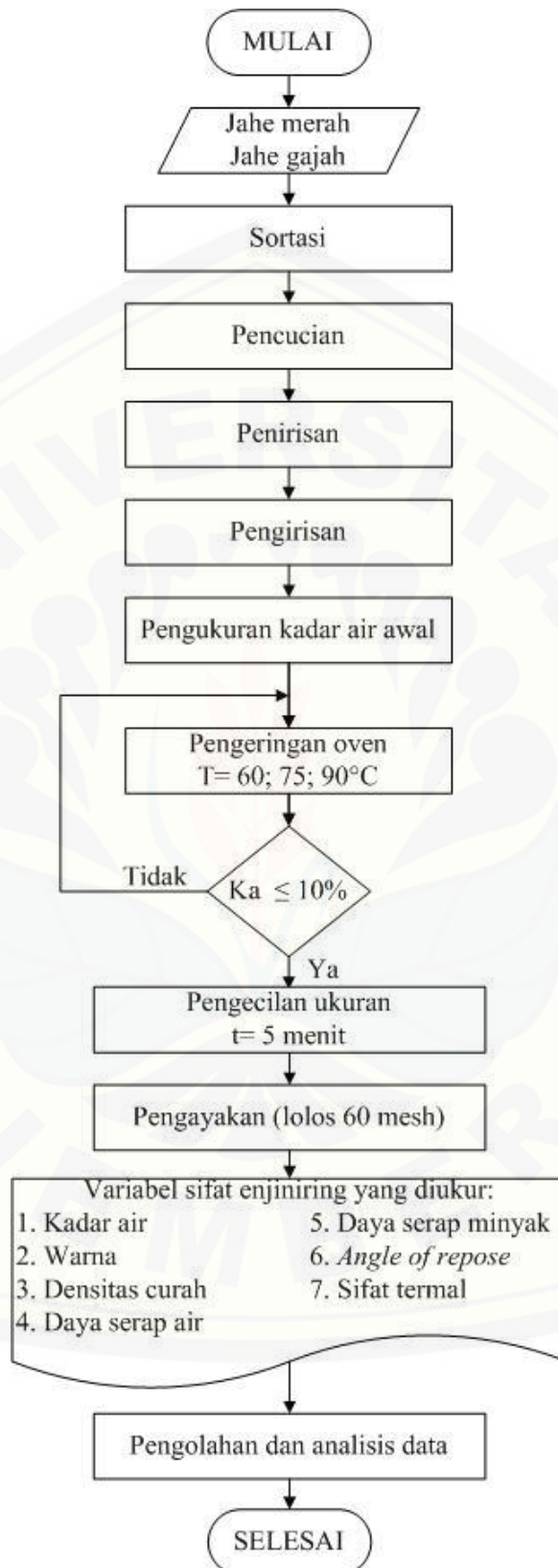
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rimpang jahe merah dan gajah yang diperoleh dari Pasar Tanjung Jember. Rimpang jahe dipilih yang masih segar dan diupayakan tidak ada kerusakan pada bahan.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: oven listrik (*memmert* WNB 14, Daeyang, dan Gallenkamp), timbangan digital (*ohaus pioneer* PA2102c dengan akurasi 0,01 g dan *ohaus pioneer* PA213 dengan akurasi 0,001 g), cawan aluminium, cawan petri, gelas ukur, desikator, pisau, *color reader* CR-10, blender (*phillips*), tabung sentrifuse, ayakan 60 mesh, sentrifuse (*dre centrifuge* tipe 78108), penjepit, wadah plastik, corong, dan *KD2 Pro Thermal Properties Analyzer*.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Diagram alir penelitian

Prosedur penepungan rimpang jahe merah dan gajah meliputi penyiapan bahan baku, sortasi basah, pencucian, penirisan, pengirisan, pengeringan, penepungan dan pengayakan. Bahan yang telah dibubukkan kemudian dilakukan analisis sifat enjiniring meliputi kadar air, warna, densitas, daya serap air, daya serap minyak, *angle of repose*, dan sifat termal bubuk jahe merah dan gajah. Prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Prosedur penelitian tepung jahe merah dan gajah

- 1) Penyiapan bahan baku yaitu dengan pembelian rimpang jahe merah dan gajah di pasar tradisional dan dibawa ke tempat pengolahan kemudian dilakukan penimbangan rimpang jahe merah dan gajah sebanyak $\pm 1,5$ kg.
- 2) Sortasi bertujuan untuk memisahkan kotoran-kotoran atau bahan-bahan lainnya yang terdapat pada rimpang jahe gajah dan merah, seperti tanah, kerikil, atau kotoran lainnya (misalnya serangga atau bagiannya).
- 3) Pencucian bertujuan untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang melekat pada rimpang. Pencucian menggunakan air mengalir agar hasilnya lebih bersih.
- 4) Rimpang jahe gajah dan merah yang telah ditiriskan kemudian diiris melintang berbentuk *split* dengan ketebalan ± 3 mm tanpa pengupasan kulit. Pengirisan menggunakan pisau.
- 5) Mengukur kadar air awal rimpang jahe merah dan gajah dengan mengambil sampel sebanyak ± 5 gram.
- 6) Melakukan proses pengeringan rimpang jahe merah dan gajah dengan suhu 60, 75, dan 90 °C
- 7) Melakukan pengecilan ukuran menggunakan blender pada masing-masing sampel.
- 8) Melakukan pengayakan menggunakan ayakan dengan ukuran 60 mesh.
- 9) Melakukan kajian sifat enjiniring pada masing-masing sampel dan mencatat hasilnya.

3.3.2 Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan percobaan acak lengkap antara 3 perlakuan suhu dengan 2 bahan (jahe merah dan gajah) dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Faktor dan variabel pengukuran sifat enjiniring bubuk jahe merah dan gajah

No	Faktor	Variasi Perlakuan	Kode	Variabel Pengukuran
1	Varietas jahe	Jahe merah	V1	a. Kadar air
		Jahe gajah	V2	b. Warna
2	Suhu	60 °C	T1	c. Densitas curah
		75 °C	T2	d. Daya serap air
		90 °C	T3	e. Daya serap minyak f. Sifat termal g. <i>Angle of repose</i>

Dari Tabel 3.1 dihasilkan 6 kombinasi perlakuan sebagai berikut:

V1T1	V2T1
V1T2	V2T2
V1T3	V2T3

Seluruh sampel hasil perlakuan dilakukan 3 kali selama proses penelitian.

Keterangan:

V1T1 = Varietas jahe merah pada suhu pengeringan 60°C

V1T2 = Varietas jahe merah pada suhu pengeringan 75°C

V1T3 = Varietas jahe merah pada suhu pengeringan 90°C

V2T1 = Varietas jahe gajah pada suhu pengeringan 60°C

V2T2 = Varietas jahe gajah pada suhu pengeringan 75°C

V2T3 = Varietas jahe gajah pada suhu pengeringan 90°C

3.3.3 Kajian sifat enjiniring bubuk jahe merah dan gajah

a. Kadar air (AOAC, 1970 dalam Sudarmadji *et al.*, 1997)

Pengukuran kadar air yaitu dengan memanaskan cawan yang telah disediakan ke dalam oven dengan suhu 105° C selama 1 jam. Cawan dimasukkan ke dalam desikator selama ± 30 menit kemudian ditimbang. Bahan bubuk dimasukkan ke dalam cawan dan ditimbang sebanyak ± 2 gram. Cawan yang telah berisi bahan dipanaskan ke dalam oven dengan suhu 105° C selama 5 jam. Kemudian didinginkan ke dalam desikator selama ± 30 menit dan ditimbang. Perlakuan ini diulangi sampai selisih penimbangan berturut-turut tidak lebih dari

0,05 %. Kadar air basis basah dinyatakan dengan Persamaan 3.1 dan kadar air basis kering dinyatakan pada Persamaan 3.2.

$$m = \frac{W_o - W_d}{W_o} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

$$M = \frac{W_o - W_d}{W_d} \times 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana :

- m = Kadar air basis basah (%bb)
- M = Kadar air basis kering (%bk)
- W_o = Massa bahan awal (gram)
- W_d = Massa bahan setelah dioven (gram)

b. Warna (Sahin dan Sumnu, 2006)

Pengukuran warna menggunakan *Color Reader CR-10*. Alat dikalibrasi dengan meletakkan alat di atas kertas putih dan menekan tombol MEASURE. Mencatat nilai Lab yang tertera pada layar display sebagai target. Sampel bubuk jahe merah dan gajah dimasukkan ke dalam cawan petri dan dilakukan pengukuran dengan meletakkan *measuring head* di atas cawan petri, kemudian catat ΔL , Δa , dan Δb yang tertera pada layar display. Menghitung besarnya Lab untuk penilaian warna bubuk jahe merah dan gajah dapat dihitung dengan Persamaan 3.3, 3.4, dan 3.5.

$$\Delta L^* = L^*_s - L^* \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana:

- ΔL^* = Perbedaan koordinat warna L^*
- L^*_s = Nilai L^* standar
- L^* = Nilai L^* sampel

$$\Delta a^* = a^*_s - a^* \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana:

- Δa^* = Perbedaan koordinat warna a^*
- a^*_s = Nilai a^* standar
- a^* = Nilai a^* sampel

$$\Delta b^* = b^*_s - b^* \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana:

- Δb^* = Perbedaan koordinat warna b^*
- b^*_s = Nilai b^* standar
- b^* = Nilai b^* sampel

c. Densitas curah (Khalil, 1999b dalam Hartoyo dan Sunandar, 2006)

Pengukuran densitas curah yaitu dengan cara memasukkan bubuk ke dalam gelas ukur sampai volume tertentu tanpa dipadatkan, kemudian dilakukan penimbangan bubuk. Densitas kamba merupakan perbandingan berat bubuk dengan volume ruang yang terisi bubuk. Densitas curah dapat dinyatakan dalam Persamaan 3.6.

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (3.6)$$

Dimana :

m = massa (kg)

V = volume (m³)

d. Daya serap air (Beuchet, 1997 dalam Rieuwpassa *et al.*, 2013)

Pengukuran daya serap air yaitu dengan cara menimbang tabung sentrifuse (W1), kemudian memasukkan sampel bubuk sebanyak 1 gram (W2) yang ditambah aquades sebanyak 10 ml (W3) dan dikocok selama 1 menit. Sampel didiamkan selama 30 menit pada suhu ruang. Setelah itu, dihomogenkan dengan sentrifuse PLC-05 dengan serial number 018348 pada RPM 3500 selama 30 menit. Selanjutnya aquades yang tidak terserap dibuang dan menimbang berat akhir dari berat tabung sentrifuse, bubuk, dan air yang terserap (W4). Untuk menghitung daya serap air (DSA) (ml/g) dapat menggunakan Persamaan 3.7.

$$DSA = \frac{W4-W1-W2}{W2} \dots\dots\dots (3.7)$$

e. Daya serap minyak (Beuchet, 1997 dalam Rieuwpassa *et al.*, 2013)

Pengukuran daya serap minyak yaitu dengan cara menimbang tabung sentrifuse (M1), kemudian memasukkan sampel bubuk sebanyak 1 gram (M2) yang ditambah minyak sebanyak 10 ml (M3) dan dikocok selama 1 menit. Sampel didiamkan selama 30 menit pada suhu ruang. Setelah itu, dihomogenkan dengan sentrifuse PLC-05 dengan serial number 018348 pada RPM 3500 selama 30 menit. Selanjutnya minyak yang tidak terserap dibuang dan menimbang berat akhir dari berat tabung sentrifuse, bubuk, dan minyak yang terserap (M4). Untuk menghitung daya serap air (DSA) (ml/g) dapat menggunakan Persamaan 3.8.

$$DSM = \frac{(M4-M1-M2)}{M2} \dots\dots\dots (3.8)$$

f. *Angle of repose* (Khalil, 1999a dalam Hartoyo dan Sunandar, 2006)

Angle of repose diukur dengan menjatuhkan bubuk pada ketinggian (15 cm) melalui corong pada bidang datar yang diberi alas kertas putih. Ketinggian bubuk harus selalu dibawah lubang corong. Tinggi antara lubang corong dan bidang datar adalah 3 cm. Kemudian dilakukan pengukuran diameter pada sisi yang sama pada setiap pengukuran. Untuk mencari *angle of repose* dapat menggunakan persamaan 3.9

$$\text{Angle of repose} = \arctan \frac{2t}{d} \dots\dots\dots (3.9)$$

g. Sifat termal

Pengukuran sifat termal bubuk jahe merah dan gajah menggunakan alat KD2 *Pro Thermal Properties Analyzer*. Pengukuran termal menggunakan sensor yang terdapat pada alat. Kemudian sensor disentuhkan ke dalam bubuk jahe dan merah hingga muncul nilai konduktivitas termal, difusivitas termal, dan panas spesifik.7

h. Analisis data

Data kuantitatif yang diperoleh merupakan hasil rata-rata dari tiga ulangan yang diuji ANOVA menggunakan program SPSS 17.0 dan dilanjutkan dengan uji beda nyata (uji duncan) pada taraf $\alpha = 0,05$. Untuk mengetahui hubungan varietas jahe dan variabel pengukuran sifat enjiniring dilakukan uji korelasi *product moment*.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil sifat enjiniring pada bubuk jahe merah dan gajah memiliki rentang nilai antara lain; kadar air bubuk jahe merah sebesar 8,80 – 10,13% bb dan bubuk jahe gajah sebesar 9,56 – 10,00% bb; nilai L bubuk jahe merah didapatkan rentang nilai antara 44,3 – 51,2 dan bubuk jahe gajah sebesar 48,3 – 55,5; nilai a bubuk jahe merah sebesar 2,7 - 4,5 dan bubuk jahe gajah sebesar 1,4 – 3,2; nilai b bubuk jahe merah sebesar 14,1 – 16,9 dan bubuk jahe gajah sebesar 17,9 – 21,6; densitas curah bubuk jahe merah sebesar 0,42 - 0,54 g/ml dan bubuk jahe gajah sebesar 0,35 – 0,42 g/ml; daya serap air bubuk jahe merah sebesar 2,293 - 6,008 ml/g dan bubuk jahe gajah sebesar 2,420 – 4,496 ml/g; daya serap minyak bubuk jahe merah adalah 0,949 - 1,202 ml/g dan bubuk jahe gajah sebesar 1,123 – 1,466 ml/g; konduktivitas termal bubuk jahe merah sebesar 0,113 - 0,140 W/mK dan bubuk jahe gajah sebesar 0,105 – 0,123 W/mK, panas spesifik bubuk jahe merah sebesar 0,936 - 1,199 MJ/m³K dan bubuk jahe gajah sebesar 0,846 – 1,053 MJ/m³K, difusivitas termal bubuk jahe merah sebesar 0,114 - 0,139 mm²/s dan bubuk jahe gajah sebesar 0,104 – 0,129 mm²/s, *angle of repose* bubuk jahe merah sebesar 40,4 – 43,9° dan bubuk jahe gajah 40,1 – 44,4°.
2. Sifat enjiniring bubuk jahe merah dan gajah mayoritas lebih dipengaruhi oleh varietas jahe dibandingkan suhu pengeringan. Varietas jahe signifikan berpengaruh terhadap tingkat kecerahan (L), tingkat kemerahan (a), tingkat kekuningan (b), densitas curah, daya serap minyak, dan konduktivitas.

5.2 Saran

1. Proses pembuatan tepung jahe sebaiknya dilakukan tahap pengupasan agar didapatkan hasil tepung yang lebih baik.
2. Penyimpanan tepung sebaiknya disimpan di dalam wadah tertutup agar sedikit terhindar dari pengaruh udara sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Wijonarko, G., dan Sustriawan B. 2016. Sifat fisik, kimia, dan fungsional tepung jagung yang diproses melalui presentasi. *Jurnal Agritech*. 36(2): 164.
- Anwar, E., Henry, dan Jufri, M. 2004. Studi kemampuan niosom yang menggunakan maltodekstrin pati garut (*Maranta arundinaceae* Linn.) sebagai pembawa klorfeniramin maleat. *Makara, Sains*. 8(2): 62.
- Badan Standardisasi Nasional. 1995. *Syarat mutu rempah-rempah bubuk* (SNI 01-3709-1995).
- Badan Standardisasi Nasional. 2005. *Simplisia jahe* (SNI 01-7084-2005).
- Bogasari. 2016. Tepung terigu. <http://www.bogasari.com/product/tepung-terigu>. (4 Mei 2017).
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995. *Farmakope Indonesia Edisi IV*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Djarwanto. 1996. *Mengenal beberapa uji statistik dalam penelitian*. Yogyakarta: Liberty Yogyakarta.
- Effendi, M.S. 2009. *Teknologi pengolahan dan pengawetan pangan*. Bandung: Alfabeta.
- Estiasih, T. dan Ahmadi. 2009. *Teknologi pengolahan pangan*. Malang: Bumi Aksara.
- Gilang, R., Affandi, D.R., dan Ishartanti, D. 2013. Karakteristik fisik dan kimia tepung koro pedang (*Canavalia ensiformis*) dengan variasi perlakuan pendahuluan. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(3): 38.
- Hadkar, U.B. 2007. *Physical pharmacy*. Mumbai: Nirali Prakashan.
- Hartoyo, A. dan Sundandar, F.H. 2006. Pemanfaatan tepung komposit ubi jalar putih (*Ipomoea batatas* L) kecambah kedelai (*Glycine max* Merr.) dan kecambah kacang hijau (*Virginia radiata* L) sebagai substituen parsial terigu dalam produk pangan alternatif biskuit kaya energi protein. *Jurnal Teknol. dan Industri Pangan*. 17(1): 51.
- Heldman, D.R. dan Singh, R.P. 1981. *Food process engineering*. USA: Michigan State University dan University of California.
- Herman, E. 2011. Uji kinerja rotary dryer yang dilengkapi dcs untuk pengeringan biji kacang hijau. *Tugas Akhir*. Semarang: Universitas Diponegoro.

- Hidayat, B., Ahza, A.B., dan Sugiyono. 2007. Karakterisasi tepung ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) varietas shiroyutaka serta kajian penggunaannya sebagai sumber pangan karbohidrat alternatif. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 53(1): 35.
- Indrayani. 2012. Model pengeringan lapisan tipis temu putih (*Curcuma Zedoaria Berg. Rosc*). *Skripsi*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Karneta, R. 2013. Difusivitas panas dan umur simpan pempek lenjer. *Jurnal Keteknik Pertanian*. 1(1): 132.
- Karneta, R., Rejo, A., Priyanto, G., dan Pambayun, R. 2015. Penentuan difusivitas panas pempek lenjer selama perebusan menggunakan metode numerik. *Jurnal Agritech*. 35(1): 18.
- Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Hortikultura. 2017. *Statistik produksi hortikultura tahun 2016*. Jakarta: Direktorat Jenderal Hortikultura. Kementerian Pertanian.
- Lidiasari, E., Syafutri, M.I., Syaiful, F. 2006. Pengaruh perbedaan suhu pengeringan tepung tapai ubi kayu terhadap mutu fisik dan kimia yang dihasilkan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 8(2): 144.
- Lubis, I. 2008. Pengaruh lama dan suhu pengeringan terhadap mutu tepung pandan. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara.
- Mahardhika, L.P. 2015. Rancang bangun alat pengering tipe *tray* dengan media udara panas ditinjau dari lama waktu pengeringan terhadap exergi pada alat *heat exchanger*. *Skripsi*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Maryanto dan Yuwanti. 2007. Sifat fisik bahan dan pangan hasil pertanian. *Diklat Kuliah Fakultas Teknologi Pertanian*. Jember: Universitas Jember.
- Mayanti, L., Yuwono, S.S., dan Ningtyas, D.W. 2014. Pengaruh pengecilan ukuran jahe dan rasio air terhadap sifat fisik kimia dan organoleptik pada pembuatan sari jahe (*Zingiber officinale*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(4): 154.
- Muchtadi, T.R. dan Sugiyono. 2013. *Prinsip Proses dan Teknologi Pangan*. Cetakan ke 1. Bandung: Alfabeta.
- Ramadhani, F. dan Murtini, E.S. 2017. Pengaruh jenis tepung dan penambahan perenyah terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik kue telur gabus keju. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(1): 41.
- Rasyid, M.I., Yuliana, N.D., dan Budijanto, S. 2016. Karakteristik sensori dan fisiko-kimia beras analog sorghum dengan penambahan rempah campuran. *Jurnal Agritech*. 36(4): 400.

- Richana, N., Budiyanto, A., dan Mulyawati, A. 2010. Pembuatan tepung jagung termodifikasi dan pemanfaatannya untuk roti. *Prosiding Pekan Serealia Nasional*.
- Rieuwpassa, F.J., Santoso, J., dan Trilaksani, W. 2013. Karakterisasi sifat fungsional konsentrat protein telur ikan Cikalang (*Katsuwonus pelamis*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 5(2): 302.
- Sahin, S. dan Sumnu, S.G. 2006. *Physical properties of foods*. Turkey: Middle East Technical University.
- Saputra A. dan Ningrum, D.K. 2010. Pengeringan kunyit menggunakan microwave dan oven. *Skripsi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Sari, G.P. 2011. Studi budidaya dan pengaruh lama pengeringan terhadap jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc.). *Skripsi*. Pekanbaru: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Sarifudin, A., dan Ekafitri, R. 2015. Karakteristik sifat fisiko-kimia dan thermal serta penerimaan organoleptik kue sagon berbasis tepung pisang. *Jurnal Penelitian Pasca Panen Pertanian*. 12(1): 32.
- Setyaningrum, H.D. dan Saporinto, C. 2013. *Jahe*. Cetakan ke 1. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 1997. *Prosedur analisis untuk bahan makanan dan pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Sugiantoro, B. dan Setiyawan, K. 2015. Pengaruh parameter permesinan pada proses milling dengan pendinginan fluida alami (*cold natural fluid*) terhadap kekasaran permukaan baja ST 42. *ITEKS*. 7(2): 31.
- Sugiarto, Yuliasih, I., dan Tedy. 2007. Pendugaan umur simpan bubuk jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*). *Jurnal Teknik Industri Pertanian*. 17(1): 7
- Sugiyono. 2012. *Statistika untuk penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Suyatma, N. 2009. *Analisis warna*. Bogor: Fakultas Teknologi Pangan IPB
- Syah, H., Yusmanizar, dan Maulana, O. 2013. Karakteristik fisik bubuk kopi arabika hasil pengeringan mekanis dengan penambahan jagung dan beras ketan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian*. 5(1): 35.
- Tinambunan, N., Rusmarilin, H., dan Nurminah, M. 2014. Pengaruh rasio tepung talas, pati talas, dan tepung terigu dengan penambahan CMC terhadap sifat kimia dan organoleptik mi instan. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 2(3): 32.

Winangsih, Prihastanti, E., dan Parman, S. 2013. Pengaruh metode pengeringan terhadap kualitas simplisia lempuyang wangi (*Zingiber aromaticum* L.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 21(1): 23.

Yuliani, S. dan Risfaheri. 1990. Identifikasi berbagai klon minyak jahe. *Buletin Penelitian Tanaman rempah dan obat*. 5(2): 66.

Yuliani, S., dan Kailaku, S. 2009. Pengembangan Produk Jahe Kering dalam Berbagai Jenis Industri. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*. 5: 65.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Sifat Enjiniring

a. Kadar air awal (% bb) VIT1

Diketahui: m. Cawan = 3,48 g
 m. cawan dan bahan₁ = 8,68 g
 m. cawan dan bahan₂ = 4,63 g

$$\text{Kadar air awal} = \frac{(8,68-3,48)-(4,63-3,48)}{(8,68-3,48)} \times 100 = 76,43 \% \text{bb}$$

b. Kadar air simplisia (% bb) VIT1

Diketahui: m. Cawan = 3,51 g
 m. cawan dan bahan₁ = 6,19 g
 m. cawan dan bahan₂ = 6,01 g

$$\text{Kadar air awal} = \frac{(6,19-3,51)-(6,01-3,51)}{(6,19-3,51)} \times 100 = 6,83 \% \text{bb}$$

c. Kadar air bubuk jahe (% bb) VIT1

Diketahui: m. Cawan = 3,46 g
 m. cawan dan bahan₁ = 8,46 g
 m. cawan dan bahan₂ = 7,96 g

$$\text{Kadar air awal} = \frac{(8,46-3,46)-(7,96-3,46)}{(8,46-3,46)} \times 100 = 10,13 \% \text{bb}$$

d. Warna (L, a, dan b) VIT1

Diketahui: L standar = 83,0
 a standar = 1,3
 b standar = -1,1
 dL = -33,2
 da = 1,7
 db = 17,1

$$L = 83,0 + (-33,2) = 49,8$$

$$a = 1,3 + 1,7 = 3,0$$

$$b = (-1,1) + 17,3 = 16,0$$

e. Densitas curah VIT1

Diketahui: m. Tepung = 30,11 g
 Volume = 60,00 ml

$$\text{Densitas curah} = 30,11 \text{ g} / 60,00 \text{ ml} = 0,50 \text{ g/ml}$$

f. Daya serap air V1T1

Diketahui: m. tabung = 12,4 g
m. tepung = 1,0 g
m. aquades = 10,0 ml
m. tabung+tepung+aquades yang terserap = 16,3 g

$$\text{Daya serap air} = \frac{(16,3 - 12,4 - 1,0) \text{ g}}{1,0 \text{ g}} = 3,0 \text{ ml/g}$$

g. Daya serap minyak V1T1

Diketahui: m. tabung = 12,4 g
m. tepung = 1,0 g
m. aquades = 10,0 ml
m. tabung+tepung+aquades yang terserap = 14,4 g

$$\text{Daya serap air} = \frac{(14,4 - 12,4 - 1,0) \text{ g}}{1,0 \text{ g}} = 3,0 \text{ ml/g}$$

h. *Angle of repose* V1T1

Diketahui: tinggi tepung = 3 cm
Diameter tepung = 6,74 cm

$$\text{Angle of repose} = \text{arc tan} \frac{2 \times 3 \text{ cm}}{6,74 \text{ cm}} = 41,7^\circ$$

Lampiran 2. Hasil Analisis Sifat Enjiniring Pada Masing-Masing Kombinasi Perlakuan

a. Kadar air (% bb)

SAMPSEL	Ulangan			Rata-rata	St. Deviasi
	U1	U2	U3		
V1T1	10,00	10,00	10,40	10,13	0,23
V1T2	9,80	10,00	10,20	10,00	0,20
V1T3	9,00	8,80	8,60	8,80	0,20
V2T1	10,07	9,80	10,13	10,00	0,18
V2T2	9,40	10,00	10,47	9,96	0,53
V2T3	9,73	9,67	9,27	9,56	0,25

b. Warna (L)

SAMPSEL	Ulangan			Rata-rata	St. Deviasi
	U1	U2	U3		
V1T1	50,8	51,2	47,3	49,8	2,1
V1T2	46,9	44,6	44,3	45,3	1,4
V1T3	47,9	50,9	46,5	48,4	2,2
V2T1	49,0	51,4	53,9	51,4	2,5
V2T2	52,8	52,3	55,5	53,5	1,7
V2T3	49,3	50,9	48,3	49,5	1,3

c. Warna (a)

SAMPSEL	Ulangan			Rata-rata	St. Deviasi
	U1	U2	U3		
V1T1	2,7	3,3	2,8	3,0	0,32
V1T2	3,2	3,9	4,5	3,9	0,65
V1T3	3,5	3,9	3,6	3,6	0,23
V2T1	2,0	1,4	1,9	1,8	0,30
V2T2	1,7	2,2	1,6	1,8	0,36
V2T3	2,5	3,2	2,9	2,9	0,35

d. Warna (b)

SAMPSEL	Ulangan			Rata2	St. Deviasi
	U1	U2	U3		
V1T1	16,0	16,9	15,0	16,0	0,95
V1T2	15,2	14,4	14,1	14,6	0,57
V1T3	14,7	15,8	14,2	14,9	0,82
V2T1	17,9	19,6	20,6	19,4	1,38
V2T2	20,2	20,5	20,4	20,4	0,12
V2T3	19,2	21,6	19,1	19,9	1,41

e. Densitas Curah (g/ml)

SAMPSEL	Ulangan			Rata-rata	St. Deviasi
	U1	U2	U3		
V1T1	0,51	0,54	0,46	0,50	0,04
V1T2	0,47	0,43	0,43	0,44	0,02
V1T3	0,42	0,44	0,44	0,43	0,01
V2T1	0,42	0,40	0,36	0,39	0,03
V2T2	0,36	0,35	0,39	0,37	0,02
V2T3	0,39	0,39	0,42	0,40	0,02

f. Daya Serap Air (ml/g)

SAMPSEL	Ulangan			Rata-rata	St. Deviasi
	U1	U2	U3		
V1T1	2,293	2,481	4,101	2,958	0,994
V1T2	4,098	6,008	5,632	5,246	1,012
V1T3	2,577	2,550	2,632	2,586	0,042
V2T1	3,884	4,496	4,239	4,206	0,307
V2T2	3,092	4,430	2,446	3,323	1,012
V2T3	2,420	2,781	3,737	2,979	0,681

g. Daya Serap Minyak (ml/g)

SAMPSEL	Ulangan			Rata-rata	St. Deviasi
	U1	U2	U3		
V1T1	0,949	0,968	1,133	1,017	0,101
V1T2	0,997	1,170	1,202	1,123	0,110
V1T3	1,069	1,090	1,052	1,070	0,019
V2T1	1,228	1,273	1,367	1,289	0,071
V2T2	1,123	1,441	1,221	1,261	0,163
V2T3	1,261	1,405	1,466	1,378	0,105

h. Konduktivitas Termal (W/mK)

SAMPSEL	Ulangan			Rata-rata	St. Deviasi
	U1	U2	U3		
V1T1	0,140	0,140	0,119	0,133	0,013
V1T2	0,125	0,118	0,128	0,124	0,005
V1T3	0,123	0,123	0,113	0,120	0,006
V2T1	0,120	0,117	0,117	0,118	0,002
V2T2	0,123	0,106	0,119	0,116	0,009
V2T3	0,111	0,105	0,121	0,112	0,008

i. Panas Spesifik (MJ/m³K)

SAMPSEL	Ulangan			Rata-rata	St. Deviasi
	U1	U2	U3		
V1T1	1,096	1,199	1,007	1,101	0,096
V1T2	1,096	0,963	0,936	0,998	0,086
V1T3	1,087	1,027	1,010	1,041	0,041
V2T1	0,974	1,050	1,008	1,011	0,038
V2T2	0,950	0,846	1,013	0,936	0,084
V2T3	0,971	0,983	1,053	1,002	0,044

j. Difusivitas Termal (mm²/s)

SAMPSEL	Ulangan			Rata-rata	St. Deviasi
	U1	U2	U3		
V1T1	0,128	0,117	0,117	0,121	0,006
V1T2	0,114	0,122	0,139	0,125	0,012
V1T3	0,114	0,120	0,115	0,116	0,003
V2T1	0,117	0,111	0,117	0,115	0,003
V2T2	0,129	0,125	0,117	0,124	0,006
V2T3	0,114	0,104	0,115	0,111	0,006

k. Angle of Repose (°)

SAMPSEL	Ulangan			Rata2	St. Deviasi
	U1	U2	U3		
V1T1	42,36	42,35	40,44	41,72	1,10
V1T2	42,50	41,99	43,88	42,79	0,98
V1T3	41,36	41,36	42,42	41,71	0,62
V2T1	41,85	40,14	42,09	41,36	1,06
V2T2	43,22	44,38	43,46	43,69	0,61
V2T3	42,21	42,58	43,30	42,70	0,56

Lampiran 3. Hasil Uji Duncan Sifat Enjiniring Tepung Jahe Merah dan Gajah

a. Warna (L)

Duncan ^a		Subset for alpha = 0.05		
SAMPEL	N	1	2	3
V1T2	3	45.267		
V1T3	3	48.433	48.433	
V2T3	3		49.500	
V1T1	3		49.767	
V2T1	3		51.433	51.433
V2T2	3			53.533
Sig.		.068	.103	.208

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Warna (a)

Duncan ^a		Subset for alpha = 0.05		
SAMPEL	N	1	2	3
V2T1	3	1.767		
V2T2	3	1.833		
V2T3	3		2.867	
V1T1	3		2.933	
V1T3	3			3.667
V1T2	3			3.867
Sig.		.837	.837	.539

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

c. Warna (b)

Duncan ^a			
SAMPEL	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
V1T2	3	14.567	
V1T3	3	14.900	
V1T1	3	15.967	
V2T1	3		19.367
V2T3	3		19.967
V2T2	3		20.367
Sig.		.122	.258

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

d. Densitas curah

Duncan ^a					
SAMPEL	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
V2T2	3	.3667			
V2T1	3	.3933	.3933		
V2T3	3	.4000	.4000	.4000	
V1T3	3		.4333	.4333	
V1T2	3			.4433	
V1T1	3				.5033
Sig.		.156	.094	.072	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

e. Daya serap air

Duncan ^a				
SAMPEL	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
V1T3	3	2.58633		
V1T1	3	2.95833	2.95833	
V2T3	3	2.97933	2.97933	
V2T2	3	3.32267	3.32267	
V2T1	3		4.20633	4.20633
V1T2	3			5.24600
Sig.		.301	.092	.126

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

f. Daya serap minyak

Duncan ^a					
SAMPEL	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
V1T1	3	1.01667			
V1T3	3	1.07033	1.07033		
V1T2	3	1.12300	1.12300	1.12300	
V2T2	3		1.26167	1.26167	1.26167
V2T1	3			1.28933	1.28933
V2T3	3				1.37733
Sig.		.258	.053	.087	.221

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

g. *Angle of repose*

Duncan ^a			
SAMPEL	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
V2T1	3	41.333	
V1T1	3	41.700	
V1T3	3	41.733	
V2T3	3	42.700	42.700
V1T2	3	42.800	42.800
V2T2	3		43.700
Sig.		.081	.200

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Jahe merah



Gambar 2. Jahe gajah



Gambar 3. Pencucian jahe



Gambar 4. Pengirisan jahe



Gambar 5. Penempatan jahe ke dalam loyang



Gambar 6. Penimbangan loyang dan jahe segar



Gambar 7. Proses peletakan loyang ke dalam oven



Gambar 8. Penimbangan cawan kosong



Gambar 9. Pengukuran kadar air awal jahe



Gambar 10. Penimbangan simplisia jahe



Gambar 11. Pengukuran kadar air simplisia



Gambar 12. Penghalusan simplisia



Gambar 13. Penimbangan tepung jahe setelah dihaluskan



Gambar 14. Pengayakan tepung jahe



Gambar 15. Tepung jahe yang telah diayak



Gambar 16. Pengukuran kadar air tepung jahe



Gambar 17. Pengukuran warna tepung jahe



Gambar 18. Pengukuran sifat termal tepung jahe



Gambar 19. Penimbangan sampel pengukuran DSA dan DSM



Gambar 20. Pemberian aquades



Gambar 21. Pemberian minyak



Gambar 22. Pendiaman sampel DSA selama 30 menit



Gambar 23. Sampel tepung dan minyak setelah dicampur



Gambar 24. Peletakan tabung reaksi ke dalam *sentrifuse*



Gambar 25. Minyak yang digunakan untuk pengukuran DSM



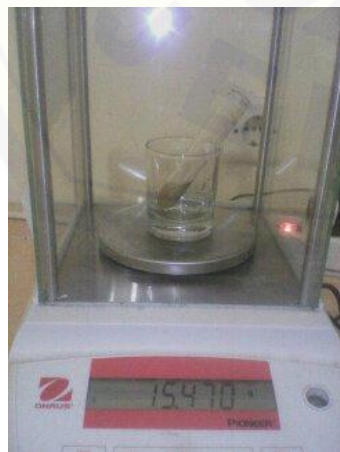
Gambar 26. Hasil sampel DSA setelah proses *sentrifuse*



Gambar 27. Hasil sampel DSM setelah proses *sentrifuse*



Gambar 28. Pemisahan minyak yang tidak terserap oleh tepung



Gambar 29. Penimbangan DSA



Gambar 30. Pengukuran *angle of repose*



Gambar 31. Pengukuran densitas curah



Gambar 32. Oven *Daeyang*



Gambar 33. Oven *Gallenkamp*