

**UJI KINERJA ALAT PENGERING *HYBRID* TIPE RAK
TERHADAP SIFAT FISIK TEPUNG JAHE MERAH (*Zinger officinale*
Roscoe)**

(Skripsi)

Oleh

**HASAN HAFIDZUL WAHYI
NPM 2014071014**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2024**

**UJI KINERJA ALAT PENGERING *HYBRID* TIPE RAK
TERHADAP SIFAT FISIK TEPUNG JAHE MERAH (*Zinger officinale*
Roscoe)**

Oleh

HASAN HAFIDZUL WAHYI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRACT

PERFORMANCE TEST OF RACK TYPE HYBRID DRYER ON PHYSICAL PROPERTIES OF RED GINGER FLOUR (*Zinger officinale* Roscoe)

By

Hasan Hafidzul Wahyi

Red ginger is a plant that has long been consumed by Indonesian people, since the end of the 20th century it has often been used to formulate health foods and drinks. This research was carried out with three drying treatments and three repetitions, including drying with a tool using electrical energy, drying with a tool using electrical and solar energy (hybrid), drying with a tool using solar energy and drying with a drying machine using a tampah (as a control). This observation was also carried out to determine the engineering properties produced in the form of color measurements, bulk density measurements, water absorption measurements, stack angle measurements, and smoothness measurements. Based on the tests carried out, the length of time for drying red ginger with a device using solar energy takes 14 hours, for drying with a device using electric and solar energy (hybrid) it takes 8 hours, and for drying with a device using solar energy it takes for 12 hours. The drying rate for drying red ginger with electrical energy was 4.70 kgH₂O/hour, drying with electric and solar energy (hybrid) was 4.72 kgH₂O/hour, and drying with solar energy was 4.99 kgH₂O/hour. The engineering properties of red ginger flour are, red ginger has a brownish red color, density (bulk density) between 0.3172 g/cm³ to 0.3188 g/cm³, water absorption between 2.91 ml/g to 4.11 ml /g, stack angle between 45° to 47.29°, degree of fineness between 4.37% to 5.84%.

Key words: red ginger, drying, hybrid, flour.

ABSTRAK

UJI KINERJA ALAT PENGERING *HYBRID* TIPE RAK TERHADAP SIFAT FISIK TEPUNG JAHE MERAH (*Zinger officinale* Roscoe)

Oleh

Hasan Hafidzul Wahyi

Jahe merah merupakan salah satu tanaman yang sudah lama dikonsumsi masyarakat Indonesia, sejak akhir abad 20 sering digunakan untuk formula makanan dan minuman kesehatan. Penelitian ini dilakukan dengan tiga perlakuan pengeringan dan tiga kali pengulangan, antara lain Pengeringan dengan alat menggunakan energi listrik, Pengeringan dengan alat menggunakan energi listrik dan matahari (*hybrid*), pengeringan dengan alat menggunakan energi matahari serta pengeringan dengan penjemuran menggunakan tampah (sebagai kontrol). Pengamatan ini juga dilakukan untuk mengetahui sifat enjiniring yang dihasilkan berupa pengukuran warna, pengukuran kepadatan curah, pengukuran daya serap air, pengukuran sudut tumpukan, dan pengukuran derajat kehalusan. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, lama waktu untuk pengeringan jahe merah dengan alat menggunakan energi matahari memerlukan waktu selama 14 jam, untuk pengeringan dengan alat menggunakan energi listrik dan matahari (*hybrid*) memerlukan waktu selama 8 jam, dan untuk pengeringan dengan alat menggunakan energi matahari memerlukan waktu selama 12 jam. Laju pengeringan pada pengeringan jahe merah dengan energi listrik sebesar 4,70 kgH₂O/jam, pengeringan dengan energi listrik dan matahari (*hybrid*) sebesar 4,72 kgH₂O/jam, dan pengeringan dengan energi matahari sebesar 4,99 kgH₂O/jam. Sifat enjiniring pada tepung jahe merah yaitu, jahe merah memiliki warna merah kecoklatan, kerapatan (densitas curah) antara 0,3172 g/cm³-0,3188 g/cm³, daya serap air antara 2,91 ml/g-4,11 ml/g, sudut tumpukan antara 45°-47,29°, derajat kehalusan antara 4,37%-5,84%.

Kata kunci: jahe merah, pengeringan *hybrid*, penepungan.

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : **UJI KINERJA ALAT PENGERINGAN
HYBRID TIPE RAK TERHADAP SIFAT
FISIK TEPUNG JAHE MERAH (*Zinger
officinale Roscoe*)**

Nama Mahasiswa : **Hasan Hafidzul Wahyi**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2014071014**

Program Studi : **Teknik Pertanian**

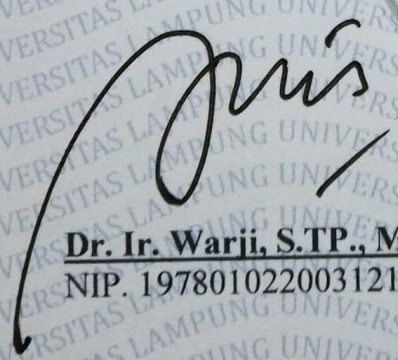
Fakultas : **Pertanian**

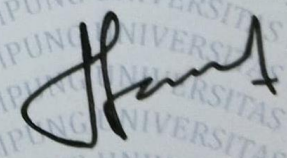
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

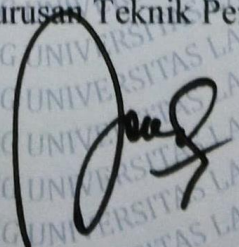
Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.
NIP. 197801022003121001


Dr. Ir. Tamrin, M.S.
NIP. 196212311987031030

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian


Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP. 196210101989021002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.**

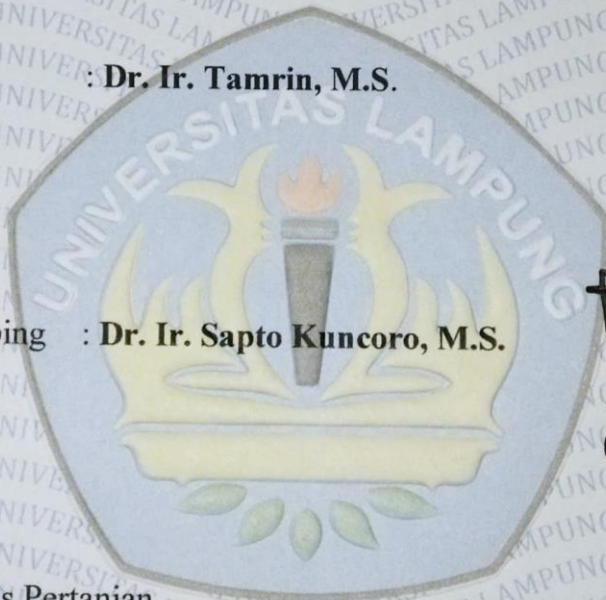
Sekretaris

: **Dr. Ir. Tamrin, M.S.**

Penguji

Bukan Pembimbing

: **Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M.S.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 1964111181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 7 Mei 2024

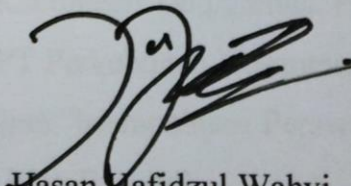
PERNYATAAN HASIL KARYA TULIS

Saya Hasan Hafidzul Wahyi dengan Nomor Pokok Mahasiswa (NPM) 2014071014. Dengan ini menyatakan bahwa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, **1) Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM. dan 2) Dr. Ir. Tamrin, M.S.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat agar dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkan.

Bandarlampung, 7 Mei 2024

Penulis



Hasan Hafidzul Wahyi

2014071014

RIWAYAT HIDUP



Penulis dengan nama lengkap Hasan Hafidzul Wahyi dilahirkan pada hari Senin, 09 Januari 2002, di Puskesmas Biha, Kecamatan Pesisir Selatan, Kabupaten Pesisir Barat. Lahir dari keluarga yang sederhana jauh dari kata kota dan kemewahan, penulis merupakan anak ketiga dari lima bersaudara dari putra bapak Abdurrahman dan ibu Nur Hamidah. Riwayat pendidikan penulis, SDN 04 Biha (2008-2013), SMPN 02 Pesisir Selatan (2013-2016), SMAN 01 Pesisir Selatan (2016-2020), Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung (2020-2024).

Menyandang gelar mahasiswa merupakan anugerah sekaligus mandat yang memiliki peran sebagai *agen of change* dan tri darma perguruan tinggi, untuk melakukan menyelesaikan berbagai persoalan dalam berbangsa dan bernegara. Penulis sebagai aktivis aktif dalam berbagai organisasi antarlain, Forum Studi Islam (FOSI) FP, Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) FP, Bina Rohani Mahasiswa Islam (BIROHMAH), UKM Tapak Suci, Ikatan Mahasiswa Muslim Pesisir Barat (IKAMM Pesbar), Kesatuan Mahasiswa Muslim Indonesia (KAMMI). Melaksanakan kuliah kerja nyata (KKN) selama 40 hari di Pekon Menggala, Kecamatan Kota Agung Timur, Kabupaten Tanggamus. Penulis juga telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Perkebunan Nusantara VII Unit Way Berulu selama 40 hari dengan judul kajian "Mempelajari Perawatan Alat dan Mesin di Bengkel Pertanian PTPN VII Unit Way Berulu".



Dengan mengucapkan alhamdulillah telah diselesaikannya skripsi ini sebagai wujud pertanggung jawaban amanah terbesar di kampus

Tiada kata terucap setinggi-tingginya, ucapan terima kasih kepada abiku (Abdurrahman) dan umiku (Nur Hamidah), dengan segenap jiwa dan raganya memberikan harapan kepada anak-anak terbaiknya untuk melanjutkan pendidikan tinggi.

Kepada kakak-kakakku (Tsabitah Izzati, Anisah Qulub) yang terus mendukung yang terbaik untuk adiknya, kepada adik-adikku (Syahid Abdul Haq, Alfa Muyassarotun Nida) semoga bisa terus melanjutkan harapan-harapan besar itu



SANWACANA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala anugerah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “*Uji Kinerja Alat Pengering Hybrid Tipe Rak terhadap Sifat Fisik Tepung Jahe Merah (Zinger officinale Roscoe)*” sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis mendapatkan banyak masukan, saran, bimbingan, dorongan, dan bantuan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan skripsi ini. Oleh karenanya dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan dan mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Pertama yang telah memberikan bimbingan, saran, masukan, serta motivasi;
4. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah membimbing, memberikan saran, arahan dan dorongan selama masa penyelesaian skripsi;

5. Bapak Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M.S., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan kritik untuk perbaikan dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas segala ilmu, pengalaman serta bantuan yang telah diberikan baik dalam perkuliahan atau yang hal lainnya;
7. Abi, Umi, Mba dan Adikku tercinta yang tidak henti-hentinya memberikan doa, dukungan moral dan material, semangat serta nasihat selama menjalani perkuliahan sampai dengan selesai;
8. Teman-temanku , Aura, Defi, Yuni, Anggun, Daffa, Nia yang membantu dalam proses pengirisan jahe hingga larut malam;
9. Sahabat terbaikku di Jurusan Teknik Pertanian 2020, Ardia, Azril, Ridho, Galih, Pama, Rendi, Asef, Yogi sama-sama dalam proses akademik di kampus;
10. Shohib di FOSI, Dayat, Saepudin, Faiz, Rito, Akbar, Imam, Alan, yang sama-sama berjuang untuk menyelesaikan amanah d ilembaga dakwah hingga tuntas;
11. Sahabat terbaikku di Unila, Paris, Tryan, Irza, Pawis, Irfan, Al-Farisi, Tala, Arbes, Fafa, Bibah, Salsa, Dela, Athia, Maul, Arsita yang selalu menemani dalam segala proses-proses yang ada di kampus dengan berbagai dinamikanya.
12. Kawan-kawanku di IKAMM, Furqon, Kurnia, Menti, Nisa, Indah, Falah, Diah, Jeri, Irfan, Wahyu, Dimas, Wafi, Suci, Cahaya, Fatonah, Mutia, Fatiyah, Wo Riri membantu menuntaskan amanah selama menjadi Ketua Umum 2023.
13. Serta penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam proses penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan dan penyusunan skripsi tidaklah sempurna. Oleh karenanya penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun pada skripsi ini. Akhir kata penulis mengucapkan banyak terima kasih, semoga dengan adanya karya ini dapat digunakan dan bermanfaat sebagaimana mestinya.

Bandarlampung, 7 Mei 2024

Hasan Hafidzul Wahyi

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Hipotesis.....	3
1.6 Batasan Masalah.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Karakteristik Tanaman Jahe	4
2.2 Produksi Jahe di Indonesia.....	5
2.3 Produk Olahan Jahe	5
2.4 Manfaat Produk Olahan Jahe bagi Kesehatan.....	6
2.5 Pengeringan Jahe Merah dengan Berbagai Metode	9
2.6 Pengeringan <i>Hybrid</i>	10
2.7 Karakteristik Pengeringan <i>Hybrid</i> Tipe Rak.....	11
2.8 Karakteristik Sifat Enjiniring	17
2.9 Tepung Jahe.....	19
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan	20
3.3 Metode Penelitian.....	20
3.4 Prosedur Penelitian	21
2.4.1 Prosedur Pengeringan.....	23
2.4.2 Prosedur Pengukuran Sifat Enjinirng.....	24
2.5 Pengamatan	25
2.5.1 Suhu Pengeringan	25
2.5.2 Kadar Air	25

2.5.3 Lama Pengeringan	25
3.6 Pengukuran Sifat Enjinring.....	26
3.6.1 Pengukuran Warna.....	26
3.6.2 Pengukuran Kerapatan Tepung.....	27
3.6.3 Pengukuran Daya Serap Air	27
3.6.4 Pengukuran Sudut Tumpukan.....	27
3.6.5 Derajat Kehalusan.....	27
3.6.6 Analisis Data.....	28

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Alat Menggunakan Bahan (Jahe Merah)	29
4.2 Suhu Pengeringan	29
4.3 Kadar air.....	35
4.4 Lama Pengeringan.....	42
4.5 Laju Pengeringan.....	43
4.6 Pengukuran Sifat Enjinring.....	44
3.6.1 Pengukuran Warna	44
3.6.2 Pengukuran Kerapatan Tepung	45
3.6.3 Pengukuran Daya Serap Air.....	47
3.6.4 Pengukuran Sudut Tumpukan.....	48
3.6.5 Derajat Kehalusan.....	49

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	51
5.2. Saran.....	52

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
	<i>Teks</i>	
1. Lama pengeringan.....		42
2. Laju pengeringan.....		45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Tanaman jahe (<i>Zingiber officinale</i> Roscoe).....	4
2.	Alat pengering <i>hybrid</i>	11
3.	Diagram alir	22
4.	Grafik rata-rata perubahan suhu pada pengujian alat menggunakan energi listrik.....	31
5.	Grafik rata-rata perubahan suhu pada pengujian alat menggunakan energi listrik dan matahari (<i>hybrid</i>)	32
6.	Grafik rata-rata perubahan suhu pada pengujian alat menggunakan energi matahari	33
7.	Grafik rata-rata perubahan suhu pada pengujian alat tradisional menggunakan energi matahari	34
8.	Grafik rata-rata penurunan kadar air pada pengujian alat dengan bahan menggunakan energi listrik	36
9.	Grafik rata-rata penurunan kadar air pada pengujian alat dengan bahan menggunakan energi matahari dan listrik (<i>hybrid</i>)	38
10.	Grafik rata-rata penurunan kadar air pada pengujian alat dengan bahan menggunakan energi matahari.....	39
11.	Grafik rata-rata penurunan kadar air pada penjemuran dengan tampah (tradisional) menggunakan energi matahari	40
12.	Grafik rata-rata penurunan kadar air seluruh perlakuan	41
13.	Grafik warna RGB pada jahe merah	44
14.	Grafik kerapatan tepung jahe merah	46
15.	Grafik daya serap air tepung jahe merah.....	47
16.	Grafik sudut tumpukan tepung jahe merah	48
17.	Grafik derajat kehalusan tepung jahe merah.....	50

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jahe merah merupakan salah satu tanaman yang sudah lama dikonsumsi masyarakat Indonesia, dan sejak akhir abad 20 sering digunakan dalam formula makanan dan minuman kesehatan. Senyawa biokatif dalam jahe diantaranya *oleoresin gingerol dan shagaol* sudah banyak diteliti sebagai antibakteri, antitusif dan antioksidan, dan senyawa antioksidan telah dibuktikan dapat meningkatkan ketahanan tubuh manusia (Tejasari, dkk., 2002). Jahe merah di daerah Lampung diusahakan dalam bentuk perkebunan rakyat, namun disamping itu banyak ditanam sebagai tanaman obat keluarga di pekarangan sekitar rumah. Dalam rangka usaha peningkatan pendapatan daerah dari ekspor non migas perlu ditinjau prospek ekspor komoditas tersebut. Sebagian besar produksi jahe Indonesia berorientasi pada ekspor. Usaha ini meningkatkan produksi nasional sebaiknya diperhatikan daya dukung alat dan alat mesin pengolahan jahe dari rempah menjadi *chip* kering dan penepungan yang dihasilkan menjadi tepung jahe (Mucas dan Deslina, 1993).

Salah satu alat pengering yang dapat mengeringkan secara berlanjut baik siang atau malam, hujan atau mendung adalah pengering *hybrid* (Warji dan Tamrin, 2021). Penggunaan alat pengering *hybrid* tipe rak sebagai alat pengering yang lebih efektif dan menjamin kontinuitas produksi merupakan salah satu solusi dalam melakukan proses pengeringan bahan pangan. Pengeringan menggunakan sistem *hybrid* memanfaatkan energi panas matahari dengan ditambahkan sumber energi lain, yaitu energi listrik. Alat pengering *hybrid* tipe rak merupakan salah satu alat pengering buatan yang telah dilakukan proses pengujian untuk

mengeringkan biji kakao, kulit manggis, ikan teri dan *chip* pisang kepok. Namun, pada pengujian-pengujian yang telah dilakukan pada alat pengering *hybrid* tipe rak masih menggunakan dinding berbahan *polycarbonate*. Alat pengering *hybrid* tipe rak saat ini telah dilakukan modifikasi berupa penggantian dinding alat menggunakan bahan *acrylic* sehingga diharapkan mampu menyerap panas matahari lebih baik dari bahan dinding sebelumnya.

Pasca panen jahe perlu di maksimalkan dalam rangka tindak lanjut penanganan pengolahan jahe hingga penepungan. Penepungan adalah proses perubahan bentuk pada bahan padat untuk mengurangi ukurannya menjadi lebih kecil. Proses pengecilan ukuran ini adalah salah satu proses awal yang dilakukan dalam suatu kegiatan pengolahan pangan. Penepungan merupakan sebuah proses yang paling banyak dilakukan. Mekanismenya adalah dengan terjadinya pemecahan bahan yang disebabkan oleh adanya tekanan pada bahan pada titik kritis, tekanan yang diberikan akan diserap oleh bahan sebagai energi penekan, sehingga menyebabkan bahan pecah. Pecahnya bahan akan mengikuti bidang belahan sesuai dengan sifat bahan (Kusumah dan Angga, 2018). Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja alat pengeringan *hybrid* tipe rak terhadap sifat enjiniring tepung jahe merah.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan jahe merah dengan alat pengering *hybrid* tipe rak?
2. Bagaimana laju pengeringan jahe merah yang dikeringkan menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak?
3. Bagaimana pengukuran sifat enjiniring tepung jahe merah hasil pengeringan menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak sebagai proses lanjutan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menguji kinerja alat pengering *hybrid* tipe rak untuk mengeringkan jahe merah dengan tiga metode pengujian, yaitu pengeringan dengan alat menggunakan energi matahari, energi listrik, energi listrik dan energi matahari dan pengeringan secara pengeringan langsung sebagai kontrol dan pengukuran sifat enjiniring tepung jahe merah hasil pengeringan menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini ialah:

1. Dapat mengetahui kinerja alat pengering *hybrid* tipe rak
2. Dapat dijadikan sebuah solusi terhadap permasalahan-permasalahan yang dihadapi pengusaha jahe merah dalam melakukan proses pengeringan menggunakan metode konvensional, seperti cuaca, waktu, tempat dan lain-lain.
3. Memberikan pengetahuan tentang pengukuran sifat enjiniring tepung jahe merah hasil pengeringan menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak.

1.5 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah adanya pengaruh sumber energi panas terhadap hasil pengeringan dan sifat enjiniring tepung jahe merah hasil pengeringan alat pengering *hybrid* tipe rak.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini yaitu:

1. Alat pengering yang digunakan adalah alat pengering *hybrid* tipe rak.
2. Pengukuran sifat enjiniring meliputi warna, kerapatan, daya serap air, sudut tumpukan dan derajat kehalusan tepung jahe merah.
3. Energi pemanas yang digunakan adalah energi matahari dan energi listrik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Tanaman Jahe

Jahe merah (*Zingiber officinale* Roscoe) merupakan tanaman herbal yang diusahakan petani untuk memenuhi bahan baku industri obat dan melestarikan lingkungan hidup. Jahe merah mengandung berbagai unsur kimia, antara lain, minyak atsiri dan oleoresin (gingerol, zingeron, shogaol, dan resin). Jahe merah memiliki rimpang yang digunakan untuk perkembangbiakan dan tempat penimbunan zat-zat makanan. Rimpang dibedakan atas rimpang induk dan rimpang anakan. Rimpang induk berbentuk jorong sedangkan rimpang anakan berupa akar yang menggelembung pada bagian ujungnya dan membentuk umbi.



Gambar 1. Tanaman jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) (Clooque, 2022).

Dalam pembudidayaan jahe merah perlu penggunaan media yang tepat untuk menunjang pertumbuhannya karena keberhasilan dari budidaya ditentukan oleh kemampuan produksi tanaman, sehingga perlu penggunaan media yang tepat

sebagai suplai unsur hara untuk mendapatkan hasil yang optimal bagi pertumbuhan jahe merah (Aidin *et al.* 2016). Jahe merah dengan nama ilmiah (*Zingiber officinale* Roscoe) merupakan jenis tanaman yang dimanfaatkan bagian rimpangnya. Kegunaan rimpang jahe diantaranya sebagai bumbu masak, pemberi aroma dan rasa bahan pangan, industri farmasi, parfum dan kosmetika. . Jahe merah memiliki khas aroma harum dan tajam serta rasa yang pedas. Komponen utama pembentuk rasa pedas pada jahe merah ialah *gingerol dan shogaol* (Fathona, 2011).

2.2 Produksi Jahe di Indonesia

Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan produksi jahe di Indonesia berfluktuasi setiap tahunnya. Produksi jahe tahun 2005 sekitar 125.827 ton/tahun, tahun 2007 mencapai 178.502 ton/tahun, dan tahun 2010 107.734 ton/tahun. Pada tahun 2023 memproduksi sekitar 216.590 ton/tahun, produksi ini turun drastis pada 2019 yaitu sebesar 174.380 ton/tahun (BPS, 2023). Tahun 2019 terjadi pandemi Covid-19 yang menyebabkan orang mencari alternatif untuk meningkatkan imun tubuh sebagai upaya melawan pandemi, salah satunya dengan mengonsumsi minuman jahe. Pada tahun 2020 tercatat luas panen 7.450 hektar dengan hasil produksi 183.520 ton/tahun dan meningkat drastis pada tahun 2021 triwulan II yaitu sebesar 10,61 hektar dengan panen 307.240 ton/tahun. Jumlah tersebut meningkat sebesar 183.520 ton/tahun. triwulan II yaitu sebesar 10,61 hektar dengan panen 307.240 ton/tahun. Jumlah tersebut meningkat sebesar 183.520 ton/tahun (Azki, 2022).

2.3 Produk Olahan Jahe

2.3.1 Produk Minuman Kesehatan

Jahe merah merupakan komoditi yang mempunyai nilai harga tinggi karna banyak dipergunakan dalam bahan dasar obat tradisional. Jahe merah memiliki banyak khasiat, dan dapat disediakan dalam bentuk minuman yang dikonsumsi secara langsung. Pemisahan ekstrak jahe merah menggunakan mesin semi modern.

Produk minuman kesehatan yang disajikan instan harus memenuhi parameter kelayakan minuman instan sebagai minuman kesehatan (Daulay, 2017).

2.3.2 Inovasi Olahan Jahe Merah (Es Krim Jahe Merah)

Jahe merah dikenal masyarakat untuk bahan baku pembuatan obat herbal dan minuman tradisional. Jahe merah memiliki perbedaan dengan jahe lainnya yaitu, kandungan serat yang lebih kecil, memiliki rasa pedas, disebabkan zat keton zingeron, terdapat kandungan minyak atsiri yakni 4% dari total berat kering (Zulfan, dkk., 2018). Hasil budidaya jahe merah diolah menjadi bubuk kering, namun masyarakat bersifat batas karena masyarakat tidak semua kalangan menyukainya. Inovasi olahan jahe salah satunya adalah diolah menjadi es krim jahe merah. Bahan yang digunakan dalam pembuatan es krim jahe merah yaitu bubuk jahe merah, SP, susu bubuk *full cream* putih, susu kental manis putih dan es. Adapun alat yang digunakan adalah pisau, sendok, baskom, *mixer* dan cup plastik cetakan es krim (Fauzan, dkk., 2020).

2.4 Manfaat Produk Olahan Jahe bagi Kesehatan

Menurut Srikandi, dkk., (2020) dalam sebuah penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui kualitas ekstrak jahe merah berdasarkan SNI-06-1313-1998, golongan metabolit sekunder serta kandungan *gingerol dan shogaol* jahe merah. Metode yang digunakan untuk mendapatkan ekstrak jahe merah adalah dengan cara simplisia jahe dimaserasi bertingkat menggunakan pelarut n-heksan, etil asetat dan etanol. Penelitian diawali dengan uji kualitas ekstrak jahe merah dan fitokimia. Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui golongan metabolit sekunder yang dimiliki jahe merah. Senyawa *gingerol dan shogaol* termasuk senyawa fenolik sehingga pada uji fitokimia ditandai dengan adanya reaksi positif pada golongan flavonoid, saponin dan tanin. Kadar *gingerol dan shogaol* pada masing-masing fraksi diuji dengan menggunakan kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT). Hasil penelitian menunjukkan rendemen ekstrak jahe merah tertinggi sebesar 12,91% pada pelarut etanol. Hasil bilangan ester dari ekstrak heksana 11,56, ekstrak etil

asetat 14,36 dan ekstrak etanol 13,20 sehingga kualitas minyak memenuhi syarat SNI 06- 1312-1998 yaitu maksimal 15 miligram KOH/g sedangkan untuk minyak lemak hasilnya *negative*. Pengujian fitokimia ekstrak jahe merah mengandung alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin dan tanin. Kandungan tertinggi 6-gingerol terdapat pada pelarut etil asetat sebesar 19,02%, kandungan 8-gingerol tertinggi pada pelarut heksana sebesar 4,49%, kandungan 10-gingerol tertinggi pada pelarut heksana sebesar 4,17% dan kandungan 6-shogaol tertinggi pada pelarut heksana sebesar 4,71%. Berikut beberapa manfaat jahe merah dari berbagai literatur jurnal:

2.4.1 Pengurangan Nyeri Arthritis Gout pada Terapi Komplementer (Kompresi Jahe)

Arthritis gout adalah penyakit metabolisme yang bermula penumpukan monosodium urate monohydrate crystals pada sendi. Gejala yang dirasakan pada penyakit ini adalah nyeri sendi. Untuk mengatasi hal tersebut pada umumnya diberikan obat-obatan analgesik. Penggunaan obat-obatan tersebut dibutuhkan jangka waktu yang lama dan menimbulkan efek samping. Salah satu terapi komplementer yang dilakukan untuk mengurangi nyeri gout arthritis adalah terapi kompres (Wilda dan Panorama, 2020).

Kompresi komplementer merupakan metode kompresi berupa tindakan nonfarmakologi. Jahe memiliki kandungan zat gingerol yang membantu dalam penurunan nyeri sendi. Kompresi jahe merupakan salah satu pengobatan secara tradisional untuk meredakan nyeri asam urat. Caranya yaitu mengompres secara mandiri dalam upaya mengurangi suhu tubuh. Kandungan jahe berupa enzim cylo-oksigen memiliki sensasi terbakar dan pedas yang mampu mengurangi peradangan sebagai efek farmokologis. Berdasar penelusuran artikel publikasi ilmiah tentang kompres hangat jahe merah sebagai terapi komplementer terhadap pengurangan nyeri arthritis gout dapat disimpulkan bahwa kompres jahe merah memiliki potensi yang baik sebagai terapi komplementer non farmakologi untuk menurunkan keluhan nyeri pada arthritis gout (Rahmawati dan Kusnul, 2021).

2.4.2 Kompres Jahe Merah untuk Mengurangi Nyeri Sendi pada Lansia

Penyakit sendi yang biasa dikenal masyarakat yaitu penyakit rematik. Namun penyakit sendi yang paling banyak ialah osteoarthritis, remathoid arthrthis, dan gout, penyakit ini dikelompokan berdasarkan diagnose dan keluhan pasien di antaranya nyeri yang disertai dengan kemerahan, bengkak dan kekakuan pada sendi.

2.4.3 Menurunkan Kadar Kolesterol Darah

Gingerol pada jahe dapat signifikan menurunkan kadar kolesterol tinggi dalam darah dengan meningkatkan kadar LCAT sehingga meningkatkan kadar HDL dalam darah serta mengaktifkan lipoprotein lipase yang membantu LDL bergerak membawa kolesterol dalam darah. Gingerol juga dapat menghambat biosintesis kolesterol dengan cara menghambat akses dari substrat menuju sisi aktif dari enzim HMG-CoA *reduktase* (Bulfiah, 2021).

2.4.4 Penurunan Kadar Glukosa Darah Puasa dan Postprandial pada Penderita Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus merupakan penyakit peningkatan kadar glukosa darah sebagai akibat kegagalan fisiologi tubuh dalam mengatur metabolisme glukosa. Di Indonesia penderita penyakit ini mengalami peningkatan setiap tahunnya, di dunia menduduki urutan ke-4 kasus diabetes mellitus. Penyakit ini sering kali tidak disadari oleh penderitanya, beberapa gejala yang harus diwaspadai antara lain yaitu, poliuria (sering buang air kecil), polidipsia (sering haus) dan polifagia (mudah lapar). Penyakit ini berpotensi tinggi menjadi sebuah komplikasi kronik yang menyerang pembuluh darah besar ataupun kecil apabila tidak diobati dengan tepat. Salah satu upaya dalam mencegah adalah dengan mengonsumsi obat-obatan herbal, contohnya jahe merah. Jahe merah sebagai obat tradisional memiliki banyak khasiat. Kandungan fenol yang berada dalam rimpang jahe merah

memiliki manfaat menurunkan kadar glukosa darah penderita diabetes mellitus karena sifat antiinflamasi dan antioksidan (Wicaksono, 2015).

2.5 Pengerinan Jahe Merah dengan Berbagai Metode

2.5.1 Pengerinan Jahe Merah dengan Penjemuran

Pengerinan dengan cara penjemuran (manual) dilakukan dengan cara meletakkan bahan diatas selebar terpal/tampah sebagai media tempat penjemuran. Warna dari terpal sebagai media pengerinan dengan matahari langsung berwarna hitam bertujuan agar dapat mempercepat dalam proses pengerinan. Terpal ditempatkan diatas permukaan tanah. Metode yang umum digunakan yang diterapkan oleh masyarakat, kelemahan dari pengerinan dengan metode penjemuran tidak dapat dilakukan dengan cuaca yang tidak stabil. Bahan yang dikeringkan rentan terkontaminasi benda asing dan gangguan dari laur (Mentari, dkk., 2017).

2.5.2 Pengerinan Jahe Merah dengan Alat Pengerin Tipe Hohenheim

Alat pengerin tipe hohenheim adalah tipe alat pengerin terowongan berbasis energi matahari. Beberapa bagian dari alat ini yaitu, kolektor, ruang pengerin, sebuah panel surya, dan kipas. Alat ini memiliki ukuran 6m x 2m dengan ketinggian 1m dari permukaan tanah. Luas *absorber* pada alat pengerin tipe hohenheim sama dengan luas alas pengeringnya, yaitu 3m x 2m. Radiasi panas diserap oleh *absorber* yang terdapat pada alat pengerin dan terperangkap pada alat sebagai penutup. Dengan adanya *absorber* dan plastik penutup, maka panas dalam ruang pengerin dapat terjaga dan suhu didalam ruang pengerin menjadi lebih tinggi dibandingkan suhu pada lingkungan. Alat pengerin tipe Hohenheim dilengkapi dengan 3 buah kipas. Kipas digerakkan energi listrik yang dihasilkan dari solar *cell*. Kipas berada dibagian *inlet*, sehingga dapat membawa udara dingin dari lingkungan luar alat masuk ke dalam alat pengerin. Udara melewati *absorber* dan menerima panas yang diserap oleh *absorber*. Kemudian udara tersebut mengalir melewati bahan yang dikeringkan (Mentari, dkk., 2017).

2.5.3 Pengeringan Jahe Merah dengan Alat Pengeringan Dehumidifier

Pengeringan dengan dehumidifikasi adalah proses di mana kandungan air pada suatu material padat dipindahkan dengan kalor sebagai sumber energi. Udara pengering memiliki kelembaban relatif yang rendah sehingga proses pengeringan dapat lebih mudah terjadi. Pengeringan dengan dehumidifier pada dasarnya menggabungkan AC dengan pengering/pemanas. AC terdiri dari kompresor, kondensor, katup ekspansi, evaporator dan *fan* untuk menghasilkan aliran udara. Pada pengering dehumidifier udara yang keluar dari evaporator dipanaskan sampai temperatur 30°C sampai 57°C. Kenaikan temperatur akan meningkatkan laju perpindahan kalor ke material yang dikeringkan dan laju difusi air pada material yang dikeringkan. Kelembaban relatif udara yang rendah pada akhirnya membantu perpindahan air dari material yang dikeringkan. Peralatan pengering dengan dehumidifier menggunakan AC *split* yang dimodifikasi dengan menambahkan *heater* dan ruang pengeringan. Sedangkan produk yang diteliti adalah jahe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peralatan mampu menghasilkan udara dengan temperatur udara masuk ruang pengering 60°C dan RH hingga 0% serta menurunkan kadar air dari 36% hingga menjadi 0,1% dalam waktu 7 jam (Handayani, dkk., 2014).

2.6 Pengeringan *Hybrid*

Pengeringan *hybrid* merupakan pengeringan yang menggunakan dua atau lebih sumber energi untuk proses penguapan air. Teknologi ini merupakan alternatif teknologi untuk pengeringan produk pertanian. Pengeringan mekanis sistem *hybrid* pada prinsipnya sama seperti pengeringan mekanis pada umumnya. Energi surya merupakan energi yang didapat dengan mengonversi energi radiasi panas surya melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Kombinasi sumber energi matahari dan energi bahan bakar gas sebagai *input* energi pengeringan merupakan teknologi alternatif untuk pengeringan produk pertanian.

Pengering *hybrid* pada prinsipnya sama seperti pengeringan lain pada umumnya. Pancaran sinar matahari diubah menjadi energi panas melalui kolektor surya,

kemudian diteruskan ke seluruh bagian ruang pengering sehingga terjadi akumulasi energi didalam ruang pengering dan menyebabkan suhu meningkat, kenaikan suhu ruang akan menguapkan air yang terkandung dalam bahan. Bahan bakar gas sebagai sumber energi kedua yang akan memanaskan ruang untuk mengeringkan bahan apabila radiasi matahari berkurang atau tidak ada. Alat pengering sistem *hybrid* secara umum terdiri atas media penangkap radiasi atau kolektor surya, ruang pengering, ruang bakar dan cerobong. Distribusi suhu pada ruang pengering sangat berpengaruh dalam mengeringkan bahan pangan yang dikeringkan (Dhanika, 2010).

2.7 Karakteristik Pengeringan *Hybrid* Tipe Rak

2.7.1 Alat Pengering

Alat pengering yang dibuat berdasarkan strukturnya terdiri dari beberapa bagian, yaitu ruang pengering, rak pengering, pintu pengeluaran, ruang *plenum*, ruang kipas, dan ruang pemanas (Aditya, 2021).



Gambar 2. Alat pengering *hybrid* tipe rak (Aditya, 2021).

1. Ruang Pengering

Ruang pengering adalah keseluruhan dari bagian dalam alat pengering *hybrid* tipe rak, termasuk didalamnya terdapat ruang rak pengering dan ruang *plenum*. Ruang

rak pengering berfungsi sebagai tempat untuk menempatkan bahan yang akan dikeringkan. Ruang pengering terbuat dari rangka besi siku dengan ukuran tebal 5 mm dan lebar 5 cm yang dilapisi dinding transparan berbahan *polycarbonate* dengan ketebalan ± 2 mm. Ruang pengering berbentuk persegi panjang dengan ukuran dimensi 150 cm \times 100 cm \times 130 cm. Ruang pengering diberi penutup berupa atap melengkung dengan ukuran 190 cm \times 137 cm dan tinggi dari rangka atas 22 cm. Salah satu sisi alat pengering dibuat pintu pengeluaran dan didalam ruang pengering terdapat dudukan rak pengering.

2. Rak Pengering

Rak pengering berfungsi sebagai tempat untuk menampung jahe yang akan dikeringkan, selain itu dapat juga digunakan sebagai ruang penyimpanan sementara untuk bahan yang sudah selesai dikeringkan. Bagian ini dilengkapi dengan tarikan pintu pada sisi bawahnya, fungsinya untuk mempermudah saat memasukkan atau mengeluarkan rak pengering dari ruang pengering. Rak pengering berjumlah 10 buah dengan ukuran 96 cm \times 74 cm. Rak pengering disusun 5 tingkat, 5 tingkat di pintu kanan dan 5 tingkat di pintu kiri. Setiap rak memiliki jarak 10 cm yang berfungsi sebagai tempat mengalirnya udara panas yang dihasilkan oleh sinar matahari dan energi listrik sebagai sumber panas. Rak pengering terbuat dari besi siku dengan ukuran 2 mm dan bagian bawah diberi kawat kasa berdiameter 2 – 5 mm sebagai lantai pengering.

3. Pintu Pengeluaran dan Pemasukan

Pintu pengeluaran merupakan bagian ruang pengering yang bertujuan untuk memasukkan atau mengeluarkan produk ke dalam alat pengering yang mempunyai ketinggian sebesar 150 cm.

4. Ruang *Plenum*

Ruang *plenum* berfungsi untuk meratakan udara pengering yang masuk melalui saluran udara. Ruang *plenum* terletak dibagian luar dibawah rak pengering. Ruang *plenum* berbentuk segitiga 45° dengan ukuran sisi 150×25 cm.

5. Ruang Pemanasan

Ruang pemanasan berfungsi untuk menghasilkan udara pengering yang akan digunakan untuk mengeringkan *Jahe* dari sumber panas. Ruang pemanas berbentuk kubus terbuat dari *plat* besi berukuran 35 cm. Setiap ujung sisi bagian bawah ditambahkan besi siku yang berfungsi sebagai kaki dengan panjang 10 cm. Ruang pemanas terhubung langsung dengan saluran udara pada bagian bawah.

6. Ruang Kipas

Ruang kipas terbuat dari *plat* besi berukuran $15 \times 26 \times 26$ cm yang menyatu dengan ruang pemanas. Kipas yang digunakan mempunyai daya sebesar 30 Watt dan digerakkan menggunakan energi listrik.

2.7.2 Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengeringan

Menurut Buckle *et. al.* (1987) faktor–faktor yang mempengaruhi proses pengeringan suatu bahan adalah :

1. Sifat fisik dan kimia dari bahan pangan.
2. Pengaturan susunan bahan pangan.
3. Sifat fisik dari lingkungan alat pengering.
4. Proses pemindahan dari media pemanas ke bahan yang dikeringkan melalui tahapan selama proses pengeringan yaitu:
 - a. Proses pemindahan panas terjadinya penguapan air dari bahan yang dikeringkan.

- b. Proses perubahan air yang terkandung dalam media yang dikeringkan menguapkan air menjadi gas.

Prinsip pengeringan biasanya akan melibatkan dua kejadian, yaitu panas yang harus diberikan pada bahan yang akan dikeringkan dan air yang harus dikeluarkan dari dalam bahan. Dua fenomena ini menyangkut perpindahan panas ke dalam dan perpindahan massa keluar. Menurut Yusuf (2017) bahwa, faktor-faktor yang mempengaruhi dalam kecepatan pengeringan adalah:

1. Luas Permukaan

Bahan pangan yang dikeringkan mengalami pengecilan ukuran, baik dengan cara diiris, dipotong, atau digiling. Proses pengecilan ukuran dapat mempercepat proses pengeringan dengan mekanisme sebagai berikut :

- a. Pengecilan ukuran memperluas permukaan bahan. Luas permukaan bahan yang tinggi atau ukuran bahan yang semakin kecil menyebabkan permukaan yang dapat kontak dengan medium pemanas menjadi lebih baik,
- b. Luas permukaan yang tinggi juga menyebabkan air lebih mudah berdifusi atau menguap dari bahan pangan sehingga kecepatan penguapan air lebih cepat dan bahan menjadi lebih cepat kering.
- c. Ukuran yang kecil menyebabkan penurunan jarak yang harus ditempuh oleh panas. Panas harus bergerak menuju pusat bahan pangan yang dikeringkan, demikian juga jarak pergerakan air dari pusat bahan pangan ke permukaan bahan menjadi lebih pendek.

2. Perbedaan Suhu Sekitar

Semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan semakin cepat pindah panas ke bahan pangan dan semakin cepat penguapan air dari bahan pangan. Semakin tinggi suhu udara, semakin banyak uap air yang dapat ditampung oleh udara tersebut sebelum terjadi kejenuhan. Dapat disimpulkan bahwa udara bersuhu tinggi lebih cepat mengambil air dari bahan pangan sehingga proses pengeringan lebih cepat (Yusuf, 2017).

Pengaruh suhu pengeringan terhadap perubahan sifat fisik biji kakao seperti dimensi, volume, berat, luas permukaan, *true density*, *bulk density*, *porositas*, *sphericity*, *angle of repose*, dan kadar air. Biji kakao dikeringkan masing-masing pada suhu yaitu 40°C, 50°C, dan 60 °C. Data hasil penelitian kemudian diuji secara statistik menggunakan *paired sample T-Test* pada taraf 95%. untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh suhu pengeringan terhadap perubahan sifat fisiknya. Suhu pengeringan menjadi *driving force* terjadinya penguapan air dari dalam bahan dan diikuti dengan perubahan fisik produk. Perubahan kadar air setelah pengeringan pada suhu antara 40 dan 60oC memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perubahan sifat fisik biji kakao seperti berat, ukuran atau *geometric mean* diameter (Dg), volume, luas permukaan, *bulk density*, *porositas*, dan *angle of repose* berdasarkan hasil uji *paired sample T-Test* dengan tingkat signifikansi 95%. Namun demikian *sphericity* dan *true density* biji kakao sebelum dan setelah pengeringan secara statistik tidak nyata berubah dengan alat uji yang sama (Waluyo, dkk., 2021).

3. Kecepatan Aliran Udara

Udara yang bergerak atau bersirkulasi akan lebih cepat mengambil uap air dibandingkan udara diam. Proses pergerakan udara, uap air dari bahan akan diambil dan terjadi mobilitas yang menyebabkan udara tidak pernah mencapai titik jenuh. Semakin cepat pergerakan atau sirkulasi udara, proses pengeringan akan semakin cepat. Prinsip ini yang menyebabkan beberapa proses pengeringan menggunakan sirkulasi udara (Yusuf, 2017).

4. Kelembaban Udara

Kelembaban udara menentukan kadar air akhir bahan pangan setelah dikeringkan. Bahan pangan yang telah dikeringkan dapat menyerap air dari udara disekitarnya. Jika udara disekitar bahan pengering tersebut mengandung uap air tinggi atau lembab, maka kecepatan penyerapan uap air oleh bahan pangan tersebut akan semakin cepat. Proses penyerapan akan terhenti sampai kesetimbangan

kelembaban nisbi bahan pangan tersebut tercapai. Kesetimbangan kelembaban nisbi bahan pangan adalah kelembaban pada suhu tertentu dimana tidak terjadi penguapan air dari bahan pangan ke udara dan tidak terjadi penyerapan uap air dari udara oleh bahan pangan (Yusuf, 2017).

5. Lama Pengeringan

Lama pengeringan menentukan lama kontak bahan dengan panas. Karena sebagian besar bahan pangan sensitif terhadap panas maka waktu pengeringan yang digunakan harus maksimum, yaitu kadar air bahan akhir yang diinginkan telah tercapai dengan lama pengeringan yang pendek. Pengeringan dengan suhu yang tinggi dan waktu yang pendek dapat lebih menekan kerusakan bahan pangan dibandingkan dengan waktu pengeringan yang lebih lama dan suhu lebih rendah. Misalnya, jika kita akan mengeringkan hasil pertanian, pengeringan dengan pengering rotary dryer 80°C selama 4 jam akan menghasilkan hasil pengeringan yang mempunyai kualitas yang lebih baik dibandingkan penjemuran selama 2 hari (Yusuf, 2017).

6. Perbedaan Ketinggian Tempat Tumbuh dan Metode Pengeringan

Perbedaan dan perkembangan tanaman dipengaruhi oleh beberapa kondisi lingkungan, salah satunya adalah faktor ketinggian. Hal ini karena perbedaan ketinggian dapat berpengaruh terhadap intensitas cahaya, suhu, kelembaban, maupun jenis tanahnya. Hal ini juga tidak dapat dipungkiri terhadap karakter maupun kandungan kimia yang terdapat pada tanaman tersebut (Arumugam, 2011).

Metode pengeringan ada yang tradisional dan juga modern. Salah satu metode pengeringan dengan tradisional adalah dengan menggunakan matahari langsung. Tentunya dalam metode ini ada kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya adalah biaya produksi rendah, sedangkan kekurangannya adalah dapat menurunkan kualitas bahan dan warnanya. Contoh metode pengeringan secara modern adalah pengeringan dengan oven dan *box dryer*. Kelebihannya adalah kualitasnya lebih

terjaga sedangkan kekurangannya memerlukan harga yang relatif tinggi (Zamharir, dkk., 2016). Dengan adanya kelebihan dan kekurangan metode pengeringan tersebut, maka metode pengeringan dengan kombinasi antara pengeringan manual dan modern juga merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan. Salah satu contoh alat yang penulis akan teliti yaitu alat pengering *hybrid* tipe rak. Berbagai jenis metode pengeringan yang digunakan dapat menghasilkan kualitas yang berbeda baik dari segi organoleptik (warna, aroma, dan rasa) maupun kandungan kimia dalam simplisia.

Perbedaan ketinggian dari suatu tempat tanaman yang dipengaruhi oleh lingkungannya akan menghasilkan kandungan kimia yang berbeda. Kandungan kimia dalam tanaman dipengaruhi oleh proses pascapanen salah satunya proses pengeringan. Pengaruh organoleptik dan asiatikosidan *C. asiatica* dengan ketinggian tempat tumbuh dan metode pengeringan berpengaruh terhadap warna dan rasa serta kadar asiatokosidan, tetapi tidak berpengaruh terhadap aroma simplisia *C. asiatica*. Tempat tumbuh ketinggian 600 mdpl dengan metode pengeringan kombinasi box dryer dan oven memberikan nilai tertinggi kadar asiatikosidan yaitu $0,94 \pm 0,07$ % (Safrina, dkk., 2019).

2.8 Karakteristik Sifat Enjiniring

Sifat enjiniring merupakan sifat dasar yang dimiliki oleh suatu bahan yang dapat dijadikan salah satu kriteria untuk menetapkan mutu dan efisiensi proses produksi. Sifat enjiniring hasil pertanian penting diketahui karena berkaitan dengan proses pengolahan, penanganan, penyimpanan dan perancangan alat-alat dalam pengembangan industri dan teknologi. Sifat enjiniring meliputi: warna, densitas curah, sudut tumpukan, daya serap air dan daya serap minyak.

2.8.1 Warna

Warna merupakan salah satu indikator penentuan mutu bahan makanan. Secara visual faktor warna tampil lebih dahulu dan terkadang sangat menentukan. Selain sebagai indikator mutu, warna juga dapat digunakan sebagai indikator kesegaran

atau kematangan. Hal ini dapat ditunjukkan dengan adanya warna yang seragam dan merata. Warna pada bahan pangan dapat diukur dengan menggunakan alat seperti spektrofotometer atau alat lain yang dirancang khusus untuk mengukur warna (Winarno, 2002).

Kandungan warna setiap bahan memiliki nilai yang berbeda-beda. Nilai warna berupa kecerahan (L) yang mempunyai nilai dari 0 (hitam) sampai 100 (putih), kandungan warna dari merah hingga hijau (a) dan kandungan warna dari kuning hingga biru (b). Nilai +a dari 0 sampai 100 untuk warna merah dan -a dari 0 sampai -80 untuk warna hijau, nilai +b dari 0 sampai 70 untuk warna kuning dan -b dari 0 sampai -50 untuk warna biru (Hartulistiyoso, dkk., 2011).

2.8.2 Densitas Curah

Densitas curah atau *bulk density* adalah massa partikel yang menempati suatu unit volume tertentu. Densitas curah merupakan ukuran jumlah massa bahan per volume yang ditempatinya termasuk ruang kosong diantara bahan. Pengukuran volume pada densitas curah dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengukur volume misalnya wadah literan (Rusmono dan Nasution, 2014).

2.8.3 Sudut Tumpukan

Menurut Khalil (2006) sudut tumpukan merupakan sudut yang terbentuk antara bidang datar dengan kemiringan tumpukan suatu bahan ketika bahan dicurahkan dari ketinggian tertentu ke bidang datar. Semakin bebas suatu bahan bergerak, maka sudut tumpukannya semakin kecil dan sebaliknya apabila sudut tumpukan tinggi, maka sifat mengalir bahan lambat.

2.8.4 Daya Serap Air

Daya serap tepung menunjukkan kemampuan tepung tersebut dalam menyerap air. Kemampuan daya serap air suatu bahan pangan seperti tepung ternyata dapat

berkurang apabila kadar air dalam tepung (*moisture*) terlalu tinggi. Selain itu, daya serap air juga dapat menentukan mutu dari suatu tepung. Tepung yang memiliki daya serap air 60% dianggap memiliki mutu yang baik. Semakin rendah daya serap airnya, maka makin rendah mutu dari tepung tersebut (Muchtadi, dkk., 2011).

2.9 Tepung Jahe

Tepung jahe merupakan bentuk hasil pengolahan lanjutan dari jahe kering dengan cara penggilingan. Pembuatan tepung ini dilakukan untuk menyeragamkan ukuran agar memudahkan dalam proses penyimpanan dan memudahkan dalam pemakaian lebih lanjut. Berdasarkan persyaratan dan keamanan standar mutu, kadar air dalam produk tepung jahe adalah 7-12 % atau rata-rata 10%. Ketentuan yang sudah umum terkait dengan ukuran partikel tepung jahe yaitu lolos ayakan 50-60 *mesh* (Sembiring dan Yuliani, 2023). Menurut Suprpti (2003) tahapan pembuatan tepung jahe dimulai dari jahe segar hasil panen dipisahkan dari batang dan dibersihkan akar serabutnya. Tanah yang melekat pada jahe dibersihkan dengan disemprot air. Setelah pencucian jahe ditiriskan di tempat yang teduh (tidak terkena sinar matahari secara langsung). Kemudian jahe disortasi atau dipilih-pilih sesuai dengan keperluan. Untuk mendapatkan tepung jahe yang berwarna kuning dilakukan proses lanjutan berupa perendaman dengan air bersih selama 12 jam, agar mempermudah pengupasan dan mencegah kerusakan jaringan di dekat kulit. Sedangkan untuk mendapatkan tepung jahe berwarna coklat, kulit tidak perlu dilakukan pengupasan. Selanjutnya jahe dipotong secara melintang dengan ketebalan ± 3 mm. Tahapan selanjutnya adalah proses pengeringan. Pengeringan dengan menggunakan sinar matahari langsung membutuhkan waktu sekitar 3 hari dan apabila menggunakan oven dengan suhu 60°C membutuhkan waktu sekitar 1 hari. Pada proses pengeringan ini bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan jahe sampai $\pm 10\%$. Jahe kering setelah pengeringan kemudian dihaluskan dengan alat penepungan dan diayak dengan ukuran 60 *mesh*. Selanjutnya dilakukan proses pengemasan tepung jahe.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Februari 2024 di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian (LDAMP) dan Laboratorium Rekayasa Bioproses Pasca Panen (LRBPP) Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pengering *hybrid* tipe rak, termometer, timbangan analitik, cawan, oven. Alat yang digunakan untuk proses penepungan blender, timbangan analitik, *box* foto, kamera *Handphone*, gelas ukur, corong, kertas putih, penggaris, *mesh* dengan ukuran saringan 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100. Bahan yang digunakan adalah jahe merah basah dan *aquades*.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan bahan jahe merah untuk proses pengeringan dan penepungan. Proses pengeringan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dan 4 perlakuan yaitu sebagai berikut:

A = Pengeringan dengan alat menggunakan cahaya matahari

B = Pengeringan dengan alat menggunakan energi listrik dan cahaya matahari
(*hybrid*)

C = Pengeringan dengan alat menggunakan energi listrik

D = Penjemuran menggunakan tampah.

Jumlah bahan baku yang digunakan adalah 18 kg, 2 kg setiap pengujian dan setiap pengujian dilakukan 3 kali ulangan, sehingga diperlukan 6 kg setiap parameter.

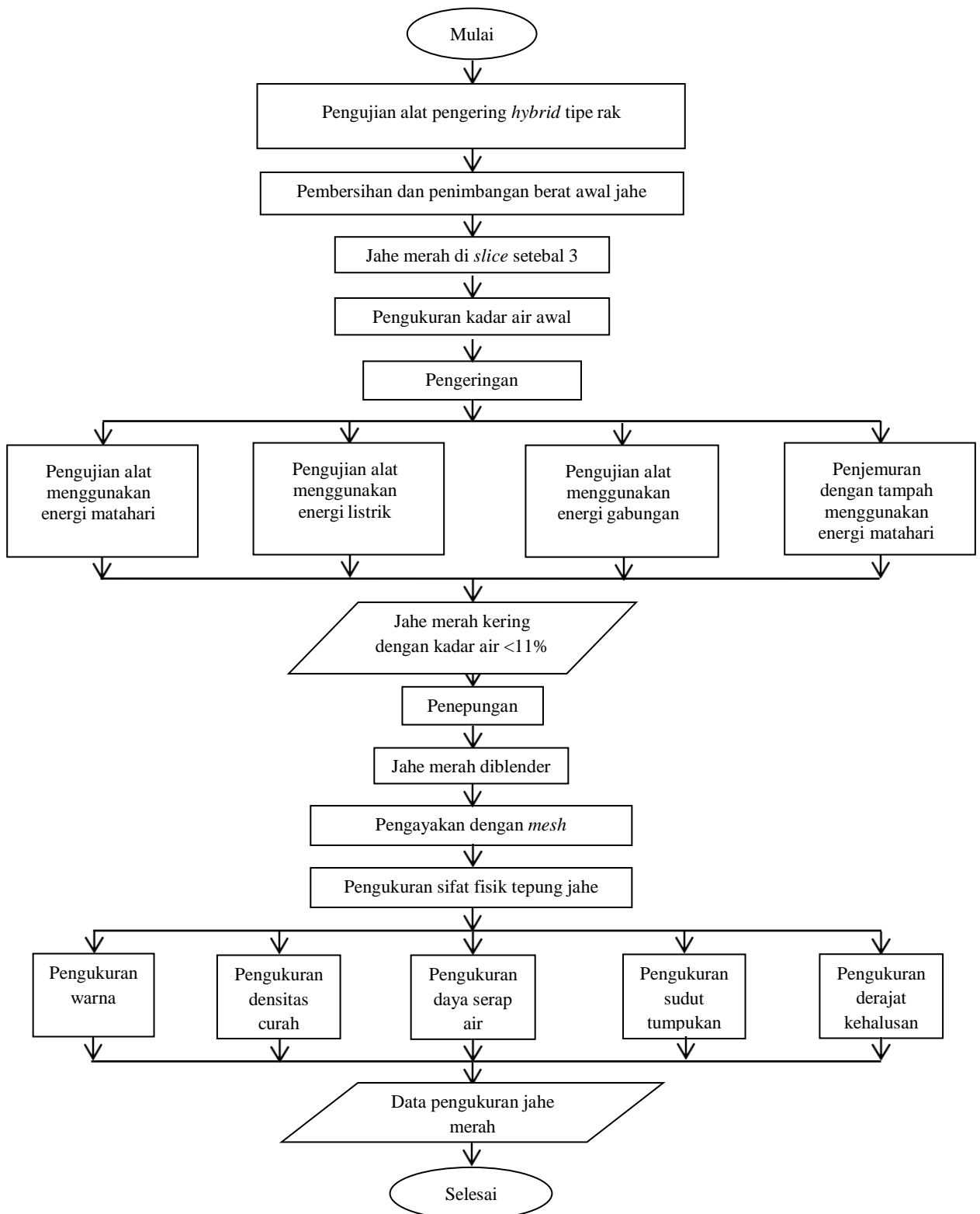
Untuk pengeringan dengan tampah dibutuhkan 200 gram jahe merah. Proses pengeringan dilakukan dengan membersihkan jahe merah selanjutnya *dislice* menggunakan pisau dengan ukuran 3 mm, untuk setiap rak terdistribusikan 200 gram jahe merah yang sudah *dislice*. Rak pengering terdapat 2 bagian yaitu 5 rak kanan (KA) dan 5 rak kiri (KI). Selama pengujian kipas pendorong dan kipas pengisap dinyalakan untuk mengalirkan udara didalam ruang pengering selama proses pengeringan.

Pengujian alat pengering *hybrid* tipe rak dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap suhu pengeringan kadar air, efisiensi pengeringan. Untuk pengamatan suhu dilakukan setiap jam perubahan suhunya dengan cara diletakkan termometer di setiap rak. Pengambilan sampel untuk uji kadar air diambil setiap 2 jam.

Proses selanjutnya yaitu proses penepungan. Penepungan dilakukan dengan cara diblender selama 5 menit. Analisis sifat enjiniring, yaitu, pengukuran warna, pengukuran densitas curah, pengukuran daya serap air, pengukuran sudut tumpukan dan pengukuran derajat kehalusan bahan. Pengamatan ini untuk mengetahui efisiensi hasil pengeringan *hybrid* tipe rak 3 perlakuan terhadap sifat enjiniring tepung jahe merah. Untuk proses terakhir yaitu analisis data dengan data statistik dan grafik dan lampiran berupa gambar dan tabel.

3.4 Prosedur Penelitian

Alat pengering *hybrid* tipe rak memiliki 10 rak pengeringan, terbagi menjadi 2 bagian, 5 rak bagian kanan adalah rak A dan 5 rak bagian kiri adalah rak B. Prosedur pengujian pada alat pengering *hybrid* tipe rak dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

3.4.1 Prosedur Pengeringan

a. Pengeringan dengan Alat Pengering Menggunakan Energi Listrik

Jahe merah yang sudah dibuat *chip* setebal 3 mm dimasukkan ke dalam setiap rak pengering, selanjutnya diratakan setiap rak. Pengeringan dilakukan dengan tidak terkena matahari langsung, *heater* pada alat pengering *hybrid* dihidupkan. Kipas pendorong dan kipas pengisap dinyalakan untuk mengalirkan udara didalam ruang pengering selama proses pengeringan. Pengeringan dilakukan sejak pukul 09.00 WIB sampai 17.00 WIB. Pengeringan dilakukan selama 12 jam sampai bahan kering.

b. Pengeringan dengan Alat Menggunakan Energi Matahari dan listrik (Hybrid)

Jahe merah yang sudah dibuat *chip* setebal 3 mm dimasukkan ke dalam setiap rak pengering, selanjutnya diratakan setiap rak. Pengeringan dilakukan dengan matahari langsung dan *heater* pada alat pengering *hybrid* dihidupkan. Kipas pendorong dan kipas pengisap dinyalakan untuk mengalirkan udara di dalam ruang pengering selama proses pengeringan. Pengeringan dilakukan sejak pukul 09.00 WIB sampai 17.00 WIB. Pengeringan dilakukan selama 14 jam sampai bahan kering.

c. Pengeringan dengan Alat Pengering Menggunakan Energi Matahari

Jahe merah yang sudah dibuat *chip* setebal 3 mm dimasukkan ke dalam setiap rak pengering, selanjutnya diratakan setiap rak. Pengeringan dilakukan dengan matahari langsung. Kipas pendorong dan kipas pengisap dinyalakan untuk mengalirkan udara didalam ruang pengering selama proses pengeringan.

Pengeringan dilakukan sejak pukul 09.00 WIB sampai 17.00 WIB. Pengeringan dilakukan selama 14 jam sampai bahan kering.

d. Penjemuran Menggunakan Tampah

Jahe merah diletakkan pada tampah di bawah sinar matahari, penjemuran dilakukan sejak pukul 09:00 WIB sampai 16:00 WIB.

3.4.2 Prosedur Pengukuran Sifat Enjiniring

a. Warna

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan *box* foto dengan pencahayaan yang sama. Tepung jahe merah diletakkan di dalam wadah kemudian difoto kemudian diukur. Pengukuran menghasilkan nilai R, G, B dilakukan menggunakan *website* untuk pengukuran nilai R, G, B menggunakan foto yang telah didapatkan dari *box* foto.

b. Kerapatan

Kerapatan atau densitas curah adalah besar turunan suatu massa dan volume. Kerapatan (*density*) adalah massa suatu bahan dibagi dengan isi (volume) bahan tersebut. Pengukuran kerapatan dilakukan dengan cara memasukkan tepung jahe merah ke dalam gelas ukur tanpa adanya proses pemadatan, kemudian dilakukan penimbangan berat tepung.

c. Daya Serap Air

Pengukuran daya serap air dilakukan dengan menimbang 5 g sampel dan dicampur dengan 50 ml *aquades* di dalam tabung reaksi kemudian dilakukan pengocokan selama 1 menit dan didiamkan selama 15 menit pada suhu ruang.

d. Sudut Tumpukan

Sudut tumpukan diukur dengan menjatuhkan tepung sebanyak 5 g pada ketinggian (15 cm) melalui corong pada bidang datar yang diberi alas kertas putih. Tinggi antara lubang corong dan bidang datar adalah 3 cm. Kemudian dilakukan pengukuran diameter pada sisi yang sama pada setiap pengukuran.

e. Derajat Kehalusan

Pengukuran derajat kehalusan butiran tepung jahe merah dilakukan dengan pengayakan menggunakan *mesh*. Hasil tepung jahe merah pada setiap perlakuan yang sudah di *blender* kemudian diayak menggunakan *mesh* dengan ukuran 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, dan 100 sampai benar-benar tidak ada lagi tepung jahe merah yang lolos pada setiap *mesh*.

3.5 Pengamatan

3.5.1 Suhu Pengeringan

Pengukuran suhu udara pengering dilakukan dengan menggunakan termometer yang diletakkan didalam alat pada rak dan termometer diluar alat untuk mengetahui suhu lingkungan dan diamati setiap jamnya.

3.5.2 Kadar Air

Perhitungan kadar air dihitung berdasarkan persamaan untuk menghitung kadar air (basis basah) adalah

$$KA(\% \text{ bb}) = \frac{W_{\text{awal}} - W_{\text{akhir}}}{W_{\text{awal}}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

KA = Kadar air bahan berdasarkan basis basah (%)

W_{awal} = Bobot sampel bahan sebelum pengeringan (g)

W_{akhir} = Bobot sampel kering (g)

3.5.3 Lama Pengeringan

Lama pengeringan adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan jahe merah, dimulai saat alat terkena matahari atau saat aliran listrik dihidupkan hingga kadar air jahe merah yang diinginkan tercapai, yaitu minimal 11 %.

a. Beban Uap Air

Beban uap air dinyatakan dalam Persamaan:

$$W_{\text{uap}} = \frac{(M_1 - M_2) 100}{(100 - M_1)(100 - M_2)} \times W_d \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

W_{uap} = beban uap air (kgH₂O)

M_1 = kadar air awal (% bb)

M_2 = kadar air akhir (% bb)

W_d = Berat padatan total (kg)

b. Laju Pengeringan

Pengeringan (M) dihitung berdasarkan persamaan:

$$M = \frac{W_{\text{uap}}}{t} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

M = Laju pengeringan (kgH₂O /jam)

T = Waktu pengeringan (jam)

w_{uap} = Beban uap air (kgH₂O)

3.6 Pengukuran Sifat Enjiniring

3.6.1 Pengukuran Warna

Pengujian warna dilakukan dengan mengambil 3 sampel pada setiap perlakuan.

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan *box* foto dengan pencahayaan

yang sama. Tepung jahe merah diletakan di dalam wadah kemudian difoto

kemudian diukur. Pengukuran menghasilkan nilai R, G, B dilakukan

menggunakan *website* untuk pengukuran nilai R, G, B menggunakan foto yang

telah didapatkan dari *box* foto.

3.6.2 Kerapatan Tepung

Densitas curah dinyatakan dalam Persamaan:

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

ρ = densitas curah (g/cm^3)

m = massa tepung (g)

v = volume (cm^3)

3.6.3 Pengukuran Daya Serap Air

Daya serap air dinyatakan dalam Persamaan:

$$(\text{ml/g}) = \frac{(d-c-a)}{c} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

d = berat tabung + bahan + air (g)

c = berat sampel (g)

a = berat tabung reaksi (g)

3.6.4 Pengukuran Sudut Tumpukan

Untuk mencari sudut tumpukan dapat menggunakan persamaan:

$$\delta = \arctan \frac{2t}{d} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

δ = sudut tumpukan ($^\circ$)

t = tinggi tumpukan (cm)

d = diameter tumpukan (cm)

3.6.5 Derajat Kehalusan

Hasil tepung jahe merah pada setiap perlakuan yang sudah digiling kemudian diayak menggunakan *mesh* dengan ukuran 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, dan 100.

3.6.6 Analisis Data

Data dari hasil pengamatan dan perhitungan seperti laju pengeringan, perubahan kadar air, suhu pengeringan, pengukuran sifat enjiniring tepung jahe merah akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini yaitu:

1. Lama waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan 6 kg jahe merah sampai kadar air 6-10% yaitu untuk pengeringan dengan alat menggunakan energi listrik memerlukan waktu selama 12 jam, untuk pengeringan dengan alat menggunakan energi listrik dan matahari (*hybrid*) memerlukan waktu selama 8 jam, dan untuk pengeringan dengan alat menggunakan energi matahari memerlukan waktu selama 14 jam, serta untuk penjemuran dengan tampah (sebagai kontrol) memerlukan waktu selama 12 jam.
2. Laju pengeringan dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu selama proses pengeringan maka semakin cepat laju pengeringan jahe merah. Laju pengeringan pada pengeringan jahe merah dengan energi listrik sebesar 4,70 kgH₂O/jam, pengeringan dengan energi listrik dan matahari (*hybrid*) sebesar 4,72 kgH₂O/jam, dan pengeringan dengan energi matahari dan sebesar 4,99 kgH₂O/jam.
4. Sifat enjiniring pada tepung jahe merah yang didapat sebagai berikut. Untuk warna jahe merah yaitu merah kecoklatan, kerapatan(densitas curah) antara 0,3172 g/cm³-0,3188 g/cm³, daya serap air antara 2,91 ml/g-4,11 ml/g, sudut tumpukan antara 45°-47,29°, derajat kehalusan antara 4,37%-5,84%.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian berikutnya:

1. Penambahan *heater* pada alat untuk mempercepat proses pengeringan dengan sumber energi listrik
2. Proses penepungan dilakukan dengan waktu yang sama agar memperoleh hasil tepung yang seragam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, A. R. 2021. *Pengeringan chip umbi porang Menggunakan Alat Pengering Hybrid Tipe Rak*. (Skripsi). Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Aidin, A., Sahiri, N., dan Madauna, I. 2016. The Effect of Rhizome Types and The Composition of Planting Media on The Growth of Red Ginger (*Zingiber Officinale* Rosc.). *J. Agrotekbis* 4: 394–402.
- Amelia, F. 2009. *Daya Saing Jahe Indonesia di Pasar Internasional*. (Skripsi). Departemen Ilmu Ekonomi, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anwar, Lanya, A. B., Haryanto, A., dan Tamrin. 2012. Rancang Bangun Alat Pengering Energi Surya Dengan Kolektor Keping Datar. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* 1: 29-36.
- Ardani, F. 2019. *Komparasi sifat eniniring bubuk jahe merah dan gajah hasil pengeringan tipe konveksi*. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Jember.
- Arumugam, T. M. 2011. Phytochemical Screening and Antibacterial Activity of Leaf and Callus Extracts of *Centella Asiatica*. Bangladesh. *Journal Pharmacol* 6: 55-60.
- Astawa, K., Sucipta, M., dan Negara, I. P. G. A. 2011. *Analisa Performasi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe*. Diakses pada 3 September 2023.
- Azki, D. V. 2022. *Indonesia Produksi 307,2 Ribu Ton Jahe pada 2021*. Databoks. Diakses pada tanggal 28 Agustus 2023.
- BPS. 2023. *Produksi Jahe di Indonesia*. <https://www.bps.go.id/>. Diakses pada tanggal 28 Agustus 2023.

- Buckle, K. A., Edwards, R. A., Fleet, G. H., Wootton, M. 1987. *Ilmu Pangan*. UI Press. Jakarta.
- Bulfiah, S. N. F. 2021. Manfaat Jahe Merah dalam Menurunkan Kadar Kolesterol Darah. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional* 3: 81–88.
- Clooke. 2022. *Cara Budidaya Jahe Merah bagi Pemula*. Di akses Mei 2024.
- Daulay, A. S. 2017. Usaha Produk Minuman Kesehatan Jahe Merah Instan Di Kelurahan Binjai Kecamatan Medan Denai. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 1: 1–5.
- Dhanika, R. N. 2010. *Studi Keragaan Mesin Pengering Sistem Hybrid pada Pengolahan Mocaf (Modified Cassava Flour)*. Malang.
- Depkes RI. 2008. *Farmakope Herbal Indonesia*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.
- Fadilah, Distantina, S., Pratiwi, D., Muliapakarti, R., Danarto, Y., Wiratni, dan Fahrurrozi, M. 2010. *Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Kecepatan Pengeringan Dan Kualitas Karagenan Dari Rumput Laut Eucheuma Cottonii*. Prosiding Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Fathona, D. 2011. *Kandungan Gingerol dan Shogaol, Intensitas Kepedasan dan Penerimaan Panelis terhadap Oleoresin Jahe Gajah (Zingiber officinale Var. Roscoe), Jahe Emprit (Zingiber officinale var. Amarum), dan Jahe Merah (Zingiber officinale var. Rubrum)*. (Skripsi). Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fauzan, S., Rahmadani, D. F., Devi, L. S., Akyun, Q., dan Aulia, W. 2020. Pemberdayaan Masyarakat Desa Seketi Melalui Inovasi Olahan Jahe Merah. *Jurnal Pengabdian* 2: 65–68.
- Handayani, S. U., Rahmat, dan Darmanto, S. 2014. Uji Unjuk Kerja Sistem Pengering Dehumidifer. *Jurnal UNDIP* 34: 232–238.
- Hartulistiyoso, E., Hasbulah, R., dan Priyana E. 2011. Pengeringan Lidah Buaya (Aloe Vera) Menggunakan Oven Gelombang Mikro (Microwave Oven). *Jurnal Keteknik Pertanian* 2: 141-146.
- Khalil. 2006. Pengaruh Penggilingan dan Pembakaran terhadap Kandungan Mineral dan Sifat Fisik Kulit Pensi (*Corbiculla Sp*) untuk Pakan. Media Peternakan. *Jurnal Peternakan Universitas Andalas* 2 : 70-75.
- Kusumah dan Angga, M. 2018. *Konversi Bahan Agribisnis Pengolahan Hasilpertanian*. Diakses pada tanggal 28 Agustus 2023.

- Mentari, B., Nurba, D., dan Khatir, R. 2017. Karakteristik Pengeringan Jahe Merah (*Zingiber officinale* Roscoe) dengan Metode Penjemuran dan Menggunakan Alat Pengering Tipe Hohenheim. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah 2*: 439–448.
- Mucas dan Deslina. 1993. Potensi dan Prospek Ekspor Jahe di Provinsi Lampung. Balai Penelitian tanaman rempah dan obat. *Natar.Bttl. Littre 7*: 2.
- Muchtadi, T., Sugiyono, dan Fitriyono, A. 2011. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. alfabeta. Bandung.
- Nurdin, S., Suharyono, U., dan Rizal, S. 2008. Karakteristik Fungsional Polisakarida Pembentuk Gel Daun Cincau Hijau (*Premna Oblongifolia* Merr.). *Jurnal Teknologi Dan Industri Hasil Pertanian 1*: 4-9.
- Nursanti, L. S. 2010. *Pengeringan Biji Kakao Menggunakan Alat Pengering Hybrid Tipe Rak*. (Skripsi). Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Palupi, N. R. 2018. *Sifat eniniring tepung jahe merah hasil pengeringan microwave*. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Jember.
- Priastuti, R. C., Tamrin, dan Suhandy, D. 2016. Pengaruh arah dan ketebalan irisan kunyit terhadap sifat fisik tepung kunyit yang dihasilkan. *Jurnal Teknik Pertanian 2*: 101-108.
- Priyatno. 2011. *Buku Saku SPSS*. MediaKom. Yogyakarta.
- Rachmawan, O. 2001. *Pengeringan, Pendinginan dan Pengemasan Komoditas Pertanian*. Depdiknas. Jakarta.
- Rachmawati, R. 2001. *Terumbu Buatan (Artificial Reef)*. Pusat Riset Teknologi Kelautan Badan Riset Kelautan dan Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. Indonesia. 50 hlm.
- Rahmawati, A., dan Kusnul, Z. 2021. Potensi Kompres Hangat Jahe Merah Sebagai Terapi komplementer Terhadap Pengurangan Nyeri Arthritis Gout Potential of Red Ginger Warm Compress as a Complementary Therapy for Gouty Arthritis Pain Reduction. *Jurnal Ilmiah Pamenang JIP 3*: 7–12.
- Redi, I. W. 2019. Manfaat Jahe Untuk Kesehatan. *Widya Kesehatan 2*: 39–43.
- Rusmono, M., dan Nasution, Z. 2014. *Sifat Fisik dan Bahan Kimia Bahan Baku Industri*. Diakses 3 September 2023.

- Safrina, d., Brotojoyo, E., dan Kamila, I. 2019. Pengaruh Ketinggian Tempat Tumbuh dan Pengeringan Terhadap Organoleptik dan Kadar Asiatikosid Pegagan (*Centella asiatica* (L) Urb). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* 3: 8-213
- Sari, F. K. 2024. *Mempelajari proses pengeringan kunyit (Curucuma domestica. Val) guna uji lanjutan terhadap sifat fisik tepung kunyit yang dihasilkan menggunakan alat pengering hybrid tipe rak.* (Skripsi). Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Sembiring, B. S., dan Yuliani, S. 2023. *Penanganan dan Pengolahan Rimpang Jahe.* Diakses 3 September 2023.
- Srikandi, S., Humaeroh, M., dan Sutamihardja, R. 2020. Kandungan *Gingerol dan shogaol* Dari Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Roscoe.) Dengan Metode Maserasi Bertingkat. *Al-Kimiya* 2: 75–81.
- Suprapti, M. L. 2003. *Aneka Awetan Jahe.* Kanisius. Yogyakarta.
- Tamrin. 2018. *Teknik Pengeringan.* Anugrah Utama Raharja. Bandarlampung.
- Tejasari, Zakaria, F. R., dan Sajuthi, D. 2002. Aktivitas Stimulasi Komponen Bioaktif Rimpang Jahe(*Zingiber officinale* Roscoe.) Pada Sel Limfosit B Manusia Secara InVitro. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan* 1: 47-53.
- Waluyo, S., Saputra, T. W., dan Permatahati, N. 2021. Mempelajari Karakteristik Fisik Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) pada Suhu Pengeringan yang Berbeda. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* 2: 200-208.
- Warji and Tamrin. 2021. Hybrid Dryer of Cassava Chip s. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.* 757 012027.
- Wicaksono, A. P. 2015. Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber Officinale*) terhadap Kadar Glukosa Darah Puasa. *Majority* 7: 97–102.
- Wilda dan Panorama. 2020. Warm Compress Of Ginger on Changes in Pain Elderlywith Gout Arthritis. *Journal of Ners Community* 11: 1.
- Winarno, F. G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi.* Gramedia. Jakarta.
- Winarno, F. G., dan Fardiaz, D. 1980. *Pengantar teknologi pangan.* Gramedia. Jakarta.
- Wirakartakusumah, S., Arpah, S., dan Budiwati. 1992. *Peralatan dan Unit Proses Industri Pangan.* Intsitut Pertanian Bogor. Bogor.

Yusuf dan Supriyadi. 2017. *Analisa Pengeringan Ubi Kayu dengan Multipurpose Rotary Machine*. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.

Zamharir, Sukmawaty dan Priyati, A. 2016. Analisis Pemanfaatan Energi Panas pada Pengeringan Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan Menggunakan Alat Pengering Efek Rumah Kaca (ERK). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. 2: 264- 274.

Zulfan, I., Mulyani, H. S., dan Yudhapramesti, P. 2018. Pelatihan Kewirausahaan Melalui Budidaya Jahe Merah bagi Warga di Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 2: 4.