

**MEMPELAJARI PROSES PENGERINGAN KUNYIT (*Curcuma domestica*  
Val) DAN SIFAT FISIK TEPUNG YANG DIHASILKAN**

(Skripsi)

Oleh

**FADILAH KURNIASARI**

**2014071021**



**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS LAMPUNG**

**BANDARLAMPUNG**

**2024**

**MEMPELAJARI PROSES PENGERINGAN KUNYIT (*Curcuma domestica*  
Val) DAN SIFAT FISIK TEPUNG YANG DIHASILKAN**

**Oleh**

**Fadilah Kurniasari**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

**SARJANA TEKNIK**

Pada

Jurusan Teknik Pertanian

Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS LAMPUNG**

**BANDARLAMPUNG**

**2024**

## **ABSTRACT**

### **STUDYING THE DRYING PROCESS OF TURMERIC (*Curcuma domestica* Val) AND THE PHYSICAL PROPERTIES OF THE PRODUCED FLOUR**

**By**

**Fadilah Kurniasari**

Currently, the public's tendency to consume traditional medicines is quite high, based on the existing potential, the medicinal product that can be widely developed is the turmeric plant. Turmeric stored in dry powder form has a lower curcumin content than fresh turmeric, namely containing 3-5% curcumin. Therefore, storing turmeric in powder form with a low water content is one way to maintain the quality of turmeric. This research was carried out with three treatments with three repetitions, including drying with a tool using solar energy, drying with a tool using electrical energy, drying with a tool using solar energy and electrical energy (*hybrid*), and drying using a winch (as a control). . Observations carried out to determine the physical properties of the turmeric flour produced were in the form of color measurements, bulk density measurements, air absorption measurements, stack angle measurements, and measurements of the degree of fineness of the material.

Based on the results of the tests carried out, drying using solar and electric energy (*hybrid*) takes 8 hours, followed by testing using electric energy which takes 10 hours. The flouring process is carried out by blending dried turmeric for 5 minutes. The drying rate is influenced by temperature, the higher the temperature during the drying process, the faster the drying rate of turmeric. The drying rate

for drying turmeric with solar energy was 10,01 kgH<sub>2</sub>O/hour, drying with electrical energy was 10,42 kgH<sub>2</sub>O/hour, and drying with solar and electrical energy (hybrid) was 9,99 kgH<sub>2</sub>O/hour. The temperature and type of treatment carried out during the turmeric drying process did not have a significant effect on the turmeric flour produced.

Key words: turmeric, drying, hybrid, flour.

## **ABSTRAK**

### **MEMPELAJARI PROSES PENGERINGAN KUNYIT (*Curcuma domestica* Val) DAN SIFAT FISIK TEPUNG YANG DIHASILKAN**

**Oleh**

**Fadilah Kurniasari**

Saat ini kecenderungan masyarakat untuk mengkonsumsi obat-obatan tradisional cukup tinggi, berdasarkan potensi yang ada, produk obat dapat dikembangkan secara luas adalah tanaman kunyit. Mulai dari kunyit yang disimpan dalam bentuk bubuk kering memiliki kandungan kurkumin yang lebih rendah dari kunyit segar yaitu mengandung 3-5% kurkumin. Oleh karena itu, penyimpanan kunyit dalam bentuk bubuk yang rendah kadar air merupakan salah satu cara untuk mempertahankan mutu kunyit. Penelitian ini dilakukan dengan tiga perlakuan sebanyak tiga kali pengulangan, antara lain Pengeringan dengan alat menggunakan energi matahari, Pengeringan dengan alat menggunakan energi listrik, Pengeringan dengan alat menggunakan energi matahari dan energi listrik (*hybrid*), dan Pengeringan dengan penjemuran menggunakan tampah (sebagai kontrol). Pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui sifat fisik tepung kunyit yang dihasilkan berupa pengukuran warna, pengukuran kepadatan curah, pengukuran daya serap udara, pengukuran sudut tumpukan, dan pengukuran derajat kehalusan bahan.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik (*hybrid*) membutuhkan waktu 8 jam, selanjutnya diikuti dengan pengujian menggunakan energi listrik yang membutuhkan waktu 10 jam.

Proses penepungan dilakukan dengan memblender kunyit yang telah dikerigkan selama 5 menit. Laju pengeringan dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu selama proses pengeringan maka semakin cepat laju pengeringan kunyit. Laju pengeringan pada pengeringan kunyit dengan energi matahari sebesar 10,01 kgH<sub>2</sub>O/jam, pengeringan dengan energi listri sebesar 10,42 kgH<sub>2</sub>O/jam, dan pengeringan dengan energi matahari dan listrik (*hybrid*) sebesar 9,99 kgH<sub>2</sub>O/jam. Suhu dan jenis perlakuan yang dilakukan selama proses pengeringan kunyit tidak berpengaruh signifikan terhadap hasil tepung kunyit yang dihasilkan.

Kata kunci: kunyit, pengeringan, *hybrid*, penepungan.

Judul Skripsi : MEMPELAJARI PROSES PENGERINGAN  
KUNYIT (*Curcuma domestica* Val) DAN SIFAT  
FISIK TEPUNG YANG DIHASILKAN

Nama Mahasiswa : **Fadilah Kurniasari**

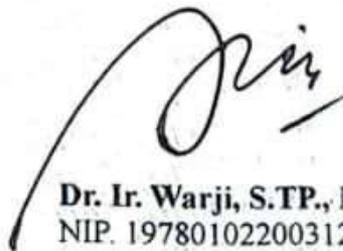
Nomor Pokok Mahasiswa : 2014071021

Program Studi : Teknik Pertanian

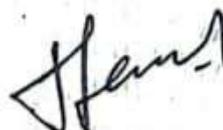
Fakultas : Pertanian

### MENYETUJUI

#### 1. Komisi Pembimbing

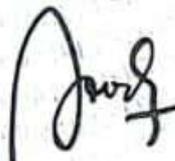


**Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.**  
NIP. 197801022003121001



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

#### 2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian



**Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.**  
NIP. 19621010989021002

MENGESAHKAN

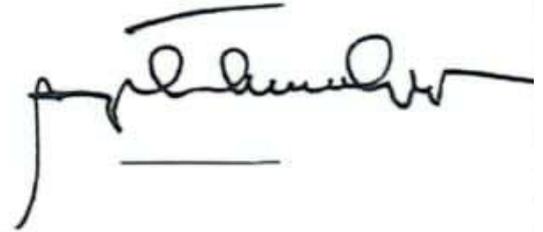
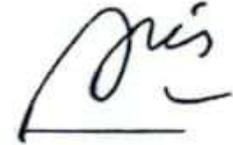
I. Tim Penguji

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

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

Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M.S.



Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kusyanta Futas Hidayat, M.P.  
NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 22 Februari 2024

## PERNYATAAN HASIL KARYA TULIS

Saya Fadilah Kurniasari dengan Nomor Pokok Mahasiswa (NPM) 2014071021. Menyatakan dengan ini 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, 21 Maret 2024  
Penulis

  
  
Fadilah Kurniasari  
2014071021

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Beringin Jaya Kecamatan Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan, pada hari Senin, 13 Januari 2003. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, dari putri Bapak Purwanto dan Ibu Maesaroh. Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar di SDN Bumi Agung, lulus pada tahun 2015. Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Kalianda, lulus pada tahun 2018. Sekolah Menengah Atas di SMAN 2 Kalianda, lulus pada tahun 2020. Tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif berorganisasi di organisasi kemahasiswaan, tingkat Jurusan Teknik Pertanian sebagai anggota pengurus Bidang Informasi dan Komunikasi (INFOKOM) Perhimpunan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di desa Gunung Cahya, Kecamatan Pakuan Ratu, Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung pada bulan Januari – Februari 2023. Penulis juga telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Perkebunan Nusantara VII Unit Rejosari - Pematang Kiwah, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung selama 40 hari pada bulan Juni-Agustus 2023 dengan mengambil judul kajian "Manajemen Pemanenan Kelapa Sawit di PT Perkebunan Nusantara VII Unit Rejosari – Pematang Kiwah Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan".

**Alhamdulillahirobbil'aalamin...**

**Segala puji bagi Allah SWT, sebagai wujud, kasih sayang, bukti tulus, bentuk  
rasa bersyukur dari kerja keras dan doa dari setiap yang engkau ucapkan  
kupersembahkan Skripsi ini**

**Kepada :**

Diri sendiri yang telah bertahan sampai hari ini walaupun selalu diiringi dengan tangisan - tangisan kecil. Dan kepada kedua orangtua terhebatku yang tidak pernah berhenti melangitkan doa – doa beserta kasih sayang untuk putri kecilnya, serta kepada kakak dan adikku tercinta yang selalu memberikan kasih sayang hangatnya.

## SANWACANA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala anugerah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ MEMPELAJARI PROSES PENGERINGAN KUNYIT (*Curcuma domestica* Val) DAN SIFAT FISIK TEPUNG YANG DIHASILKAN ” 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. Ibu Prof. Dr. Lusmeilia Afriani, D.E.A.,I.P.M., ASEAN Eng. selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
4. Bapak Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Pertama yang telah memberikan bimbingan, saran, masukan, serta motivasi;
5. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah membimbing, memberikan saran, arahan dan dorongan selama masa penyelesaian skripsi;
6. Bapak Dr. Ir. Spto Kuncoro, M.S., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan kritik untuk perbaikan dalam menyelesaikan skripsi ini;

7. 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;
8. Bapak Purwanto dan Ibu Maesaroh yang selalu memberikan kasih sayang, semangat, dan nasihat selama melaksanakan kuliah dan selama menyelesaikan skripsi ini, serta doa yang tidak pernah putus untuk keberhasilan penulis;
9. Mutiara Rohmah, S.Pd. selaku kakak penulis dan Alif Habibi Kurniawan, selaku adik penulis terimakasih telah memberikan kasih sayang hangat selama ini kepada penulis;
10. Firnando Anggi Setiawan, S.T. sebagai seorang motivator untuk penulis dalam menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini;
11. Rossi Wulandari selaku partner yang kebersamai penulis sejak masuk di Jurusan Teknik Pertanian sampai menyelesaikan skripsi ini;
12. Sahabat seperjuangan penulis Faadiyah Nurul Azmi, Salsabila Nurhaq, Taruli Situmorang, dan Iddah Rizkiana yang telah menemani, memberikan bantuan, doa, saran, masukan, semangat serta motivasi kepada penulis;
13. Teman-teman seperjuangan Teknik Pertanian 2020 yang telah kebersamai dari awal sampai akhir perkuliahan;
14. 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, 21 Maret 2024  
Penulis,

Fadilah Kurniasari

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Tanaman Kunyit ( <i>Curcuma domestica</i> Val).....	6
2.2 Morfologi Kunyit .....	7
2.3 Kandungan Kunyit.....	8
2.4 Manfaat Kunyit.....	9
2.5 Tepung Kunyit .....	9
2.6 Sifat Fisik Suatu Bahan .....	10
2.6.1 Warna .....	10
2.6.2 Densitas Curah.....	10
2.6.3 Sudut Tumpukan.....	10
2.6.4 Daya Serap Air.....	11

2.6.5 Derajat Kehalusan.....	11
2.7 Pengeringan .....	11
2.7.1 Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengeringan .....	12
2.8 Pengeringan <i>Hybrid</i> .....	14
2.9 Alat Pengering Tipe Rak.....	14
2.9.1 Rancangan Struktural Alat Pengering Tipe Rak .....	15
2.9.2 Rancangan Fungsional Alat Pengering Tipe Rak .....	17
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	18
3.2 Alat dan Bahan .....	18
3.3 Metode Penelitian.....	18
3.4 Prosedur Penelitian .....	20
3.5 Parameter Pengamatan .....	23
3.5.1 Suhu Pengeringan .....	23
3.5.2 Lama Pengeringan .....	23
3.6 Analisis Efisiensi .....	24
3.6.1 Beban Uap Air .....	24
3.6.2 Laju Pengeringan .....	24
3.6.3 Kadar Air .....	24
3.7 Pengukuran Sifat Fisik Tepung Kunyit .....	25
3.7.1 Pengukuran Warna .....	25
3.7.2 Kerapatan Tepung .....	25
3.7.3 Pengukuran Daya Serap Air.....	25
3.7.4 Pengukuran Sudut Tumpukan.....	26
3.7.5 Derajat Kehalusan.....	26
3.8 Analisis Data.....	27

<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Pengujian Kinerja Alat Menggunakan Bahan (Kunyit).....	28
4.1.1 Pengujian Kinerja Alat dengan Beban Menggunakan Energi Matahari.....	29
4.1.2 Pengujian Kinerja Alat dengan Beban Menggunakan Energi Listrik...	30
4.1.3 Pengujian Kinerja Alat dengan Beban Menggunakan Energi Matahari dan Listrik ( <i>Hybrid</i> ).....	32
4.1.4 Penjemuran dengan Tampah Menggunakan Energi Matahari (Tradisional) .....	33
4.2 Kadar Air .....	34
4.2.1 Penurunan Kadar Air Bahan dengan Alat Pengering Menggunakan Energi Matahari .....	35
4.2.2 Penurunan Kadar Air Bahan dengan Alat Pengering Menggunakan Energi Listrik.....	36
4.2.3 Penurunan Kadar Air Bahan dengan Alat Pengering Menggunakan Energi Matahari dan Listrik ( <i>Hybrid</i> ).....	38
4.2.4 Penjemuran dengan Tampah (Tradisional) Menggunakan Energi Matahari.....	39
4.3 Lama Pengeringan.....	42
4.4 Laju Pengeringan.....	42
4.3 Pengukuran Sifat Fisik Tepung Kunyit .....	43
4.3.1 Pengukuran Warna .....	43
4.3.2 Kerapatan Tepung .....	44
4.3.3 Daya Serap Air.....	46
4.4.4 Sudut Tumpukan.....	47
4.4.5 Derajat Kehalusan.....	48

<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>50</b>
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
1.	Lama Pengeringan.....	42
2.	Laju Pengeringan .....	43
<i>Lampiran</i>		
3.	Perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi matahari ulangan 1 (°C) .....	57
4.	Perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi matahari ulangan 2 (°C) .....	57
5.	Perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi matahari ulangan 3 (°C) .....	58
6.	Perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi listrik ulangan 1 (°C) .....	58
7.	Perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi listrik ulangan 2 (°C) .....	59
8.	Perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi listrik ulangan 3 (°C) .....	59
9.	Perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi matahari dan listrik ( <i>hybrid</i> ) ulangan 1 (°C) .....	60
10.	Perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi matahari dan listrik ( <i>hybrid</i> ) ulangan 2 (°C).....	60
11.	Perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi matahari dan listrik ( <i>hybrid</i> ) ulangan 3 (°C).....	61
12.	Perubahan suhu pada penjemuran dengan tampah (tradisional) menggunakan energi matahari (°C).....	61
13.	Data kadar air pada pengeringan menggunakan energi matahari ulangan 1 ...	62
14.	Data kadar air pada pengeringan menggunakan energi matahari ulangan 2 ...	63
15.	Data kadar air pada pengeringan menggunakan energi matahari ulangan 3 ...	64

16. Data kadar air pada pengeringan menggunakan energi listrik ulangan 1 .....	66
17. Data kadar air pada pengeringan menggunakan energi listrik ulangan 2 .....	67
18. Data kadar air pada pengeringan menggunakan energi listrik ulangan 3 .....	69
19. Data kadar air pada pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik ( <i>hybrid</i> ) ulangan 1 .....	70
20. Data kadar air pada pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik ( <i>hybrid</i> ) ulangan 2 .....	72
21. Data kadar air pada pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik ( <i>hybrid</i> ) ulangan 3 .....	73
22. Data pengukuran kerapatan tepung energi matahari .....	75
23. Data pengukuran kerapatan tepung energi listrik .....	75
24. Data pengukuran kerapatan tepung energi matahari dan listrik ( <i>hybrid</i> ) .....	75
25. Data pengukuran daya serap air energi matahari .....	75
26. Data pengukuran daya serap air energi Listrik .....	76
27. Data pengukuran daya serap air energi matahari dan listrik .....	76
28. Data pengukuran derajat kehalusan energi matahari sampel 1 .....	76
29. Data pengukuran derajat kehalusan energi matahari sampel 2 .....	77
30. Data pengukuran derajat kehalusan energi matahari sampel 3 .....	77
31. Data pengukuran derajat kehalusan energi listrik sampel 1 .....	77
32. Data pengukuran derajat kehalusan energi listrik sampel 2 .....	78
33. Data pengukuran derajat kehalusan energi listrik sampel 3 .....	78
34. Data pengukuran derajat kehalusan energi matahari dan listrik sampel 1 .....	78
35. Data pengukuran derajat kehalusan energi matahari dan listrik sampel 2 .....	79
36. Data pengukuran derajat kehalusan energi matahari dan listrik sampel 3 .....	79
37. Data pengukuran warna .....	79
38. Data pengukuran sudut tumpukan energi matahari .....	80
39. Data pengukuran sudut tumpukan energi listrik .....	80
40. Data pengukuran sudut tumpukan energi matahari dan listrik ( <i>hybrid</i> ) .....	80

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Tanaman kunyit (Roihatul, 2015).....	6
2.	Alat pengering tipe rak.....	15
3.	Diagram alir .....	21
4.	Proses pengeringan kunyit .....	28
5.	Grafik rata-rata perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi matahari.....	30
6.	Grafik rata-rata perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi listrik .....	31
7.	Grafik rata-rata perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi matahari dan listrik ( <i>hybrid</i> ) .....	33
8.	Grafik rata-rata perubahan suhu pada penjemuran dengan menggunakan energi matahari (tradisional) .....	34
9.	Grafik rata-rata penurunan kadar air pada pengujian alat dengan bahan menggunakan energi matahari.....	36
10.	Grafik rata-rata penurunan kadar air pada pengujian alat dengan bahan menggunakan energi listrik.....	37
11.	Grafik rata-rata penurunan kadar air pada pengujian alat dengan bahan menggunakan energi matahari dan listrik ( <i>hybrid</i> ).....	39
12.	Grafik rata-rata penurunan kadar air pada penjemuran dengan tampah (tradisional) menggunakan energi matahari.....	40
13.	Grafik rata-rata penurunan kadar air seluruh perlakuan .....	41
14.	Indeks warna RGB pada tepung kunyit .....	44
15.	Grafik kerapatan tepung kunyit.....	45
16.	Daya serap air tepung kunyit.....	46
17.	Nilai sudut tumpukan tepung kunyit.....	47
18.	Nilai derajat kehalusan tepung kunyit.....	49

*Lampiran*

19. Pengirisan kunyit menjadi irisan tipis .....	84
20. Penjemuran dengan alat .....	84
21. Penjemuran dengan tampah .....	85
22. Pengukuran suhu didalam rak .....	85
23. Pengukuran suhu lingkungan .....	86
24. Pengemasan kunyit kering .....	86

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang mempunyai kekayaan keragaman hayati nomor 2 terbesar di dunia setelah Brazil, terdapat 40000 jenis tumbuhan dan sekitar 1300 tumbuhan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai obat tradisional (WWF, 2009).

Diantaranya adalah biofarmaka, bahan ini bermanfaat dalam aspek *medis* (kesehatan) secara langsung maupun tidak langsung. Sekarang ini ada kecenderungan masyarakat untuk mengkonsumsi obat tradisional cukup tinggi, karena adanya perubahan gaya hidup *back to nature* dan mahalnya obat-obatan modern yang membuat permintaan tanaman obat semakin tinggi, tidak hanya di Indonesia tetapi juga dunia (Salim dan Munadi, 2017). Berdasarkan potensi yang ada, produk obat dapat dikembangkan secara luas, salah satu jenis tanaman yang berpotensi adalah kunyit.

Kunyit merupakan tanaman suku temu-temuan dengan nama latin *Curcuma longa* Koen atau *Curcuma domestica* Val. Senyawa utama yang terkandung dalam rimpang kunyit adalah senyawa kurkuminoid, yang memberikan warna kuning pada kunyit. Kurkuminoid menjadi pusat perhatian para peneliti yang mempelajari keamanan, sifat antioksidan, antiinflamasi, efek pencegah kanker, ditambah kemampuannya menurunkan resiko serangan jantung (Asghari et al., 2009). Zat yang terkandung dalam kunyit adalah kandungan lemak 1–3%, karbohidrat 3%, protein 30%, pati 8%, vitamin C 45–55%, zat besi, fosfor, dan kalsium. *Curcumin* (1,7-bis (4-hidroksi- 3-metoksifenil)-1E,6Eheptadiene-3,5-dione atau diferuloyl metan), yang dihasilkan dapat digunakan sebagai obat pada penyakit diabetes dan gagal ginjal (Trujillo et al., 2013).

Kandungan air pada kunyit yang cukup tinggi yaitu  $\pm 80\%$  (Basri & Perkasa, 2019) menyebabkan kunyit mudah mengalami kerusakan sehingga perlu adanya upaya penanganan pascapanen yang akan menambah umur simpan kunyit. Menurut Priastuti et al. (2016), kunyit yang disimpan dalam bentuk bubuk kering memiliki kandungan kurkumin yang lebih rendah daripada kunyit segar yaitu mengandung 3-5% kurkumin. Oleh karena itu, penyimpanan kunyit dalam bentuk bubuk yang rendah kadar air merupakan salah satu cara untuk mempertahankan mutu kunyit. Selain arah irisan dan ketebalan irisan kunyit, faktor suhu pengeringan juga berpengaruh terhadap bahan yang dikeringkan (Lisa et al., 2015).

Pengolahan kunyit menjadi tepung atau serbuk kunyit sudah banyak dilakukan, namun belum ada yang melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh metode pra penepungan terhadap bagian bahan kunyit yang memiliki kualitas lebih unggul dalam hal kadar kurkuminoid sebagai parameter kualitas. Salah satu cara yang digunakan untuk membuat kunyit menjadi produk yang diserbukkan ialah kunyit dikeringkan dan dilakukan penepungan terlebih dahulu. Inti pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan (Adawyah, 2008).

Tepung kunyit biasanya terbuat dari rimpang jari (*finger*) kering, umbi (*bulb*) atau rimpang belah (*split*) dan irisan kering. Bubuk kunyit sangat bermanfaat di berbagai industri antara lain untuk bahan baku industri obat-obatan, jamu, kosmetik dan pewarna tekstil. Bubuk kunyit merupakan produk olahan kunyit yang menambah nilai jual kunyit. Selain itu juga dapat diekspor dengan nilai jual yang tinggi karena kemungkinan rusaknya kecil. Bahan baku tepung kunyit adalah kunyit yang telah dikeringkan, untuk skala industri kunyit yang dikeringkan harus seragam sehingga dapat diperoleh bubuk kunyit yang berkualitas. Kunyit yang kering seragam biasanya diperoleh dari pengeringan menggunakan pengering buatan. Kunyit yang telah dikeringkan digiling dengan mesin penghancur (*grinder*), dan dilakukan pengayakan hingga diperoleh tingkat kehalusan dengan mesh nomor 60 – 80 (Winarto dan Tim Lentera, 2004).

Pengeringan merupakan salah satu proses pascapanen yang umum dilakukan pada berbagai produk pertanian yang bertujuan untuk menurunkan kadar air bahan sampai tingkat yang aman untuk penyimpanan atau digunakan pada proses lainnya. Hampir seluruh pengeringan pada produk pertanian dilakukan dengan proses termal. Proses pengeringan produk pertanian yang banyak dilakukan oleh petani adalah dengan cara penjemuran yaitu dengan menghamparkan produk di lantai jemur atau di pinggir jalan. Cara ini memiliki banyak kelemahan, selain dibutuhkan lahan yang luas, produk juga dapat terkontaminasi oleh debu, kotoran dan polusi kendaraan (penjemuran di pinggir jalan). Selain itu, kondisi iklim sangat mempengaruhi proses pengeringan terutama pada keadaan mendung atau hujan sehingga produk harus dipindah-pindahkan, serta memerlukan waktu yang lama bila produk yang dikeringkan dalam jumlah besar (Syaiful dan Hargono, 2009).

Pengeringan merupakan terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan (Siallagan, 2009; Yao, 2016; Xie et al., 2017). Pengeringan juga bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan sampai batas perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau bahkan terhenti (Morgan et al., 2006; Fadilah et al., 2010; Lorentzen et al., 2015). Dengan demikian, bahan yang dikeringkan mempunyai waktu simpan lebih lama (Adawyah, 2008; Sangwan et al., 2012; Chan et al., 2013).

Keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan pengering buatan yakni kondisi pengeringan terkontrol dan waktu pengeringan bisa lebih cepat dengan tidak bergantung oleh cuaca, sehingga menghasilkan produk yang berkualitas baik (Boniglia et al., 2009; Asriyanti, 2013; Schaarschmidt, 2016). Ciri-ciri waktu pengeringan sudah berakhir apabila simplisia dapat dipatahkan dengan mudah dengan kadar air  $\pm$  8-10%. Kualitas simplisia dengan kadar air tersebut cukup baik untuk pengolahan lebih lanjut dan penyimpanan (Dhanalakshmi dan Bhattacharya, 2014; Borah et al., 2015; Kusumaningrum et al., 2015; Hmar et al., 2017).

Pengeringan produk dapat dilakukan dengan dua cara, pertama penjemuran di bawah sinar matahari sebagai energi panas dan kedua dengan menggunakan alat pengering. Pengeringan dengan cara penjemuran bahan di bawah sinar matahari sangat tergantung pada cuaca, suhu dan kelembaban. Pengeringan dengan menggunakan alat pengering akan menghasilkan mutu yang lebih baik dibandingkan dengan dikeringkan langsung di bawah matahari. Pengeringan dengan alat pengering umumnya memiliki lama pengeringan yang lebih cepat, semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin cepat laju pengeringan serta dapat lebih mempertahankan warna bahan yang dikeringkan (Arifin, 2011).

Pengeringan *hybrid* merupakan pengeringan yang menggunakan dua atau lebih sumber energi untuk proses penguapan air. Teknologi ini merupakan alternatif teknologi 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 di dalam ruang pengering dan menyebabkan suhu meningkat, kenaikan suhu ruang akan menguapkan air yang terkandung dalam bahan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan kunyit dengan alat pengering tipe rak?
2. Bagaimana perbandingan laju pengeringan kunyit yang dikeringkan menggunakan alat tradisional dan menggunakan alat pengering tipe rak?
3. Bagaimana sifat fisik tepung kunyit yang dihasilkan melalui proses pengeringan menggunakan alat pengering tipe rak?
4. Tingkat efisiensi alat pengering tipe rak untuk mengeringkan kunyit?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui lama pengeringan kunyit menggunakan alat pengering tipe rak dan menganalisis sifat fisik tepung yang dihasilkan (warna, densitas curah, derajat kehalusan, sudut tumpukan, dan daya serap air) melalui proses pengeringan kunyit menggunakan alat pengering tipe rak dengan sumber energi sinar matahari, pengeringan menggunakan alat pengering tipe rak dengan energi listrik, pengeringan dengan alat pengering tipe rak menggunakan sinar matahari dan energi listrik (*hybrid*), serta penjemuran secara langsung (cara konvensional) sebagai kontrol.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini antara lain:

1. Memberikan informasi ilmiah kepada masyarakat (terutama petani) mengenai tingkat efisiensi penggunaan alat pengering tipe rak untuk mengeringkan kunyit dengan lanjutan uji sifat fisik tepung kunyit yang dihasilkan.
2. Memberikan pengetahuan kepada peneliti tentang sifat fisik tepung kunyit yang dihasilkan melalui proses pengeringan kunyit menggunakan metode konvensional dan menggunakan alat pengering tipe rak.
3. Dapat dijadikan sebuah solusi terhadap permasalahan-permasalahan yang dihadapi petani kunyit dalam melakukan proses pengeringan kunyit.

### **1.5 Batasan Masalah**

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Alat pengering yang digunakan adalah alat pengering tipe rak.
2. Lama proses pengeringan kunyit setiap parameter dengan tiga kali ulangan selama 3-5 hari.
3. Sumber energi yang digunakan adalah energi matahari dan energi listrik.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Kunyit (*Curcuma domestica* Val)

Kunyit (*Curcuma domestica* Val) merupakan tanaman rempah serta obat yang berasal dari Asia Tenggara. Kunyit merupakan salah satu jenis tanaman temu-temuan yang termasuk dalam famili *Zingiberaceae* yang mempunyai batang semu yang dibentuk dari pelepah daun-daunnya. Ketinggian tanamannya dapat mencapai 1,0 -1,5 meter, panjang daunnya sekitar 20 - 40 cm dan lebarnya sekitar 15 - 30 cm. Berbentuk lancet yang lebar, bertepi rata, ujung dan pangkalnya meruncing. Kulit rimpang berwarna kecokelatan dan bagian dalamnya berwarna kuning tua, kuning jingga, atau kuning jingga kemerahan sampai kecokelatan (Hartati 2013).



Gambar 1. Tanaman kunyit (Roihatul, 2015)

Kunyit dikelompokkan dalam taksonomi tumbuhan sebagai berikut (Winarto et al., 2004)

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Sub – divisi : Angiospermae  
Kelas : Monocotyledonae  
Ordo : Zingiberales  
Family : Zingiberaceae  
Genus : *Curcuma*  
Spesies : *Curcuma domestica* Val

## 2.2 Morfologi Kunyit

### 1) Batang

Kunyit memiliki batang semu yang tersusun dari kelopak atau pelepah daun yang saling menutupi. Batang kunyit bersifat basah karena mampu menyimpan air dengan baik, berbentuk bulat dan berwarna hijau keunguan. Tinggi batang kunyit mencapai 0,75 – 1m (Winarto et al., 2004)

### 2) Daun

Daun kunyit tersusun dari pelepah daun, gagang daun dan helai daun. Panjang helai daun antara 31 – 83 cm. lebar daun antara 10 – 18 cm. daun kunyit berbentuk bulat telur memanjang dengan permukaan agak kasar. Pertulangan daun rata dan ujung meruncing atau melengkung menyerupai ekor. Permukaan daun berwarna hijau muda. Satu tanaman mempunyai 6 – 10 daun (Winarto et al., 2004)

### 3) Bunga

Bunga kunyit berbentuk kerucut runcing berwarna putih atau kuning muda dengan pangkal berwarna putih. Setiap bunga mempunyai tiga lembar kelopak bunga, tiga lembar tajuk bunga dan empat helai benang sari. Salah satu dari keempat benang sari itu berfungsi sebagai alat pembiakan. Sementara itu, ketiga benang sari lainnya berubah bentuk menjadi heli mahkota bunga (Winarto et al., 2004)

### 4) Rimpang

Rimpang kunyit bercabang – cabang sehingga membentuk rimpun. Rimpang kunyit terdiri dari rimpang induk atau umbi kunyit dan tunas atau cabang rimpang. Rimpang utama ini biasanya ditumbuhi tunas yang tumbuh kearah samping, mendatar, atau melengkung. Tunas berbuku – buku pendek, lurus atau melengkung. Jumlah tunas umumnya banyak. Tinggi anakan mencapai 10,85 cm (Winarto et al., 2004). Warna kulit rimpang jingga kecoklatan atau berwarna terang agak kuning kehitaman. Warna daging rimpangnya jingga kekuningan dilengkapi dengan bau khas yang rasanya agak pahit dan pedas. (Winarto et al., 2004)

## 2.3 Kandungan Kunyit

Senyawa utama yang terkandung dalam rimpang kunyit adalah kurkuminoid dan minyak atsiri. Selain kurkuminoid dan minyak atsiri rimpang kunyit juga mengandung senyawa lain seperti pati, lemak, protein, kamfer, resin, damar, gom, kalsium. Kandungan kurkumin berkisar antara 3,0-5,0%, terdiri dari kurkumin dan turunannya yaitu demetoksikurkumin dan bisdemetoksikurkumin.

Kurkuminoid berbentuk kristal prisma atau batang pendek, membentuk emulsi atau tidak larut dalam air, dan mudah larut dalam aseton, etanol, metanol, bensen, dan khloroform. Senyawa tersebut memberikan fluoresensi warna kuning, jingga, sampai jingga kemerahan yang kuat di bawah sinar ultra violet yang tidak stabil apabila terkena sinar matahari dan menjadi stabil apabila dipanaskan (Hartati, 2013).

## 2.4 Manfaat Kunyit

Kunyit (*Curcuma domestica* Val) dipercaya dapat menghilangkan tanda penuaan, menghilangkan kerutan, menghilangkan jerawat, dan lain-lain. Selain itu, kunyit telah berhasil digunakan dalam pengobatan penyakit alzheimer dan gangguan jantung. Secara farmakologi bahan aktif kunyit, kurkumin telah banyak diteliti sebagai anti inflamasi ampuh, antibakteri, antioksidan, dan agen kardioprotektif. Sifat antioksidan kunyit telah diterima secara luas sebagai salah satu rempah-rempah dengan aktivitas antioksidan tertinggi. Aktivitas antioksidan dari kunyit dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti dalam pembuatan kosmetik (Riaminanti et al., 2016).

Antioksidan dari kurkumin sebagai penetral senyawa radikal bebas, penghambat enzim reaksi oksidasi seperti sitokrom P-450, menyetop (*chelating* atau *disarming*) proses oksidasi dari ion logam seperti Fe, memadamkan (*quencing*) oksigen. Senyawa kurkumin yang terkandung dalam rimpang kunyit juga toksik terhadap beberapa jenis bakteri seperti *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus pyogenes* var. *aureus*, dan *Micrococcus pyogenes*. Kunyit juga dapat menghambat replikasi dari virus Human Immunodeficiency Virus (HIV), Pada pengujian secara invitro, ekstrak kunyit dalam eter dan khloroform dapat menghambat pertumbuhan beberapa jamur dermatophytes (Hartati, 2013).

## 2.5 Tepung Kunyit

Tepung kunyit merupakan serbuk kunyit yang telah melalui proses pengeringan. Bubuk kunyit sangat bermanfaat di berbagai industri antara lain untuk bahan baku industri obat-obatan, jamu, kosmetik dan pewarna tekstil. Bahan baku tepung kunyit adalah kunyit yang telah dikeringkan, untuk skala industri kunyit yang dikeringkan harus seragam sehingga dapat diperoleh bubuk kunyit yang berkualitas. Tepung kunyit dihasilkan dari proses pengeringan kunyit yang kemudian dilakukan penepungan hingga kehalusan dengan mesh nomor 60 – 80 (Winarto et al., 2004)

## **2.6 Sifat Fisik Suatu Bahan**

Sifat fisik 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.

### **2.6.1 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).

### **2.6.2 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 di antara bahan. Pengukuran volume pada densitas curah dapat dilakukan dengan menggunakan alat pengukur volume misalnya wadah literan (Rusmono dan Nasution, 2014).

### **2.6.3 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.

#### **2.6.4 Daya Serap Air**

Daya serap suatu bahan menunjukkan kemampuan bahan tersebut dalam menyerap air. Kemampuan daya serap air suatu bahan pangan seperti tepung ternyata dapat berkurang apabila kadar air dalam tepung terlalu tinggi (Dessuara et al., 2015). 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 et al., 2011).

#### **2.6.5 Derajat Kehalusan**

Derajat kehalusan merupakan tingkat kehalusan tepung yang dihasilkan dari suatu bahan. Derajat kehalusan dapat digunakan untuk menunjukkan keseragaman hasil gilingan maupun sebaran fraksi halus dan kasar dalam proses penggilingan. Derajat kehalusan merupakan tingkat kehalusan butiran. Semakin kecil nilai derajat kehalusan menyatakan ukuran butiran yang semakin halus (Henderson dan Perry, 1976).

### **2.7 Pengeringan**

Salah satu upaya penanganan pascapanen untuk memperpanjang masa simpan kunyit adalah dengan cara pengeringan. Pengeringan merupakan salah satu tahap penanganan pascapanen yang cukup kritis dalam menentukan mutu. Selama ini, pengeringan yang biasa dilakukan di Indonesia adalah pengeringan tradisional dengan cara penjemuran atau pengasapan. Pengeringan alami di bawah sinar matahari langsung sangat bergantung pada keadaan cuaca yang berfluktuasi sehingga bahan yang dikeringkan mudah rusak, berjamur serta dapat dirusak serangga. Metode pengeringan yang diperlukan untuk mengeringkan kunyit yaitu menggunakan pengering buatan atau mesin pengering. Pengeringan buatan adalah metode pengeringan yang dalam operasi pengeringannya menggunakan bantuan alat pengering.

Metode ini bertujuan untuk mengatasi kekurangan pada metode pengeringan alami. Selain itu, pengeringan dengan menggunakan mesin pengering bisa lebih kontinyu dan lebih terkontrol.

### **2.7.1 Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengeringan**

Beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan pengeringan yaitu suhu dan kelembaban udara lingkungan, besarnya persentase, kecepatan aliran udara pengering, kandungan air, daya pengering, efisiensi mesin pengering dan kapasitas pengeringannya (Syuhada, 2004).

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.

## 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.

## 4) Kelembaban udara

Kelembaban udara menentukan kadar air akhir bahan pangan setelah dikeringkan. Bahan pangan yang telah dikeringkan dapat menyerap air dari udara di sekitarnya. Jika udara di sekitar 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 penguapan air dari bahan pangan ke udara dan tidak terjadi penyerapan uap air dari udara oleh bahan pangan.

## 5) Lama pengeringan

Lama pengeringan menentukan lama kontak bahan dengan panas. Karena besar bahan pangan sensitif terhadap panas maka waktu pengeringan yang digunakan harus maksimum dan 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.

## **2.8 Pengeringan *Hybrid***

Pengeringan *hybrid* merupakan proses pengeringan yang menggunakan dua atau lebih sumber energi untuk proses penguapan air. Teknologi ini merupakan alternatif teknologi untuk pengeringan produk pertanian. Pengeringan *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 di dalam 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).

## **2.9 Alat Pengering Tipe Rak**

Alat pengering tipe rak adalah alat pengering berbentuk kotak yang memanfaatkan matahari sebagai energi termalnya. Prinsip kerja alat ini yaitu pancaran gelombang elektromagnetik sinar matahari diserap dan uap panas dari sumber listrik menghasilkan uap panas kemudian panas tersebut disirkulasikan pada ruang pengering yang digunakan untuk proses pengeringan. Dengan demikian proses pengeringan menjadi tepat dan akurat.

### 2.9.1 Rancangan Struktural Alat Pengering Tipe Rak



Gambar 2. Alat pengering tipe rak

Alat pengering yang dibuat berdasarkan strukturnya terdiri dari beberapa bagian:

#### 1) Ruang pengering

Ruang pengering adalah keseluruhan dari bagian dalam alat pengering tipe rak, termasuk di dalamnya 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  $\pm 2$  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 di dalam ruang pengering terdapat dudukan rak pengering.

#### 2) Rak pengering

Rak pengering berfungsi sebagai tempat untuk menampung vanili 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  $96 \text{ cm} \times 74 \text{ cm}$ . Bahan yang akan dikeringkan biasanya bahan yang sudah diiris tipis terlebih dahulu. 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 kassa 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 di bagian luar di bawah rak pengering. Ruang plenum berbentuk segitiga  $45^\circ$  dengan ukuran sisi  $150 \times 25 \text{ cm}$ .

5) Ruang pemanasan

Ruang pemanasan berfungsi untuk menghasilkan udara pengering yang akan digunakan untuk mengeringkan bahan dari sumber panas. Ruang pemanasan 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 pemanasan terhubung langsung dengan saluran udara pada bagian bawah.

6) Ruang kipas

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

### 2.9.2 Rancangan Fungsional Alat Pengering Tipe Rak

Alat pengering yang dibuat berdasarkan fungsinya dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu ruang pengering, rak pengering, pintu masuk dan keluar bahan, ruang plenum, kipas, dan ruang pemanasan.

#### 1) Ruang pengeringan

Ruang pengeringan adalah bagian keseluruhan dari bagian pengering termasuk didalamnya ruang rak pengering dan plenum, berfungsi untuk mengeringkan bahan.

#### 2) Rak pengeringan

Rak pengeringan berfungsi sebagai tempat untuk menampung vanili yang akan dikeringkan dan dapat juga digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara.

#### 3) Pintu masuk dan keluar bahan

Pintu berfungsi sebagai tempat keluar masuknya rak pengering dari ruang pengering.

#### 4) Ruang plenum

Ruang plenum berfungsi untuk meratakan udara panas yang masuk melalui saluran udara.

#### 5) Ruang pemanasan

Ruang pemanasan berfungsi untuk menghasilkan udara pengering yang akan digunakan untuk mengeringkan vanili dengan sumber panas. Pada ruang pemanas terdapat *heater* yang terletak pada bagian sebelah kanan alat.

#### 6) Kipas

Kipas berfungsi untuk mempercepat laju aliran udara dari ruang pemanasan ke ruang pengering.

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September – November 2023 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 untuk proses pengeringan adalah alat pengering tipe rak, termometer, dan timbangan. Alat yang digunakan untuk proses penepungan kunyit adalah blender, gelas ukur, mesh nomor 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, dan timbangan. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah umbi kunyit segar.

#### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan menggunakan bahan kunyit untuk proses pengeringan dan sebagai uji lanjutan dari sifat fisik tepung kunyit yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan dengan tiga perlakuan sebanyak tiga kali pengulangan, antara lain :

- A = Pengeringan dengan alat menggunakan energi matahari;
- B = Pengeringan dengan alat menggunakan energi listrik;
- C = Pengeringan dengan alat menggunakan energi matahari dan energi listrik (*hybrid*);
- D = Pengeringan dengan penjemuran menggunakan tampah.

Jumlah bahan baku yang digunakan untuk perlakuan A, B, dan C seberat 40,5 kg kunyit. Sedangkan bahan baku yang digunakan untuk perlakuan D seberat 0,2 kg kunyit. Langkah awal yang dilakukan yaitu membersihkan kunyit terlebih dahulu kemudian kunyit yang telah dibersihkan diiris tipis dengan ukuran 3 mm, untuk setiap rak dibutuhkan sebanyak 450 gram kunyit yang akan di keringkan. Rak pengering terdapat dua bagian yaitu 5 rak kanan (RA) dan 5 Rak kiri (RI). Setiap rak diberi alas berupa kawat rapat (strimin kawat). Selama pengujian kipas pendorong dan kipas penghisap dinyalakan untuk mengalirkan udara di dalam ruang pengering selama proses pengeringan.

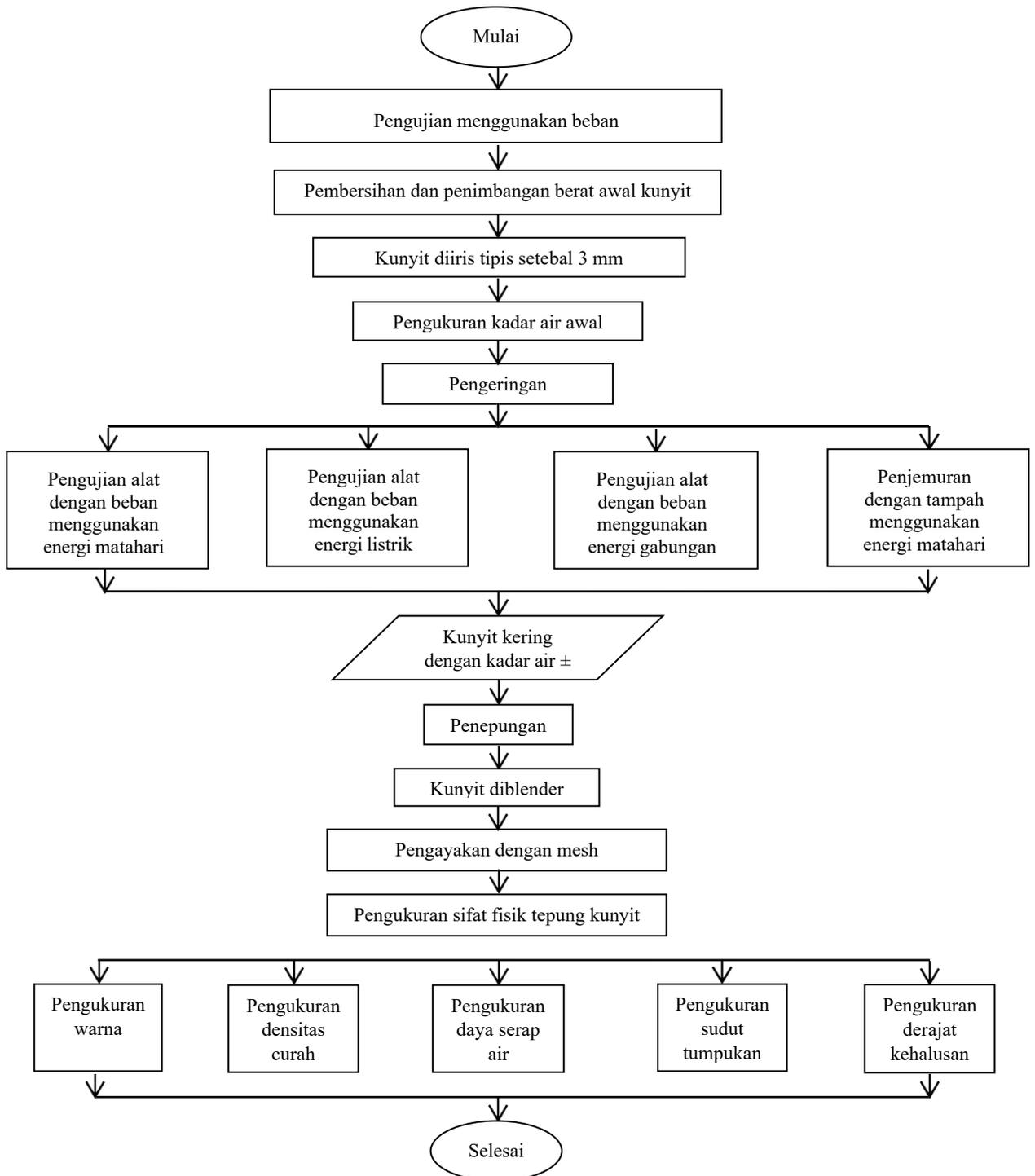
Perubahan suhu pada pengujian dengan beban dicatat setiap 1 jam sekali dan pengukuran kadar air setiap 2 jam sekali. Untuk pengukuran suhu diletakkan termometer di setiap rak dan 1 termometer diletakkan di luar untuk suhu lingkungan. Setelah itu, dilakukan pengamatan setelah pengeringan berupa lama pengeringan, suhu pengeringan, kadar air kunyit sebelum dan sesudah pengeringan.

Setelah dilakukan pengukuran kadar air kunyit yang telah dikeringkan selanjutnya dilakukan proses penepungan dengan cara diblender. Pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui sifat fisik tepung kunyit yang dihasilkan berupa pengukuran warna, pengukuran densitas curah, pengukuran daya serap air, pengukuran sudut tumpukan, dan pengukuran derajat kehalusan bahan. Perhitungan-perhitungan tersebut perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat efisiensi alat jika digunakan untuk mengeringkan kunyit menggunakan energi yang berbeda-beda terhadap sifat fisik tepung kunyit yang dihasilkan. Setelah pengamatan selesai, dilakukan olah data dan data disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan gambar.

### 3.4 Prosedur Penelitian

Alat pengering *hybrid* tipe rak memiliki 10 rak pengeringan yang terbagi menjadi 2 bagian, 5 rak bagian kanan adalah rak kanan (RA) dan 5 rak bagian kiri adalah rak kiri (RI). Susunan rak dihitung dari bagian rak paling atas yaitu rak 1 hingga rak paling bawah yaitu rak 5. Pengujian dengan beban dilakukan menggunakan bahan baku berupa kunyit sebanyak 4,5 kg untuk setiap perlakuan. Setiap rak pada perlakuan alat berisi 450 gram kunyit. Pengujian alat menggunakan energi matahari, energi listrik, energi matahari dan energi listrik (*hybrid*), serta penjemuran secara langsung dibawah sinar matahari. Selama proses pengeringan menggunakan energi listrik, panas yang dihasilkan bersumber dari *heater* yang terletak di sebelah kanan alat pengering tipe rak.

Pengujian menggunakan beban dilakukan dengan menyalakan kipas pendorong dan kipas penghisap untuk mengalirkan udara selama proses pengeringan. Diagram alir pengeringan kunyit sampai dengan pengamatan sifat fisik tepung kunyit yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir

A. Pengeringan dengan alat pengering menggunakan sinar matahari

Kunyit yang telah dibersihkan selanjutnya diiris tipis dengan ketebalan 3 mm, kemudian disusun pada setiap rak pengering dengan kapasitas bobot tiap rak seberat 450 gram. Pada proses pengeringan menggunakan energi matahari alat pengering diletakkan di bawah sinar matahari (dijemur). Kipas pendorong dan kipas penghisap dinyalakan untuk mengalirkan udara di dalam ruang pengering selama proses pengeringan. Pengeringan dilakukan sejak pukul 09:00 sampai 16:00 WIB hingga kunyit kering.

B. Pengeringan dengan alat pengering menggunakan energi listrik

Kunyit yang telah dibersihkan selanjutnya diiris tipis dengan ketebalan 3 mm, kemudian disusun pada setiap rak pengering dengan kapasitas bobot tiap rak seberat 450 gram. Pada proses pengeringan dengan energi listrik alat pengering dihubungkan dengan kumparan pemanas listrik. Kipas pendorong dan kipas penghisap dinyalakan untuk mengalirkan udara di dalam ruang pengering selama proses pengeringan. Proses pengeringan dilakukan hingga kunyit kering.

C. Pengeringan dengan alat pengering menggunakan sinar matahari dan energi listrik (*hybrid*)

Kunyit yang telah dibersihkan selanjutnya diiris tipis dengan ketebalan 3 mm, kemudian disusun pada setiap rak pengering dengan kapasitas bobot tiap rak seberat 450 gram. Pada proses pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik (*hybrid*) alat pengering diletakkan di bawah sinar matahari (dijemur) pada siang hari, kemudian pada sore hari alat pengering dihubungkan dengan kumparan pemanas listrik. Kipas pendorong dan kipas penghisap dinyalakan untuk mengalirkan udara di dalam ruang pengering selama proses pengeringan.

Pengeringan *hybrid* dilakukan sejak pukul 09:00 sampai 16:00 WIB selanjutnya pengeringan dilakukan menggunakan energi listrik hingga kunyit kering.

#### D. Penjemuran menggunakan tampah

Kunyit yang telah dibersihkan selanjutnya diiris tipis dengan ketebalan 3 mm, kemudian disusun pada tampah seberat 200 gram. Kunyit yang telah disusun pada tampah lalu dijemur dibawah sinar matahari, penjemuran dilakukan sejak pukul 09:00 sampai 16:00 WIB hingga kunyit kering.

### **3.5 Parameter Pengamatan**

Pada penelitian ini data pengamatan yang dibutuhkan antara lain:

#### **3.5.1 Suhu Pengeringan**

Pengukuran suhu udara di dalam alat pengeringan tipe rak dilakukan menggunakan termometer yang diletakkan di tengah-tengah setiap rak dan dilakukan pengecekan suhu setiap jamnya. Pengukuran suhu udara pengering dilakukan dengan menggunakan termometer yang diletakkan di dalam alat pada tiap rak dan termometer di luar alat untuk mengetahui suhu lingkungan, dan diamati setiap jamnya.

#### **3.5.2 Lama Pengeringan**

Lama pengeringan adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan kunyit, dihitung saat alat terkena sinar matahari atau saat aliran listrik dihidupkan hingga kadar air kunyit yang diinginkan tercapai, yaitu  $\pm 8 - 10 \%$ .

### 3.6 Analisis Efisiensi

#### 3.6.1 Beban Uap Air

Besarnya nilai beban uap air dapat dihitung dengan persamaan:

$$W_{\text{uap}} = \frac{(M_1 - M_2) 100}{(100 - M_1)(100 - M_2)} \times W_d \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

$W_{\text{uap}}$  = Beban uap air (kg H<sub>2</sub>O/jam)

$M_1$  = Kadar air awal (% bb)

$M_2$  = Kadar air akhir (% bb)

$W_d$  = Berat padatan total (kg)

#### 3.6.2 Laju Pengeringan

Laju pengeringan ( $\dot{M}$ ) dihitung dengan persamaan:

$$\dot{M} = \frac{W_{\text{uap}}}{t} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

$\dot{M}$  = Laju pengeringan (kg H<sub>2</sub>O/jam)

$t$  = Waktu pengeringan (jam)

$W_{\text{uap}}$  = Beban uap air (kg H<sub>2</sub>O)

#### 3.6.3 Kadar Air

Pengukuran perubahan kadar air (basis basah) dihitung berdasarkan persamaan:

$$M = \frac{M_{\text{bb}} - M_{\text{bk}}}{M_{\text{bb}}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

$M$  = Kadar air (% bb)

$M_{\text{bb}}$  = Massa bahan basah (g)

$M_{\text{bk}}$  = Massa bahan kering (g)

### 3.7 Pengukuran Sifat Fisik Tepung Kunyit

#### 3.7.1 Pengukuran Warna

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan box foto dengan pencahayaan yang sama. Tepung kunyit diletakan didalam wadah kemudian difoto kemudian diukur. Pengukuran menghasilkan nilai R,G,B dilakukan menggunakan situs web untuk pengukuran nilai R,G,B menggunakan foto yang telah didapatkan dari box foto. Pengujian warna dilakukan dengan mengambil 3 sampel pada setiap perlakuan.

#### 3.7.2 Kerapatan Tepung

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 kunyit ke dalam gelas ukur tanpa adanya proses pemadatan, kemudian dilakukan penimbangan berat tepung. Kerapatan tepung dinyatakan dalam persamaan:

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

Keterangan:

$\rho$  = kerapatan ( $\text{g/cm}^3$ )

$m$  = massa tepung (g)

$v$  = volume ( $\text{cm}^3$ )

#### 3.7.3 Pengukuran Daya Serap Air

Daya serap air merupakan kemampuan suatu bahan dalam menyerap air. Pengukuran daya serap air dilakukan dengan menimbang 5 gr 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. Daya serap air dinyatakan dengan persamaan:

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

Keterangan:

d = berat tabung + bahan + air (ml/g)

c = berat sampel (g)

a = berat tabung reaksi (g)

### 3.7.4 Pengukuran Sudut Tumpukan

Sudut tumpukan merupakan perbandingan gesekan yang terjadi antara partikel pada suatu bahan. Semakin besar sudut tumpukan yang dihasilkan, maka semakin besar juga gesekan yang terjadi antara setiap partikel pada suatu bahan. Sudut tumpukan diukur dengan menjatuhkan tepung kunyit pada ketinggian (15 cm) melalui sebuah corong pada bidang datar yang diberi alas kertas putih, sudut tumpukan yang terbentuk dihitung tingginya. Hasil pengukuran sudut tumpukan dinyatakan dengan persamaan:

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

Keterangan:

$\delta$  = sudut tumpukan ( $^{\circ}$ )

t = tinggi tumpukan (cm)

d = diameter tumpukan (cm)

### 3.7.5 Derajat Kehalusan

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

### **3.8 Analisis Data**

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

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini yaitu:

Penggunaan alat pengering tipe rak untuk pengeringan kunyit memerlukan waktu yang lebih sedikit pada pengeringan menggunakan alat dengan energi matahari dan listrik (*hybrid*) hanya memerlukan waktu selama 1 hari dengan waktu rata-rata efektif selama 8 jam dibandingkan hanya dengan menggunakan sumber energi matahari atau listrik saja. Hal ini dikarenakan penggunaan dua sumber energi sekaligus pada pengeringan kunyit yang menyebabkan kandungan air dalam kunyit lebih cepat menguap sehingga mempercepat proses pengeringan kunyit. Selain itu pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik (*hybrid*) lebih menghemat biaya dan waktu pengeringan.

Sifat fisik dari tepung yang dihasilkan dari setiap perlakuan pengeringan menghasilkan tepung dengan sifat yang seragam. Suhu dan jenis perlakuan yang dilakukan selama proses pengeringan kunyit tidak berbeda nyata terhadap hasil tepung kunyit yang dihasilkan dari aspek warna, kerapatan tepung, daya serap air, sudut tumpukan dan derajat kehalusan.

### 5.2 Saran

Saran untuk penelitian berikutnya:

1. Perlu adanya pemasangan termometer di dalam rak pengering agar memudahkan dalam pengambilan data suhu selama proses pengeringan.
2. Proses penepungan dilakukan dengan waktu yang sama agar memperoleh hasil tepung yang seragam.

3. Pada pengujian alat pengering selanjutnya cukup menggunakan energi matahari dan listrik (*hybrid*) saja, karena pengeringan ini sudah cukup efisien untuk mengeringkan suatu bahan.
4. Penambahan *heater* pada bagian kiri alat pengering agar panas yang dihasilkan dapat tersebar merata kesetiap rak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adawyah, R. 2008. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Bumi Aksara, Jakarta.
- Anwar, Lanya, B., Haryanto, A., dan Tamrin. 2014. Rancang Bangun Alat Pengering Energi Surya dengan Kolektor Keping Datar. Jurnal Teknik Pertanian Lampung. Vol. 1 No. 1. Oktober (29-36).
- Arifin, S. 2011. Studi Pembuatan Pati dengan Substitusi Tepung Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca formatypica*). Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Asghari, G, A., Mostajeran, A., dan Shebli, M. 2009. Curcuminoid and Essential Oil Components of Turmeric at Different Stages of Growth Cultivated. Research in Pharmaceutical Sciences. 4(1):55.
- Asriyanti. 2013. Mempelajari Pembuatan Bumbu Inti Kunyit (*Curcuma Domestica Val*) Bubuk. Skripsi. Universitas Hasanudin. Sulawesi Selatan.
- Basri, H., dan Perkasa, L. 2019. Rancang Bangun Alat Pengering Kunyit Tipe Rak dengan Menggunakan Energi Surya. Seminar Nasional AVoer XI. 23 – 24 Oktober 2019. AVoer, pp: 1246-1247.
- Boniglia, Aureli, P., Bortolin, E., dan Onori, S. 2009. Verification of Imported Food Upon Import for Radiation Processing: Dried Herbs, Including Herbs used in Food Supplements, and Spices by PSL and TL. Radiation Physics and Chemistry. 78:679-681.
- Borah, A., Hazarika, dan Khayer, M. 2015. Drying Kinetics of Whole and Sliced Turmeric Rhizomes (*Curcuma longa L.*) in a Solar Conduction Dryer. Information Processing in Agriculture. 2(2):85-92.
- Chan, E, W, C., Lye, P, Y., Eng, S, Y., dan Tan, Y, P. 2013. Antioxidant Properties of Herbs with Enhancement Effects of Drying Treatments: A Synopsis. Free Radicals and Antioxidants. 3(1):2-6.
- Dhanalakshmi, K., dan Bhattacharya, S. 2014. Agglomeration of Turmeric Powder and its Effect on Physico-Chemical and Microstructural Characteristics. Journal Of Food Engineering. 120:124-134.
- Dhanika, R, N. 2010. Studi Keragaan Mesin Pengering Sistem Hybrid pada Pengolahan Mocaf (Modified Cassava Flour). Malang.

- 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.
- Fitriansyah, A. 2022. Pengaruh Suhu dan Waktu Pelansiran Terhadap Karakteristik Tepung Sukun. Skripsi. Bandar Lampung: Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Hakim, A.L., Taruna, I., dan Sutarsi. 2014. Kualitas Fisik Tepung Sukun Hasil Pengeringan dengan Oven Microwave. *Jurnal Berkala Ilmiah Teknologi Pertanian*, 1(1), 1-5.
- Hanafi, R. 2016. Modifikasi dan Uji Kinerja Alat Pengering Energi Surya-Hybrid Tipe Rak untuk Pengeringan Ikan Teri. Skripsi, Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syah Kuala. Banda Aceh.
- Hartati, 2013. Analisis Mutu Kimia Simplisia Kunyit Turina (*Curcuma Longga L*) dengan Lama Pengeringan Berbeda. Skripsi. Agroteknologi. Pekanbaru: Fakultas Pertanian dan Ternak Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Riau.
- Henderson, S, M., dan Perry, R, L. 1976. *Agricultural Process Operations* 3th Ed. John Wiley and Sons. New York. 251 hlm.
- Hmar, B, Z., Kalita, D., dan Srivastava, B. 2017. Optimization of Microwave Power and Curing Time of Turmeric Rhizome (*Curcuma longa L.*) Based on Textural Degradation. *Lwt-Food Science and Technology*. 76:48-56.
- Muzaqi, H. 2022. Pengeringan Vanili (*Vanilla Planifolia A.*) Menggunakan Alat Pengering Hybrid Tipe Rak. Skripsi. Universitas Lampung.
- Khalil. 1999. Pengaruh Kandungan Air dan Ukuran Partikel Terhadap Sifat Fisik Pakan Lokal: Kerapatan Tumpukan, Kerapatan Pemadatan Tumpukan dan Berat Jenis. *Media Peternakan*. 22: 1- 11.
- Khalil. 2006. Pengaruh Penggilingan dan Pembakaran terhadap Kandungan Mineral dan Sifat Fisik Kulit Pensi (*Corbiculla Sp*) untuk Pakan. *Media Peternakan*. Vol 29 (02): 70-75.
- Kusumaningrum, H, P., Kusdiyantini, E., dan Pujiyanto, S. 2015. Kualitas Simplisia Tanaman Biofarmaka (*Curcuma domestica*) Setelah Proses Pemanasan pada Suhu dan Waktu Bervariasi. *Bioma*. 17(1):27- 33.

- Lisa, M., Luthfi, M., dan Susilo, B. 2015. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Mutu Jamur Tiram Putih (*Plaeotus ostreatus*). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 3(3), 270-279.
- Lorentzen, G., Breiland, M, S, W., Ostli, J., Wang, A, J., dan Olsen, R, L. 2015. Growth Of Halophilic Microorganisms And Histamine Content In Dried Saltcured Cod (*Gadus morhua* L.) Stored At Elevated Temperature. *LWT- Food Science and Technology*. 60(1):598-602.
- Morgan, C, A., Herman, N., White, P, A., dan Vesey, G. 2006. Preservation of Micro-Organisms By Drying; A Review. *Journal of Microbiological Methods*. 66(2):183-193.
- Muchtadi, T., Sugiyono, dan Fitriyono, A. 2011. Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan. Bandung: ALFABETA.
- Mutiah, R. 2015. Evidence Based Kurkumin dari Tanaman Kunyit (*Curcuma Longa*) Sebagai Terapi Kanker pada Pengobatan Modern. *Jurnal Farma Sains Vol. 1 (1) Juli 2015* 2, 29-41.
- Ningrum, M, A. 2022. Pengeringan Lada (*Piper nigrum* L.) Dengan Alat Pengering Hybrid Tipe Rak. Skripsi. Universitas Lampung. Lampung.
- Novitasari, I., Warji, dan Novita, D, D. 2014. Uji Kinerja Alat Pengering Hybrid Tipe Rak pada Pengeringan Chip Pisang Kepok. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. Vol.3, No. 1: 59- 68.
- Nursanti, L. 2010. Kinerja Alat Pengering Hybrid Tipe Rak untuk Pengeringan Biji Kakao. Skripsi. Universitas Lampung. Lampung.
- Priastuti, R.C., Tamrin, dan Suhandy, D. 2016. Pengaruh Arah dan Ketebalan Irisan Kunyit Terhadap Sifat Fisik Tepung Kunyit yang Dihasilkan. *Jurnal Teknik Pertanian*, 5(2), 101-108.
- Priyanto, H., Yudhia, dan Hamzah, B. 2011. Sifat Fisik dan Aktivitas Antioksidan Tepung Rempah Selama Pengeringan. Seminar Nasional PERTETA. Jember 238 hlm.
- Rahayu dan Hertik, I, D. 2010. Pengaruh Pelarut yang Digunakan Terhadap Optimasi Ekstraksi Kurkumin pada Kunyit (*Curcuma Domestica* Vahl). Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Salim, Z., dan Munadi, E. 2017. Info Komoditi Tanaman Obat. Jakarta: Badan Pengkajian dan Pengembangan Perdagangan Kementerian Perdagangan Republik Indonesia.
- Sangwan, A., Kawatra, A., dan Sehgal, S. 2012. Nutrient Composition of Mint Powder Prepared From Various Drying Methods. *Nutrition & Food Science*. 42(1):21- 25.

- Sarno. 2019. Pemanfaatan Tanaman Obat (Biofarmaka) Sebagai Produk Unggulan Masyarakat Desa Depok Banjarnegara. Vol. 4 No. 2.
- Schaarschmidt, S. 2016. Public and Private Standards for Dried Culinary Herbs and Spices—part I: Standards Defining the Physical and Chemical Product Quality and Safety. *Food Control*. 70:339-349.
- Siallagan, B. 2009. Kajian Proses Pengeringan Kemoreaksi Jahe Dengan Kapur Api (CaO). Skripsi. USU, Sumatera Utara.
- Trujillo, J., Chirino, Y. I., Moliána, Jijón, E., Anderica, Romero, A C., Tapia, E T., Pedraza, dan Chaverri, J. 2013. Renoprotective Effect of the Antioxidant Curcumin: Recent Findings. *Redox Biology*. 1(1):448- 456.
- Warji dan Asmara, S. 2010. Kinerja Pengeringan Chip Ubi Kayu. *Jurnal Keteknik Pertanian*. Vol. 24 No. 2. Oktober (75-80).
- Winarti, C. dan Nurdjanah, N. 2005. Peluang Tanaman Rempah dan Obat Sebagai Sumber Pangan Fungsional. *Jurnal Litbang Pertanian*. 24(2): 47 – 55.
- Winarno, F. G. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarto, W, P. dan Tim Lentera. 2004. Khasiat dan Manfaat Kunyit (Sehat Dengan Ramuan Teradisional). Agromedia. Jakarta.
- WWF. 2009. Hutan Indonesia Penyerap atau Pelepas Emisi Gas Rumah Kaca. Dilihat 15 Agustus 2023.
- Xie, Y., Gao, Z., Liu, Y., dan Xiao, H. 2017. Pulsed Vacuum Drying of Rhizoma Dioscoreae Slices. *LWT-Food Science and Technology*. 80:237-249.