

**MEMPELAJARI PENGERINGAN LENGKUAS MERAH
(*Alpinia purpurata*) MENGGUNAKAN PENGERING *HYBRID* TIPE RAK
DAN SIFAT FISIK BUBUK YANG DIHASILKAN**

(SKRIPSI)

Oleh

SELLA APRILIA

2114071019



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2025

ABSTRACT

STUDYING THE DRYING OF RED GALANGAL (*Alpinia purpurata*) USING A HYBRID RACK TYPE DRYER AND THE PHYSICAL PROPERTIES OF THE PRODUCED POWDER

By

Sella Aprilia

Indonesia is estimated to have 100 to 150 plant families, one type of plant that is widely used by Indonesian people as one of the spices is galangal. Fresh galangal rhizomes contain high water, so post-harvest handling efforts are needed that will increase the shelf life of galangal. A rack-type hybrid drying house is an alternative technology for drying agricultural products. The purpose of this study was to test a rack-type hybrid dryer for drying red galangal. This drying was carried out with three treatments with three repetitions, namely drying using a rack-type hybrid dryer, drying using an oven and drying using direct sunlight. Observations made to determine the physical properties of the resulting red galangal powder include measuring color, measuring bulk density, measuring stack angle, measuring water absorption, and the degree of fineness of the material. Drying red galangal to a water content of 10% using a rack-type hybrid dryer takes 17 hours, drying using an oven takes 13 hours and drying using solar energy takes 25 hours. Temperature and drying treatment affect the density value of red galangal powder.

Keywords: red galangal, drying, hybrid, powder

ABSTRAK

MEMPELAJARI PENGERINGAN LENGKUAS MERAH (*Alpinia purpurata*) MENGGUNAKAN PENGERING *HYBRID* TIPE RAK DAN SIFAT FISIK BUBUK YANG DIHASILKAN

Oleh

Sella Aprilia

Indonesia diperkirakan terdapat 100 sampai dengan 150 famili tumbuh-tumbuhan, salah satu jenis tumbuhan yang banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia sebagai salah satu rempah-rempah adalah lengkuas. Rimpang lengkuas segar mengandung air yang tinggi, sehingga perlu adanya upaya penanganan pascapanen yang akan menambah umur simpan lengkuas. Rumah pengering *hybrid* tipe rak merupakan salah satu teknologi alternatif untuk mengeringkan produk pertanian. Tujuan penelitian ini adalah menguji pengering *hybrid* tipe rak untuk pengeringan lengkuas merah. Pengeringan ini dilakukan dengan tiga perlakuan dengan tiga kali ulangan yaitu pengeringan menggunakan pengering *hybrid* tipe rak, pengeringan menggunakan oven dan pengeringan menggunakan sinar matahari langsung. Pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui sifat fisik bubuk lengkuas merah yang dihasilkan meliputi pengukuran warna, pengukuran densitas curah, pengukuran sudut tumpukan, pengukuran daya serap air, dan derajat kehalusan bahan. Mengeringkan lengkuas merah hingga mencapai kadar air 10% pada pengeringan menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak membutuhkan waktu selama 17 jam, pengeringan menggunakan oven membutuhkan waktu selama 13 jam dan pengeringan menggunakan energi matahari membutuhkan waktu selama 25 jam. Suhu dan perlakuan pengeringan mempengaruhi nilai kerapatan pada bubuk lengkuas merah.

Kata Kunci : lengkuas merah, pengeringan, *hybrid*, bubuk

**MEMPELAJARI PENGERINGAN LENGKUAS MERAH
(*Alpinia purpurata*) MENGGUNAKAN PENGERING *HYBRID* TIPE RAK
DAN SIFAT FISIK BUBUK YANG DIHASILKAN**

Oleh

Sella Aprilia

Skripsi

Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Pertanian

Fakultas Pertanian Universitas Lampung



JURUSAN TEKNIK PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2025

Judul Skripsi

**: MEMPELAJARI PENGERINGAN
LENGKUAS MERAH (*Alpinia purpurata*)
MENGUNAKAN PENGERING *HYBRID* TIPE
RAK DAN SIFAT FISIK BUBUK YANG
DIHASILKAN**

Nama Mahasiswa

: Sella Aprilia

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2114071019

Jurusan/PS

: Teknik Pertanian

Fakultas

: Pertanian



1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Warji, S.T.P., M.Si., IPM.

NIP. 197801022003121001

Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.

NIP. 198209242006042001

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

Dr. Ir. Warji, S.T.P., M.Si., IPM.

NIP. 197801022003121001

MENGESAHKAN

1. Tim Peguji

Ketua

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

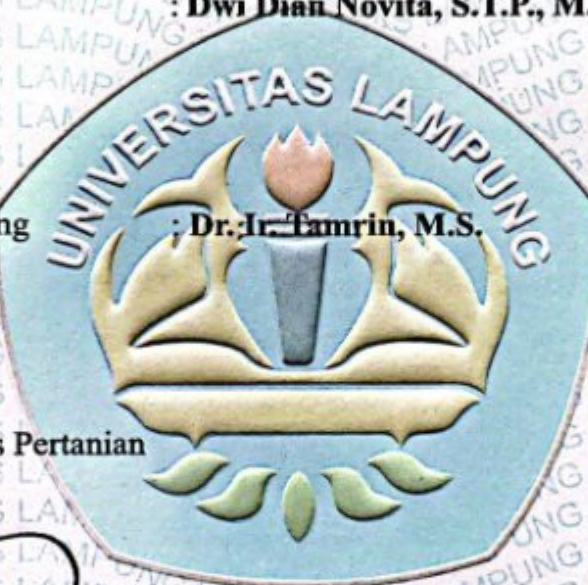
Sekretaris

: Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.

Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. Ir. Tamrin, M.S.



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 26 Juni 2025

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Sella Aprilia NPM. 2114071019. Dengan ini menyatakan bahwa apa 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) **Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.** 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.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Juli 2025

Yang membuat pernyataan



Sella Aprilia

2114071019

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Palas Bangunan, Provinsi Lampung, pada hari Rabu tanggal 30 April 2003. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, putri dari pasangan Bapak Heri Gunawan dan Ibu Elly Marlioni. Penulis menyelesaikan pendidikan di Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) Albarokah pada tahun 2009, Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Sukamulya pada tahun 2015, Sekolah Menengah Pertama (SMP) PGRI 1 Palas pada tahun 2018 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Palas pada tahun 2021. Penulis terdaftar sebagai Mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2021 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, pada tahun 2023 mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Taekwondo Universitas Lampung Tingkat Universitas dan Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) tingkat Jurusan Teknik Pertanian. Pada tahun 2023 menjadi juara 1 Poomsae Individual Senior Putri perlombaan Taekwondo tingkat nasional yang diselenggarakan oleh KONI CUP SERIES – 4 di GOR POPKI Jakarta Timur. Pada tahun 2024 menjadi peserta perlombaan Taekwondo tingkat nasional yang diselenggarakan oleh BHAYANGKARA PRESISI II 2024 PIALA BERGILIR KAPOLDADIY di GOR UNY Yogyakarta. Pada tahun 2023 menjadi anggota Pemberdayaan Sumber Daya Manusia (PSDM) di Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) Universitas Lampung Periode: (2023).

Pada bulan Januari hingga Februari 2024, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 Tahun 2023 selama 40 hari di Desa Bakung Udik, Kecamatan Gedung Meneng, Kabupaten Tulang Bawang. Selain itu pada tanggal 01 Juli hingga 09 Agustus 2023, penulis telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Pemukasakti Manisindah (PSMI) dengan Judul "Mempelajari Mekanisme Harvesting Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) di Subdivisi Tiuh Baru Timur PT. Pemukasakti Manisindah Kabupaten Way Kanan" dengan predikat sangat baik.

MOTTO

“Tidak ada kelelahan yang menimpa seorang Muslim melainkan akan menjadi penghapus dosa baginya”

HR. Bukhari dan Muslim

“Janganlah kamu bersedih hati terhadap apa yang hilang darimu, dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tidak berputus asa dari rahmat Allah melainkan kaum yang kafir”

Q.S Yusuf : 12

“Ketahuilah bahwa apa yang menimpamu tidak akan meleset darimu, dan apa yang meleset darimu tidak akan menimpamu”

HR. Tirmidzi

“Cintailah sesuatu seke darnya, karena bisa jadi ia akan menjadi sesuatu yang engkau benci. Dan bencilah seke darnya, karena bisa jadi ia akan menjadi sesuatu yang engkau cintai”

HR. Tirmidzi

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil 'alamiin

Dengan penuh syukur, penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas rahmat, kasih sayang, dan hidayah-Nya yang senantiasa menyertai setiap langkah, hingga skripsi ini dapat tersusun dan diselesaikan tepat waktu.

Skripsi ini kupersembahkan dengan penuh rasa terima kasih yang tak terhingga kepada:

Kedua Orang Tuaku Tercinta,

Ayahanda Heri Gunawan dan Ibunda Elly Marliani yang senantiasa membesarkan, mendidik, membimbing, mendoakan, berkorban dan mendukungku. Terimakasih untuk semua kasih sayang dan cinta yang luar biasa sehingga aku bisa menjadi seseorang yang kuat dan berada di titik ini. Semoga cita-cita keberhasilan penulis kelak akan bermanfaat.

Adikku tersayang,

Feno Farel Erlangga dan Refi Anggara yang selalu memotivasi dan memberikan dukungan serta doa untuk keberhasilanku.

Almamater Universitas Lampung,

Tempatku merancang mimpi untuk jalan kesuksesanku kedepan, terimakasih atas ilmu dan pengalaman yang berharga.

SANWACANA

Puji syukur penulis haturkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat serta salam selalu tercurah kepada suri tauladan seluruh umat Islam, Nabi Muhammad SAW, yang senantiasa kita nantikan syafaatnya di yaumul qiyamah. Aamiin.

Skripsi yang berjudul “**Mempelajari Pengeringan Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata*) Menggunakan Pengering Hybrid Tipe Rak dan Sifat Fisik Bubuk yang Dihasilkan**” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis ingin menyampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Dr. Ir. Warji, S.T.P., M.Si., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, pembimbing pertama selama menempuh Pendidikan di Jurusan Teknik Pertanian yang telah meluangkan waktu memberikan bimbingan, arahan, nasehat, kritik, serta saran selama proses penyusunan skripsi;
3. Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si., selaku dosen pembimbing kedua serta pembimbing akademik yang telah membimbing selama proses berjalannya kuliah, dan penyusunan skripsi;
4. Dr. Ir. Tamrin, M.S. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan untuk menyempurnakan skripsi ini;

5. Seluruh dosen pengajar di Fakultas Pertanian khususnya Jurusan Teknik Pertanian yang telah penuh dedikasi dalam memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
6. Sangat istimewa untuk kedua orang tuaku Ayah Heri Gunawan dan Mama Elly Marliani yang selalu memberikan perhatian, kasih sayang yang luar biasa, cinta yang sangat besar, semangat, doa dan dukungan yang tak terhingga serta selalu bekerja keras demi anak perempuan pertamamu selama ini. Terima kasih teramat dalam atas segalanya sehingga penulis bisa berada di titik ini. Semoga penulis dapat membahagiakan, membanggakan, dan menjadi anak yang selalu berbakti untuk Ayah dan Mama.
7. Para Adik tercintaku, Feno Farel Erlangga dan Refi Anggara terima kasih atas dukungan dan doa serta bantuan yang selalu diberikan kepada penulis selama ini.

Semoga kebaikan kalian semua dibalas oleh Allah SWT, akhir kata penulis ucapkan terimakasih, dan penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandar Lampung, Juli 2025
Penulis,

Sella Aprilia

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
I. PENDAHULUAN	1
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
1.6 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Lengkuas	7
2.2 Kandungan Lengkuas.....	8
2.3 Manfaat Lengkuas.....	9
2.4 Bubuk Lengkuas atau Simplisia.....	10
2.5 Sifat Fisik Suatu Bahan.....	10
2.5.1 Warna	11
2.5.2 Sudut Tumpukan	11
2.5.3 Daya Serap Air.....	11
2.5.4 Derajat Kehalusan.....	11
2.6 Pengeringan.....	12
2.7 Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengeringan	13
2.8 Pengeringan <i>Hybrid</i>	14
2.9 Alat Pengering <i>Hybrid</i>	15
2.9.1 Rancangan Struktural Alat Pengering <i>Hybrid</i> Tipe Rak.....	15

2.9.2 Rancangan Fungsional Alat Pengering <i>hybrid</i> Tipe Rak	17
III. METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.3 Metode Penelitian	19
3.4 Prosedur Penelitian	21
3.5 Parameter Penelitian	23
3.5.1 Suhu Pengeringan	23
3.5.2 Lama Pengeringan	24
3.6 Analisis Efisiensi.....	24
3.6.1 Beban Uap Air.....	24
3.6.2 Laju Pengeringan	24
3.6.3 Kadar Air.....	25
3.7 Pengukuran Sifat Fisik Bubuk Lengkuas Merah	25
3.7.1 Pengukuran Warna.....	25
3.7.2 Kerapatan Bubuk Lengkuas Merah	26
3.7.3 Derajat Kehalusan.....	26
3.7.4 Pengukuran Sudut Tumpukan.....	27
3.7.5 Pengukuran Daya Serap Air.....	27
3.8 Analisis Data	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Suhu pada Alat Pengering <i>Hybrid</i> Menggunakan Bahan (Lengkuas Merah).....	29
4.1.1 Suhu pada Alat Pengering <i>Hybrid</i> Tipe Rak.....	29
4.1.2 Pengeringan dengan Oven Menggunakan Energi Listrik.....	31
4.1.3 Pengeringan Secara Konvensional atau Penjemuran Dibawah Sinar Matahari Langsung	32
4.2 Kadar Air.....	34
4.2.1 Penurunan Kadar Air Bahan pada Alat Pengering <i>Hybrid</i> Tipe Rak.....	34
4.2.2 Penurunan Kadar Air Bahan pada Oven dengan Energi Listrik	35
4.2.3 Penurunan Kadar Air Pada Bahan Secara Konvensional atau Dengan Sinar Matahari Langsung	36
4.3 Lama Pengeringan.....	37
4.4 Laju Pengeringan	38
4.5 Pengukuran Sifat Fisik Bubuk Lengkuas Merah	39

4.5.1 Pengukuran Warna.....	39
4.5.2 Kerapatan Bubuk Lengkuas Merah	41
4.5.3 Derajat Kehalusan.....	43
4.5.4 Pengukuran Sudut Tumpukan.....	45
4.5.5 Pengukuran Daya Serap Air.....	47
V. KESIMPULAN	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	
DAFTAR PUSTAKA.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
<i>Teks</i>	
1. Rimpang lengkuas merah.....	7
2. Alat <i>hybrid</i> tipe rak.....	15
3. Proses pengeringan lengkuas merah.	29
4. Suhu rata-rata alat <i>hybrid</i> menggunakan bahan lengkuas merah.....	31
5. Suhu rata-rata oven menggunakan bahan lengkuas merah.	32
6. Suhu rata-rata konvensional menggunakan bahan lengkuas merah.....	33
7. Suhu rata-rata seluruh perlakuan menggunakan bahan lengkuas merah.	34
8. Kadar air rata-rata bahan lengkuas merah pada alat <i>hybrid</i>	35
9. Kadar air rata-rata bahan lengkuas merah pada oven.	36
10. Kadar air rata-rata bahan lengkuas merah pada konvensional.....	36
11. Kadar air rata-rata bahan lengkuas merah seluruh perlakuan.	37
12. Nilai rata-rata warna RGB pada perlakuan alat <i>hybrid</i>	39
13. Nilai rata-rata warna RGB semua perlakuan.	40
14. Nilai rata-rata kerapatan bubuk pada perlakuan alat <i>hybrid</i>	41
15. Nilai rata-rata kerapatan bubuk semua perlakuan.....	42
16. Nilai rata-rata derajat kehalusan pada perlakuan alat <i>hybrid</i>	44
17. Nilai rata-rata derajat kehalusan semua perlakuan.....	45
18. Nilai rata-rata sudut tumpukan pada perlakuan alat <i>hybrid</i>	46
19. Nilai rata-rata sudut tumpukan semua perlakuan.....	47
20. Nilai rata-rata daya serap air pada perlakuan alat <i>hybrid</i>	48
21. Nilai rata-rata daya serap air semua perlakuan.	49

Lampiran

22. Lengkuas merah.....	99
23. Proses pembersihan lengkuas merah.....	99
24. Proses pengeringan lengkuas merah menggunakan alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak.....	100
25. Proses pengeringan lengkuas merah menggunakan oven.....	100
26. Proses pengeringan menggunakan sinar matahari langsung atau secara konvensional.....	101
27. Proses penghalusan bubuk lengkuas merah.....	101
28. Hasil dari penghalusan lengkuas merah menjadi bubuk.....	102
29. Pengukuran sudut tumpukan pada bubuk lengkuas merah.....	102
30. Proses pengayakan bubuk lengkuas merah menggunakan mesh untuk mencari derajat kehalusan.....	103
31. Mencari nilai kerapatan pada bubuk lengkuas merah.....	103
32. Proses pembungkusan bubuk lengkuas dengan kain untuk mencari nilai daya serap air.....	104

DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
	<i>Teks</i>	
1.	Uji ANOVA suhu alat <i>hybrid</i> menggunakan bahan lengkuas merah	31
2.	Uji ANOVA kadar air akhir bahan lengkuas merah	35
3.	Lama Pengeringan.....	38
4.	Laju Pengeringan	38
5.	Uji ANOVA warna <i>red</i> bubuk lengkuas merah.....	40
6.	Uji ANOVA warna <i>green</i> bubuk lengkuas merah	41
7.	Uji ANOVA warna <i>blue</i> bubuk lengkuas merah	41
8.	Uji ANOVA kerapatan bubuk lengkuas merah	43
9.	Uji lanjut BNT.....	43
10.	Uji ANOVA derajat kehalusan bubuk lengkuas merah	45
11.	Uji ANOVA sudut tumpukan bubuk lengkuas merah	47
12.	Uji ANOVA daya serap air bubuk lengkuas merah.....	49
	<i>Lampiran</i>	
13.	Perubahan suhu pada pengeringan menggunakan alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak Ulangan 1.....	58
14.	Perubahan suhu pada pengeringan menggunakan alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak Ulangan 2.....	58
15.	Perubahan suhu pada pengeringan menggunakan alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak Ulangan 3.....	59
16.	Total dan rata-rata suhu alat <i>hybrid</i>	60
17.	Perubahan suhu pengeringan pada oven	60
18.	Perubahan suhu pengeringan secara konvensional	60

19. Data kadar air pada pengeringan menggunakan alat <i>hybrid</i> ulangan 1	62
20. Data kadar air pada pengeringan menggunakan alat <i>hybrid</i> ulangan 2	62
21. Data kadar air pada pengeringan menggunakan alat <i>hybrid</i> ulangan 3	63
22. Data kadar air pada pengeringan menggunakan oven.....	63
23. Data kadar air pada pengeringan secara konvensional	63
24. Data pengukuran warna pada perlakuan alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak.....	65
25. Data pengukuran warna pada perlakuan alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak.....	65
26. Data pengukuran warna pada perlakuan alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak.....	66
27. Data pengukuran warna pada perlakuan oven ulangan 1.....	66
28. Data pengukuran warna pada perlakuan oven ulangan 2.....	67
29. Data pengukuran warna pada perlakuan oven ulangan 3.....	67
30. Data pengukuran warna secara konvensional ulangan 1.....	67
31. Data pengukuran warna secara konvensional ulangan 2.....	67
32. Data pengukuran warna secara konvensional ulangan 3.....	67
33. Total dan rata-rata nilai <i>red</i>	68
34. Total dan rata-rata nilai <i>green</i>	68
35. Total dan rata-rata nilai <i>blue</i>	68
36. Data kerapatan bubuk lengkuas pada perlakuan alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak ulangan 1.....	68
37. Data kerapatan bubuk lengkuas pada perlakuan alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak ulangan 2.....	69
38. Data kerapatan bubuk lengkuas pada perlakuan alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak ulangan 3.....	69
39. Data kerapatan bubuk lengkuas pada perlakuan oven ulangan 1.....	70
40. Data kerapatan bubuk lengkuas pada perlakuan oven ulangan 2.....	70
41. Data kerapatan bubuk lengkuas pada perlakuan oven ulangan 3.....	70
42. Data kerapatan bubuk lengkuas secara konvensional ulangan 1	70
43. Data kerapatan bubuk lengkuas secara konvensional ulangan 2	71
44. Data kerapatan bubuk lengkuas secara konvensional ulangan 3	71
45. Data derajat kehalusan pada perlakuan alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak ulangan 1.....	71

46. Data derajat kehalusan pada perlakuan alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak ulangan 2.....	75
47. Data derajat kehalusan pada perlakuan alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak ulangan 3.....	79
48. Data derajat kehalusan pada perlakuan oven ulangan 1.....	84
49. Data derajat kehalusan pada perlakuan oven ulangan 2.....	85
50. Data derajat kehalusan pada perlakuan oven ulangan 3.....	86
51. Data derajat kehalusan secara konvensional ulangan 1	87
52. Data derajat kehalusan secara konvensional ulangan 2	88
53. Data derajat kehalusan secara konvensional ulangan 3	89
54. Total dan rata-rata nilai derajat kehalusan.....	90
55. Data sudut tumpukan pada perlakuan alat pengering <i>hybrid</i> ulangan 1	90
56. Data sudut tumpukan pada perlakuan alat pengering <i>hybrid</i> ulangan 2	90
57. Data sudut tumpukan pada perlakuan alat pengering <i>hybrid</i> ulangan 3	91
58. Data sudut tumpukan pada perlakuan oven ulangan 1.....	91
59. Data sudut tumpukan pada perlakuan oven ulangan 2.....	92
60. Data sudut tumpukan pada perlakuan oven ulangan 3.....	92
61. Data sudut tumpukan secara konvensional ulangan 1.....	92
62. Data sudut tumpukan secara konvensional ulangan 2.....	92
63. Data sudut tumpukan secara konvensional ulangan 3.....	92
64. Total dan rata-rata nilai sudut tumpukan bubuk lengkuas merah.....	92
65. Data daya serap air dari bubuk lengkuas merah pada perlakuan alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak ulangan 1	93
66. Data daya serap air dari bubuk lengkuas merah pada perlakuan alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak ulangan 2	93
67. Data daya serap air dari bubuk lengkuas merah pada perlakuan alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak ulangan 3	94
68. Data daya serap air dari bubuk lengkuas merah pada perlakuan oven ulangan 1.....	94
69. Data daya serap air dari bubuk lengkuas merah pada perlakuan oven ulangan 2.....	95

70. Data daya serap air dari bubuk lengkuas merah pada perlakuan oven ulangan 3.....	95
71. Data daya serap air dari bubuk lengkuas merah secara konvensional ulangan 1.....	95
72. Data daya serap air dari bubuk lengkuas merah secara konvensional ulangan 2.....	95
73. Data daya serap air dari bubuk lengkuas merah secara konvensional ulangan 3.....	96
74. Total dan rata-rata daya serap air bubuk lengkuas merah	96

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia diperkirakan memiliki 100 sampai dengan 150 famili tumbuh-tumbuhan, dan dari jumlah tersebut sebagian besar mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai tanaman industri, tanaman buah-buahan, tanaman rempah-rempah dan tanaman obat-obatan. Indonesia adalah salah satu negara terbesar dalam produksi rempah-rempah di dunia. Data dari Direktorat Jenderal Pengembangan Ekspor Nasional (Ditjen PEN) Kementerian Perdagangan RI menunjukkan bahwa rempah-rempah termasuk dalam kelompok produk pertanian strategis yang terus didorong pengembangannya untuk meningkatkan daya saing ekspor (Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, 2018). Data Nationmaster (2019) Indonesia berada di peringkat keempat dalam produksi rempah-rempah dengan jumlah 663 ribu metrik ton tahun 2019. Salah satu jenis tumbuhan yang banyak ditemukan dan banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia sebagai salah satu rempah-rempah adalah lengkuas.

Tanaman lengkuas berasal dari wilayah Asia Tenggara, khususnya Indonesia dan Malaysia, dan kemudian menyebar ke seluruh benua Asia. Lengkuas memiliki rasa khas yang mirip dengan jahe dan sangat populer di Asia dan Eropa pada abad pertengahan (Fath, 2024). Menurut BPS (2023) pada tahun 2023 Indonesia mampu memproduksi lengkuas sampai 58.189.128 kg. Berdasarkan data ini, menunjukkan bahwa banyaknya potensi yang bisa dimanfaatkan untuk mengolah dan memanfaatkan lengkuas.

Lengkuas adalah tanaman yang termasuk dalam keluarga *Zingiberaceae*. Umumnya terdapat dua jenis lengkuas, yaitu lengkuas merah (*Alpinia purpurata*) dan lengkuas putih (*Alpinia galanga*). Penelitian oleh Heruwati (2002), menunjukkan bahwa lengkuas putih mengandung senyawa fenolik, flavonoid, dan minyak atsiri seperti eugenol, galangol, serta 1,8-cineole. Senyawa-senyawa ini memiliki aktivitas antimikroba yang efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri penyebab keracunan makanan seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Sementara itu, lengkuas merah menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus*, serta memiliki sifat antioksidan, antikanker, dan anti diabetes (Nivetha *et al.*, 2019).

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh Mardhiyyah (2021), bahwa perasan rimpang lengkuas merah memiliki aktivitas antioksidan yang lebih kuat dibandingkan dengan perasan rimpang lengkuas putih. Hasil skrining fitokimia menunjukkan lengkuas merah mengandung alkaloid, flavonoid, fenolik, tanin, saponin, dan triterpenoid. Sedangkan lengkuas putih mengandung alkaloid, flavonoid, fenolik, tanin, dan triterpenoid. Oleh sebab itu penelitian ini memilih lengkuas merah karena memiliki antioksidan yang lebih tinggi dari pada lengkuas putih yang sangat bermanfaat untuk tubuh. Selain itu juga lengkuas merah lebih banyak ditemukan dan banyak digunakan sebagai rempah-rempah dari pada lengkuas putih.

Lengkuas merah digunakan sebagai salah satu bumbu masak selama bertahun-tahun dan tidak pernah menimbulkan masalah. Lengkuas merah juga banyak digunakan sebagai obat dengan umbi berserat kasar, bagian luar mengkilat dan berwarna merah, bagian dalam berwarna putih serta mempunyai aroma yang khas. Pohon lengkuas merah hanya sampai 1- 1,5 meter. Bagian tanaman dari lengkuas merah *Alpinia purpurata* yang sering digunakan adalah rimpang (Tambun *et al.*, 2016). Rimpang lengkuas dapat digunakan pada pengobatan penyakit perut, kudis, panu, dan menghilangkan bau mulut. Rimpang lengkuas merah juga dianggap memiliki khasiat sebagai anti tumor dan anti kanker terutama tumor di bagian mulut dan lambung. Hasil uji fitokimia dalam fraksi etil asetat rimpang lengkuas

merah (*Alpinia purpurata*) dilaporkan mengandung senyawa *alkaloid, terpenoid, saponin, flavonoid, fenolik* dan *steroid* (Untoro dan Arifin, 2016).

Rimpang lengkuas segar mengandung air yang tinggi menyebabkan lengkuas segar mudah mengalami kerusakan sehingga perlu adanya upaya penanganan pascapanen yang akan menambah umur simpan lengkuas. Hasil dari penelitian Khathir *et al.*, (2014) menyatakan bahwa penyimpanan pada suhu 28°C mempertahankan lengkuas sampai umur 3 hari penyimpanan, penyimpanan pada suhu 10°C mempertahankan lengkuas sampai umur 12 hari penyimpanan, dan pada suhu 5°C mempertahankan lengkuas sampai umur 21 hari penyimpanan. Maka dari itu pengeringan lengkuas dan menjadikannya bubuk sangatlah efektif. Menurut Yasni dan Sedarnawati (1997) dengan caraini kesediaan lengkuas dalam bentuk bubuk akan memudahkan penanganan, pengemasan, pengangkutan disamping memiliki umur simpan yang lebih lama. Sedangkan menurut Hartini (2019) kelebihan dari penggunaan lengkuas bubuk adalah umur simpannya yang relatif lebih lama sedangkan kekurangannya adalah senyawa aktif yang terkandung kemungkinan tidak sebanyak lengkuas parut akibat adanya proses pengeringan dengan panas serta aroma khas lengkuas sedikit berkurang.

Pengeringan lengkuas merah dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara konvensional atau penjemuran bahan dibawah sinar matahari langsung dan menggunakan alat pengering. Pengeringan bahan secara konvensional bergantung pada cuaca matahari. Sedangkan pengeringan menggunakan alat tidak bergantung pada cuaca matahari. Kekurangan dari pengeringan matahari yaitu saat malam hari pengeringan terhenti karena tidak adanya matahari dan saat siang hari cuaca matahari bisa berubah-ubah yang akan menyebabkan pengeringan bahan semakin lama. Sedangkan pengeringan menggunakan alat saat malam hari pengeringan tetap berlanjut. Menurut Arifin (2011) 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.

Salah satu alat pengering yang menggunakan dua atau lebih sumber energi adalah alat pengering *hibryd* tipe rak. Sumber energi yang digunakan yaitu sumber energi matahari dan bisa juga dengan sumber listrik. Menurut Sari (2024) teknologi ini merupakan alternatif teknologi untuk pengeringan produk pertanian. Pengering *hibryd* 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.

Jurnal terkait pembuatan bubuk lengkuas merah atau simpliasa bubuk lengkuas sudah banyak dilakukan. Salah satu jurnal yang terkait yaitu dari Andalia *et al.*, (2022). Namun penelitian mengenai pengeringan lengkuas merah menggunakan mesin pengering *hibryd* tipe rak dan sifat fisik dari bubuk yang dihasilkan belum ada yang melakukannya. Maka dari itu penulis mencoba untuk melakukan penelitian mengenai pengeringan lengkuas merah menggunakan mesin pengering *hibryd* tipe rak dan sifat fisik dari bubuk yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh alat pengering *hibryd* tipe rak dalam mengurangi kadar air lengkuas merah?
2. Bagaimana perbandingan pengeringan lengkuas merah menggunakan alat pengering *hibryd* tipe rak, pengeringan dengan sinar matahari langsung/konvensional, dan pengeringan dengan oven?
3. Bagaimana tingkat kelayakan alat pengering *hibryd* tipe rak untuk mengeringkan lengkuas merah?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh alat pengering *hybrid* tipe rak dalam mengurangi kadar air lengkuas merah.
2. Mengetahui bagaimana perbandingan pengeringan lengkuas merah menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak, pengeringan dengan sinar matahari langsung/konvensional, dan pengeringan dengan oven.
3. Mengetahui bagaimana kelayakan alat pengering *hybrid* tipe rak untuk mengeringkan lengkuas merah.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan pengetahuan mengenai berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh alat pengering *hybrid* tipe rak dalam mengurangi kadar air lengkuas merah.
2. Memberikan pengetahuan mengenai bagaimana perbandingan pengeringan lengkuas merah menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak, pengeringan dengan sinar matahari langsung/konvensional, dan pengeringan dengan oven.
3. Memberikan pengetahuan mengenai bagaimana kelayakan alat pengering *hybrid* tipe rak untuk mengeringkan lengkuas merah.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak yang akan dianalisis.
2. Energi pemanas yang digunakan merupakan energi panas matahari dan energi listrik.
3. Bahan yang digunakan adalah lengkuas merah.
4. Penelitian ini dilakukan di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung.

1.6 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini yaitu perbedaan perlakuan pada proses pengeringan menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak, oven dan secara konvensional dapat menghasilkan bubuk lengkuas merah yang tidak seragam.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lengkuas

Tanaman lengkuas dapat dikategorikan ke dalam jenis umbi-umbian, dan tergolong mudah untuk ditemukan. Klasifikasi tanaman lengkuas adalah sebagai berikut (Elfianis, 2022).

- Kingdom : Plantae
- Divisi : Magnoliophyta
- Kelas : Liliopsida/ monokotil
- Ordo : Zingiberales
- Famili : Zingiberaceae (suku jahe-jahean)
- Genus : *Alpinia*
- Spesies : *Alpinia galangal* (L)



Gambar 1. Rimpang lengkuas merah

Morfologi lengkuas merah secara umum terdiri atas struktur rimpang, batang, daun, bunga, buah dan biji. Batang lengkuas merah merupakan batang Semu, tegak, masif, terdiri dari pelepah daun hijau kemerahan dengan tinggi 1 – 2 m. Akarnya berbentuk rimpang dengan daging akar berwarna merah dengan bau menyengat. Daun tunggal, duduk dalam roset akar, lanset, ujung runcing, pangkal tumpul dengan panjang 30 – 90 cm dan lebar 5 – 15 cm, pertulangan menyirip berwarna hijau. Bunga majemuk, berkelamin dua, di ujung batang berkelopak hijau, mahkota merah. Buah berbentuk kotak, bulat dengan warna hijau dan biji bulat berwarna hitam (Maserasi dan Pamungkas, 2019).

2.2 Kandungan Lengkuas

Saat rimpang lengkuas kering, rimpang tersebut mengandung 0,07% zat kimia kamper, 3,07% protein, dan 22,44% karbohidrat, dengan 75% bahan segar berupa udara. Sekitar 1% minyak atsiri berwarna kuning kehijauan yang ditemukan dalam lengkuas merah sebagian besar terdiri dari 48% metilsinamat, 20%–30% sineol, eugenol, 1% kamper, seskuiterpena, δ -pinena, galangin, dan senyawa lainnya. Lebih jauh, fenol, flavonoid, dan zat kimia terpenoid hadir dalam rimpang (Tambun, 2016). Rimpang lengkuas merah (*Alpinia purpurata*) terbukti mengandung minyak 0,5–1%, yang terdiri dari metil–sinamat (48%), sineol (20–30%), eugenol, kamper (1%), seskuiterpen, dan δ -pinena, menurut penelitian fitokimia (Latuconsina, 2019).

Eugenol yang ditemukan dalam lengkuas merah, dapat berdampak pada proliferasi *Candida albicans*. Sementara turunannya dapat digunakan sebagai biosida dan antiseptik, eugenol sendiri dapat digunakan sebagai antiseptik lokal. Selain itu, lengkuas merah mengandung diterpena, yang mengubah lipid dalam dinding sel *Candida albicans*, yang berpotensi mengubah permeabilitas membran *Candida albicans*. Salah satu tanaman dalam famili Zingiberaceae yang mencakup alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan komponen steroid adalah rimpang lengkuas merah (*Alpinia purpurata*) (Manohara *et al.*, 2005).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak rimpang lengkuas merah (*Alpinia purpurata K*) memiliki khasiat antijamur yang mampu menghambat pertumbuhan *Candida albicans*. Hasil pengukuran daya hambat *Candida albicans* menggunakan konsentrasi sebagai berikut: 10% dengan diameter rata-rata 11,3 mm, 20% dengan diameter rata-rata 13 mm, 40% dengan diameter rata-rata 13,3 mm, dan 60% dengan diameter rata-rata 14,3 mm. Kontrol negatif tidak menghasilkan zona hambat, yang menunjukkan bahwa pelarut tidak berpengaruh terhadap kemampuan lengkuas merah dalam menghambat jamur. Sebaliknya, kontrol positif yang menggunakan ketokonazol membentuk zona hambat dengan diameter 8,6 mm. Ekstrak lengkuas merah memiliki nilai zona hambat sebesar 60% yang berarti dapat menghentikan pertumbuhan *Candida albicans* (Juariah *et al.*, 2023).

2.3 Manfaat Lengkuas

Lengkuas merah merupakan salah satu jenis karet yang telah banyak digunakan sebagai produk fitofarmaka atau produk yang menggunakan karet alam sebagai bahan baku produk kosmetik. Selain digunakan secara tradisional sebagai antijamur, lengkuas merah juga dapat mengobati berbagai kondisi seperti gangguan lambung, demam, pembengkakan kelenjar getah bening, radang telinga, bronkitis, dan sebagai obat kuat (afrodisiak) (Juariah *et al.*, 2023).

Lengkuas merah juga dapat menghilangkan bau amis pada daging, dan rimpang lengkuas telah digunakan sebagai bumbu masak selama bertahun-tahun. Rimpang lengkuas memiliki beberapa fungsi, antara lain antibakteri dan antijamur. Selain itu, lengkuas merah yang sudah matang dapat digunakan sebagai oganoleptik untuk ayam yang sudah tua. Temuan penelitian menunjukkan bahwa lengkuas merah (*Alpinia purpuranta*) memiliki perilaku negatif ($P0,05$) dalam hal bau, peringatan, dan penerimaan saat digunakan untuk memanggang daging. Untuk ayam pedaging yang memiliki keempukan, tekstur dan rasa terbaik ditambahkan lengkuas merah sebanyak 10,5% (Hadrin *et al.*, 2020).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak rimpang lengkuas merah dapat menekan bakteri *Klebsiella pneumoniae* yang resisten terhadap seftriakson.

Konsentrasi 100%, 75%, 50%, 25%, dan 12,5% semuanya tergolong sedang menurut teknik cakram. Konsentrasi 100% dalam metode sumur dikategorikan sangat kuat, sedangkan konsentrasi 75%, 50%, dan 25% termasuk dalam kategori kuat dan 12,5% termasuk dalam kategori sedang (Seftriakson, 2019).

2.4 Bubuk Lengkuas atau Simplisia

Menurut Ditjen POM (1982) Simplisia adalah bahan alami yang digunakan sebagai bahan baku obat yang belum mengalami pengolahan tetapi sudah dikeringkan. Keunggulan dari bentuk simplisia adalah tahan disimpan dalam kurun waktu yang lama tanpa mengalami kerusakan. Dengan demikian pengolahan tanaman obat menjadi simplisia memberikan nilai tambah secara ekonomi. Keunggulan dari bentuk simplisia adalah tahan disimpan dalam kurun waktu yang lama tanpa mengalami kerusakan. Dengan demikian pengolahan tanaman obat menjadi simplisia memberikan nilai tambah secara ekonomi. Beberapa komoditas biofarmaka seperti jahe, kunyit, kencur, lengkuas, selain memiliki manfaat sebagai obat juga digunakan sebagai rempah atau bumbu masak. Sebagian besar masakan Indonesia menggunakan komoditas biofarmaka tersebut sebagai bumbu.

Bubuk lengkuas diperoleh dari penggilingan lengkuas menggunakan mesin penggiling atau hammer mill kemudian diayak menggunakan ayakan 60 mesh. Ukuran bubuk disesuaikan dengan keperluan/ kebutuhan. Menurut Sembiring, untuk bumbu masak seperti kari ukuran partikelnya 50 - 60 mesh sedangkan untuk kepentingan ekstraksi 40 – 60 mesh. Bubuk lengkuas dapat dimanfaatkan sebagai bumbu masak siap pakai maupun bahan baku industri.

2.5 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.

2.5.1 Warna

Warna merupakan daya tarik terbesar untuk menikmati makanan setelah aroma. Aroma yang wangi, rasa yang lezat, dan tekstur yang lembut bisa jadi akan diabaikan jika warna dari makanan itu tidak menarik atau tidak sesuai dengan apa yang diharapkan dari makanan itu. Secara visual faktor warna tampil lebih dahulu dan terkadang sangat menentukan. Selain sebagai indikator mutu, warna juga dapat digunakan sebagai indikator kesegaran atau kematangan (Gardjito, 2006).

2.5.2 Sudut Tumpukan

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 (Khalil, 2006).

2.5.3 Daya Serap Air

Daya serap air adalah kemampuan bahan untuk menyerap air kembali setelah pakan mengalami proses pengeringan bertujuan agar dapat disimpan dalam waktu cukup lama (Hartati dan Lestari, 2021). Makin besar daya serap air suatu bahan, makin sempurna pula proses pengolahan yang dilakukan terhadap bahan tersebut. Daya pengikatan air sangat dipengaruhi kandungan karbohidrat, protein dan lemak serta karbohidrat mempunyai daya serap air yang paling tinggi.

2.5.4 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).

2.6 Pengeringan

Pengeringan adalah proses pindah panas dan kandungan air secara stimultan.

Udara panas yang dibawa oleh media pengering akan digunakan untuk menguapkan air yang terdapat di dalam bahan. Uap air yang berasal dari bahan akan dilepaskan dari permukaan bahan ke udara kering. Dasar proses pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Tujuan dari pengeringan antara lain adalah untuk mengurangi kadar air bahan sampai batas dimana perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti agar bahan memiliki masa simpan yang lama (Taib *et al.*, 1988).

Pengeringan umumnya digunakan pada bahan pangan dengan dua cara yaitu pengeringan dengan penjemuran dan pengeringan dengan alat pengering.

Kelemahan dari penjemuran adalah waktu pengeringan lebih lama dan lebih mudah terkontaminasi oleh kotoran atau debu sehingga dapat mengurangi mutu akhir produk yang dikeringkan. Di sisi lain pengeringan yang dilakukan dengan menggunakan alat pengering biayanya lebih mahal, tetapi mempunyai kelebihan yaitu kondisi sanitasi lebih terkontrol sehingga kontaminasi dari debu, serangga, burung atau tikus dapat dihindari. Selain itu pula dehidrasi dapat memperbaiki kualitas produk yang dihasilkan (Desrosier, 1988).

Pengeringan alami adalah proses pengeringan yang memanfaatkan energi matahari secara langsung dan sirkulasi udara alami tanpa bantuan alat mekanik. Metode ini banyak diterapkan pada skala rumah tangga atau usaha kecil karena biayanya yang rendah. Namun, metode ini sangat bergantung pada kondisi cuaca sehingga kurang efektif saat musim hujan atau di wilayah dengan kelembapan tinggi (Hendrawati *et al.*, 2016). Menurut penelitian Andalia *et al.*, (2022) penggunaan alat pengering buatan seperti pengering hibrid tipe rak dapat menghasilkan kadar air akhir bahan yang lebih rendah dan seragam, yang penting untuk menjaga mutu produk terutama pada komoditas rempah-rempah.

2.7 Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengeringan

Menurut Zakaria (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 (Hatta *et al.*, 2019).

2.9 Alat Pengering *Hybrid*

Alat pengering *hybrid* 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.



Gambar 2. Alat *hybrid* tipe rak.

2.9.1 Rancangan Struktural Alat Pengering *Hybrid* 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 ± 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 cm $\times$ 74 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° dengan ukuran sisi 150 $\times$ 25 cm.

5) Ruang pemanasan

Ruang pemanasan berfungsi untuk menghasilkan udara pengering yang akan digunakan untuk mengeringkan bahan 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.

2.9.2 Rancangan Fungsional Alat Pengering *hybrid* 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 November 2024 – Januari 2025 di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian (LDAMP) dan Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan (LRSDAL) Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk proses pengeringan adalah alat pengering *hybrid* tipe rak, thermometer suhu, timbangan digital, handphone, oven, dan alat tulis. Alat yang digunakan untuk proses pembuatan bubuk lengkuas merah adalah blender, corong minyak, kertas hvs, penggaris, gelas ukur, mesh nomor 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, dan timbangan digital. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah rimpang lengkuas merah segar. Nafis *et al.*, (2023) mengatakan bahwa rimpang lengkuas merah yang digunakan untuk membuat bubuk lengkuas sudah berumur 10-12 bulan.

3.3 Metode Penelitian

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

A = Pengeringan dengan alat menggunakan energi matahari dan energi listrik (*hybrid*).

B = Pengeringan dengan menggunakan oven

C = Pengeringan dengan sinar matahari langsung/konvensional menggunakan tampah

Jumlah seluruh lengkuas merah yang digunakan untuk perlakuan A adalah 12 kg dengan 3 kali pengulangan, jadi masing-masing pengulangan menggunakan 4 kg lengkuas merah. Sebanyak 400 gram irisan lengkuas merah disusun di setiap rak pengering tipe *hybrid*. Lengkuas merah terlebih dahulu dibersihkan dengan benar, kemudian dicuci dengan air mengalir. Setelah dicuci lengkuas merah diiris tipis hingga berukuran ± 1 mm. Terdapat lima rak kanan (R.A) dan lima rak kiri (R.I) yang membentuk rak pengering. Kawat ketat juga dikenal sebagai strip kawat, berfungsi sebagai fondasi untuk setiap rak. Untuk menjaga sirkulasi udara di ruang pengering selama pengujian, baik kipas maupun kipas hisap dihidupkan.

Perlakuan B menggunakan total 3 kg lengkuas merah dengan 3 kali pengulangan, jadi masing-masing pengulangan menggunakan 1 kg lengkuas merah. Lengkuas yang sudah dicuci bersih dan diiris tipis hingga berukuran ± 1 mm dimasukkan ke dalam oven. Sebanyak 350 gram lengkuas merah disusun di atas rak 1 dan 2, dan 300 gram sisanya di susun diatas rak 3. Rak oven yang digunakan adalah dihitung mulai dari rak paling bawah urutan ke-1, -2, dan -3. Suhu oven diatur dengan suhu 60°C .

Pelakuan C menggunakan total lengkuas merah 3 kg dengan 3 kali pengulangan, masing-masing pengulangan menggunakan 1 kg lengkuas merah. Lengkuas yang sudah dicuci bersih dan diiris tipis hingga berukuran ± 1 mm dikeringkan menggunakan sinar matahari langsung/konvensional di atas tampah. Sebanyak 500 gram lengkuas merah disusun diatas tampah, untuk 1 kali pengulangan menggunakan 2 tampah.

Pengukuran kadar air dilakukan selama 1 jam sekali dan begitu pula untuk suhu diukur setiap 1 jam sekali dengan cara meletakkan termometer suhu diatas masing-masing rak alat *hibryd* dan 1 termometer suhu diletakan diluar alat *hybrid*. Begitu

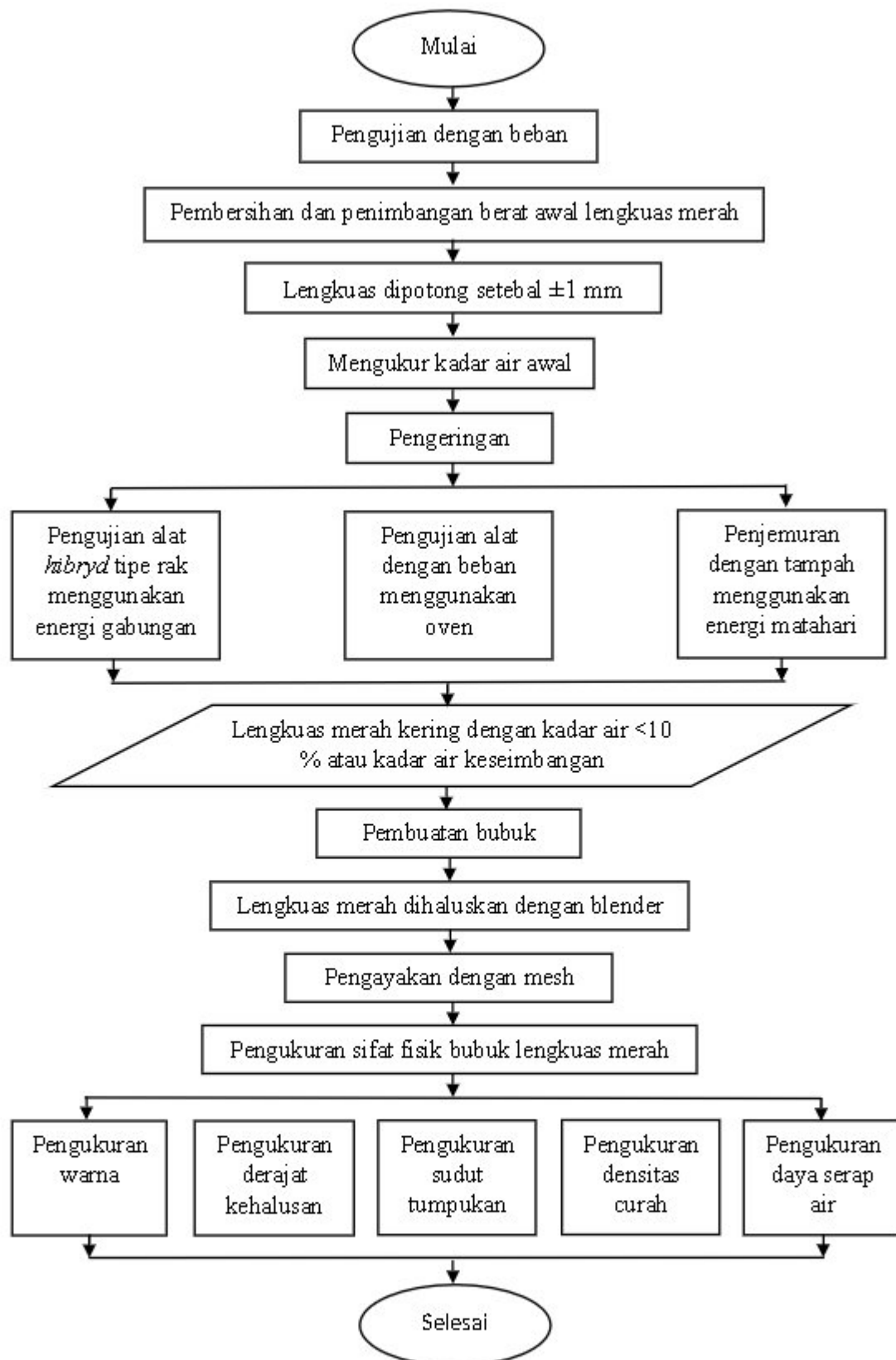
pula dengan pengukuran suhu oven dengan cara memasukan thermometer suhu diatas masing-masing rak oven dan pengeringan konvensional dengan cara meletakkan thermometer suhu ke atas masing-masing tampah. Pengujian dengan beban didokumentasikan setiap jam. Setelah proses pengeringan, pengamatan dilakukan dengan mengukur lama pengeringan, suhu pengeringan, kadar air bahan sebelum dan sesudah pengeringan.

Setelah irisan lengkuas merah sudah kering langkah selanjutnya adalah menghaluskan irisan lengkuas dengan blender selama ± 5 menit. Jika irisan lengkuas yang diblender sudah halus ayak menggunakan mesh. Bubuk lengkuas merah diamati sifat fisiknya berupa pengukuran warna, kerapatan bubuk lengkuas merah, pengukuran sudut tumpukan, pengukuran derajat kehalusan bahan, dan pengukuran daya serap air. Perhitungan-perhitungan ini perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat efisiensi alat jika digunakan untuk mengeringkan lengkuas merah menggunakan energi yang berbeda-beda terhadap sifat fisik bubuk lengkuas merah yang dihasilkan. Setelah pengamatan selesai, dilakukan olah data dan data disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan gambar.

3.4 Prosedur Penelitian

Terdapat sepuluh rak pengering pada pengering *hibryd* tipe rak. Dari rak 1 yang berada di atas hingga rak 5 yang berada di bawah, begitulah tata letak rak ditentukan. 4 kg lengkuas merah digunakan sebagai bahan baku untuk perlakuan pengering *hybrid* tipe rak selama proses pengujian beban. Sebanyak 400 gram lengkuas merah ditampung dalam setiap rak pada perlakuan alat. Pengujian alat memanfaatkan pengeringan sinar matahari langsung dan energi listrik.

Oven yang digunakan memiliki 3 rak dan rak dihitung mulai dari paling bawah. Rak 1 dan 2 masing-masing diisi 400 gram bahan dan 100 gram sisanya diletakan di atas rak paling atas nomor 3. Suhu oven diatur dengan suhu 60°C. Sedangkan pengeringan dengan matahari secara langsung menggunakan 2 tampah untuk masing-masing pengulangan. Dengan masing-masing tampah diisi dengan 500 gram bahan.



Gambar 2. Diagram alir.

1. Pengeringan dengan mesin pengering menggunakan sinar matahari dan energi listrik (*hybrid*)

Setelah dibersihkan, lengkuas merah diiris tipis setebal ± 1 mm dan ditaruh di rak pengering masing-masing dengan berat total 400 gram. Pengeringan dilakukan dengan cara menggabungkan 2 energi yaitu energi matahari dan energi listrik. Selama proses pengeringan, kipas angin dan kipas hisap dinyalakan untuk menggerakkan udara di sekitar area pengeringan agar tidak terjadi pengembunan pada bahan. Pengeringan *hybrid* dilakukan pada pukul 08.00 hingga 16.00 WIB.

2. Pengeringan menggunakan oven

Setelah lengkuas merah sudah dalam keadaan bersih, lengkuas merah diiris setebal ± 1 mm. Irisan lengkuas merah masing-masing sebanyak 350 gram diletakan ke atas rak 1 dan 2, sedangkan 300 gram sisahnya diletakan diatas rak paling atas yaitu rak 3. Suhu oven diatur dengan suhu ideal 60°C . Lama waktu pengeringan dalam oven sekitar ± 8 jam.

3. Penjemuran dengan tampah menggunakan sinar matahari langsung

Setelah dicuci, lengkuas merah diiris tipis sekitar ± 1 mm dan ditaruh di atas tampah masing-masing seberat 500 gram menggunakan 2 tampah. Lengkuas merah kemudian dijemur di bawah sinar matahari langsung mulai pukul 08.00 hingga 16.00 WIB.

3.5 Parameter Penelitian

3.5.1 Suhu Pengeringan

Dengan memasukkan termometer di bagian tengah setiap rak dan menguji suhunya setiap satu jam sekali. Suhu udara di dalam pengering *hibryd* tipe rak diukur dan dicatat. Setiap jam pengamatan dilakukan terhadap suhu sekitar di luar alat *hibryd* dengan meletakan termometer dan juga di dalam alat *hibryd* pada setiap rak untuk mengukur suhu udara pengering.

3.5.2 Lama Pengeringan

Lama pengeringan adalah durasi yang diperlukan untuk mengeringkan lengkuas merah, dihitung saat alat mulai terpapar sinar matahari dan aliran listrik dinyalakan hingga kadar air lengkuas merah mencapai tingkat yang diinginkan, yaitu sekitar 10%. Lama pengeringan pada oven dihitung mulai dimasukkannya bahan ke dalam oven sampai kadar air kurang dari 10% atau sampai kadar air keseimbangan, sedangkan lama pengeringan pada metode konvensional dihitung mulai dari dijemurnya bahan dibawah sinar matahari hingga kadar air kurang dari 10% atau sampai kadar air keseimbangan.

3.6 Analisis Efisiensi

3.6.1 Beban Uap Air

Beban uap air lengkuas merah adalah jumlah uap air yang harus diuapkan hingga mencapai kadar air yang diinginkan. Besarnya nilai beban uap air dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$W_{uap} = M_{awal} - \frac{(M_{awal}(1-KA_1))}{(1-KA_2)} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

W_{uap} : beban uap air (g)

M_{awal} : berat bahan awal (g)

KA_1 : kadar air awal (%)

KA_2 : kadar air akhir (%)

3.6.2 Laju Pengeringan

Laju pengeringan ($\dot{M}$) merupakan perbandingan uap air yang diuapkan per satuan waktu (Ifmalinda, 2023). Laju pengeringan dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut (Sari et al., 2024):

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

Keterangan :

$\dot{M}$: laju pengeringan (g /jam)

t : waktu pengeringan (jam)

W_{uap} : beban air yang menguap (g)

Perhitungan laju pengeringan dalam persen (%) perjam

$$M' \% = (W_{\text{uap}} / M_{\text{awal}} / t) \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

$M' \%$: Laju pengeringan (%/jam)

W_{uap} : Beban uap air (g)

M_{awal} : Berat bahan awal (g)

t : Waktu pengeringan (jam)

3.6.3 Kadar Air

Kadar air dari lengkuas merah harus kurang dari 10% atau mencapai kadar air keseimbangan. Pengukuran kadar air dilakukan dengan cara mengambil sampel pada masing-masing rak pengering tipe *hibryd* setiap jamnya sebanyak 3 gram. Begitu pula pengukuran kadar air dengan metode oven dan metode konvensional, diambil masing-masing rak dan tampah sebanyak 3 gram. Prosedur pengukuran kadar air yaitu sampel sebanyak 3 gram ditimbang dan masukan sampel kedalam wadah kemudian dipanaskan ke dalam oven dengan suhu 105° C selama 24 jam. Pengukuran perubahan kadar air (basis basah) dihitung berdasarkan persamaan (Khathir *et al.*, 2014):

$$M\% = \frac{M_{bb} - M_{bk}}{M_{bb}} \times 100 \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

M : kadar air basis basah (%)

M_{bb} : massa bahan basah (g)

M_{bk} : massa bahan kering yang sudah tetap (g)

3.7 Pengukuran Sifat Fisik Bubuk Lengkuas Merah

3.7.1 Pengukuran Warna

Pengukuran warna dilakukan dengan cara meletakkan bubuk lengkuas merah di tengah-tengah kertas putih (kertas hvs) ke dalam box foto. Bubuk lengkuas kemudian difoto menggunakan kamera *handphone* pada jarak 45 cm dan dengan penerangan lampu putih bertegangan 7 watt. Setelah bubuk lengkuas difoto, nilai warna pada RGB (*red, green, blue*) dicari menggunakan aplikasi *color picker*.

Setiap perlakuan melibatkan pengujian warna dengan mengambil 3 sampel setiap ulangan pada perlakuan. Masing-masing sampel yang digunakan adalah 5 gram.

3.7.2 Kerapatan Bubuk Lengkuas Merah

Kerapatan atau densitas curah adalah ukuran yang menunjukkan rasio antara massa dan volume suatu bahan. Densitas dihitung dengan cara membagi massa bahan dengan volume yang ditempati. Setiap perlakuan diukur kerapatannya diambil sebanyak 1 sampel setiap kali ulangan pada perlakuan. Sampel sebanyak 5 gr dimasukan ke dalam gelas ukur 100 ml kemudian sample dalam gelas ukur tersebut dilihat ketinggiannya berdasarkan ketinggian yang tertera pada gelas ukur dan satuannya dinyatakan dalam g/cm. Kerapatan bubuk dinyatakan dalam persamaan (Febriyanti *et al.*, 2019):

$$\rho = \frac{m}{v} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

- ρ : kerapatan (g/cm^3)
- m : massa bubuk (g)
- v : volume (cm^3)

3.7.3 Derajat Kehalusan

Pengujian nilai derajat kehalusan atau *fineness modulus* bubuk lengkuas bertujuan untuk mengetahui tingkat kehalusan partikel bubuk. Pengukuran derajat kehalusan butiran bubuk lengkuas merah dilakukan melalui proses pengayakan menggunakan mesh. Bubuk lengkuas dari masing-masing ulangan yang telah dihaluskan diambil sebanyak 1 sampel dengan berat 50 gram, kemudian diayak dengan mesh berukuran 20 (lubang 0,84 mm), 30 (lubang 0,59 mm), 40 (lubang 0,42 mm), 50 (lubang 0,29 mm), 60 (lubang 0,25 mm), 70 (lubang 0,21 mm), 80 (lubang 0,17 mm), dan 100 (lubang 0,14 mm) hingga tidak ada lagi bubuk lengkuas yang lolos pada masing-masing mesh (Sari *et al.*, 2024). Setelah proses pengayakan telah selesai hasil dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Priastuti dan Suhandy, 2017):

$$R = \frac{W_i}{W_{total}} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

R : Bahan tertahan (%)

W_i : Berat bahan yang tertahan di ayakan ke-n (g)

W_{total} : Berat seluruh bahan (g)

$$FM = \frac{(R_0 + R_1 + R_2 + \dots)}{100} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

FM : *Fineness modulus*

3.7.4 Pengukuran Sudut Tumpukan

Sudut tumpukan adalah sudut yang dibentuk antara permukaan horizontal dan permukaan tumpukan material, seperti bubuk atau butiran. Sudut ini menunjukkan kemiringan tumpukan bahan ketika bahan tersebut ditumpuk dalam jumlah tertentu. Besarnya sudut curah dipengaruhi oleh kadar air, massa jenis, luas permukaan dan koefisien gesekan bahan. Untuk mengetahui sudut tumpukan dapat dihitung dengan cara mencurahkan 5 gram bubuk lengkuas pada satu titik dengan menggunakan corong minyak ukuran kecil sehingga bubuk lengkuas berbentuk curahan yang menyerupai kerucut (Pangaribuan *et al.*, 2016). Corong yang digunakan menggunakan ketinggian 10 cm yang diberi alas kertas putih (hvs). Pengukuran sudut tumpukan dilakukan dengan mengambil 1 sampel pada masing-masing ulangan, jadi total sampel yang digunakan adalah 3 sampel. Hasil pengukuran sudut tumpukan dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$\delta = \arctan \frac{2t}{d} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

δ : sudut tumpukan (°)

t : tinggi tumpukan (cm)

d : diameter tumpukan (cm)

3.7.5 Pengukuran Daya Serap Air

Daya serap air adalah kemampuan suatu bahan untuk menyerap air. Pengukuran daya serap air dilakukan dengan menimbang kain terlebih dulu. Menimbang sampel sebanyak 3 gram bubuk lengkuas dimasukan kedalam wadah, kemudian

direndam kedalam air. Setelah 30 menit sampel diangkat dan di diamkan selama ± 5 menit sampai air tidak menetes lagi, timbang sampel dan kain tersebut. Setelah itu pisahkan sampel dari kain dan timbang kain basah tersebut. Hasil penimbangan dihitung menggunakan rumus daya serap air dinyatakan dengan persamaan:

$$\text{Daya serap air (ml/g)} = b - c - a \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

- b : berat kain + bahan basah (ml/g)
- c : berat kain basah (ml/g)
- a : berat sampel (berat bahan kering) (g)

Daya serap air dalam satuan persen (%) adalah sebagai berikut :

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{\text{Air yang terkandung (ml/g)}}{a} \times 100 \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan :

a = berat sampel / berat bahan kering (g)

3.8 Analisis Data

Data hasil pengamatan dan perhitungan, seperti laju pengeringan, perubahan kadar air, suhu pengeringan, dan pengukuran sifat fisik bubuk lengkuas merah, akan disajikan dalam format tabel dan grafik. Data dari perubahan kadar air akhir per-rak alat *hybrid*, suhu per-rak alat *hybrid*, dan pengukuran sifat fisik bubuk lengkuas yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf 5% untuk melihat ada tidaknya perbedaan rata-rata antar perlakuan. Jika F hitung > F tabel, artinya ada perbedaan nyata antar perlakuan. Setelah itu, dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5% untuk mengetahui perlakuan mana saja yang berbeda secara signifikan dan kemudian data diolah menggunakan excel.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Waktu yang dibutuhkan pada proses pengeringan menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak adalah 17 jam pada suhu 46°C, menggunakan oven adalah 13 jam pada suhu 58°C, dan secara konvensional adalah 25 jam pada suhu 40°C.
2. Waktu yang dibutuhkan pada proses pengeringan lengkuas lebih cepat pada perlakuan menggunakan oven yaitu berkisar 13 jam dibandingkan dengan perlakuan menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak dan secara konvensional, meskipun begitu *hybrid* dapat mengeringkan bahan dengan kapasitas yang lebih banyak dari pada menggunakan oven dan tidak bergantung pada energi listrik, sedangkan konvensional sangat bergantung pada cuaca sehingga memiliki waktu yang lama.
3. Sifat fisik bubuk lengkuas merah pada perlakuan menggunakan alat *hybrid* tipe rak tidak berbeda dengan perlakuan menggunakan oven dan secara konvensional, sehingga alat pengering *hybrid* tipe rak layak untuk digunakan.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian berikutnya adalah sebagai berikut.

1. Mengiris bahan yang dikeringkan setipis mungkin agar lebih cepat dalam proses pengeringan.
2. Bahan yang sudah kering harus segera mungkin dihaluskan agar bahan tidak menyerap air kembali.
3. Proses pengeringan sebaiknya dekat dengan timbangan analitic agar tidak terlalu jauh pada saat menimbang.
4. Pastikan alat yang digunakan tidak sedang terkendala agar proses pengeringan berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andalia, W., Rani, S., dan Pratiwi, I. 2022. Edukasi Pembuatan Bubuk Simplisia Lengkuas Di Kelurahan Sukamulya Kecamatan Sematang Borang. *Ikra-lth Abdimas*, 5(3), 162-167.
- Arifin, Z. 2011. Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R dan D. *Alfabeta. Bandung*.
- Badan Pusat Statistik. 2023. *Produksi Tanaman Biofarmaka Menurut Jenis Tanaman*. 08 November 2024. <https://www.bps.go.id>.
- Carr, R. L. 1976. Powder and Granule Properties and Granule Properties and Mechanism. Di dalam: Marchello, J. M. And A. Gomezplata (eds). *Gass Solid Handling in The Processing Industries*. Marchell Dekker, Inc, New York.
- Ditjen, P. O. M. 1982. Kodifikasi Peraturan Perundang-undangan Obat Tradisional. *Ditjen POM Depkes. Jakarta*, 247.
- Desrosier, N.W. The Technology of Food Preservation. 1988. *Tehnologi Pengawetan Pangan Terjemah oleh M. Muljohardjo*. UI Press. Jakarta.
- Elvianis, R. 2022. *Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Lengkuas*. Agrotek.id. 27 Januari 2022.
- Fath, D.H.M., Muchlisin, M.A., dan Jamil, A. S. 2024. Analisis Network Pharmacology Senyawa Metabolit Sekunder Tanaman Lengkuas (*Alpinia galanga*) pada Penyakit Kanker. *Journal of Islamic Pharmacy. Online ISSN: 2527-6123 Volume 9 (1) Juni 2024; p43-49*.
- Febriyanti, T. A., Hadist, I., Royani, M., dan Herawati, E. 2019. Pengaruh Substitusi Bungkil Kedelai Dengan Indigofera Zollingeriana Hasil

- Fermentasi Terhadap Sifat Fisik Pellet Setelah Masa Penyimpanan Satu Bulan. *Janhus Jurnal Ilmu Peternakan Journal of Animal Husbandry Science*, 3(2), 18-26.
- Fitriansyah, A., Waluyo, S., Sugianti, C., dan Tamrin, T. 2022. Pengaruh Suhu dan Waktu Pemblansiran terhadap Karakteristik Tepung Sukun. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 1(3), 271-281.
- Gardjito, M., Murdiati, A., dan Aini, N. 2006. *Mikroenkapsulasi B-karoten Buah Labu Kuning dengan Enkapsulan Whey dan Karbohidrat*. Jurusan TPHP Fakultas Teknologi Pertanian UGM Yogyakarta.
- Gunawan, Y., Intara, Y. I., Sidebang, B., dan Anis, U. 2024. Kajian Pengeringan Pada Pengering Tipe Rak Dengan Konveksi Panas Dari Pipa Yang Dialiri Air Panas Geothermal. *Newton-Maxwell Journal of Physics*, 5(1), 7-18.
- Hadrin, M., Hafid, H., dan Napirah, A. 2020. Sifat Organoleptik Dendeng Ayam Broiler dengan Penambahan Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata K. schum*). *JIPHO (Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo) : Vol 2, No 3, Juli 2020 Halaman: 277 – 281 eISSN : 2548-1908*.
- Hartati, E., dan Lestari, A. Y., G. 2021. *Ketahanan Dan Keamanan Pakan Ternak Ruminansia Di Lahan Kering*. Uwais Inspirasi Indonesia.
- Hartini, A. N. 2019. *Daya Antibakteri Lengkuas (Alpinia galanga) Olahan Terhadap Total Mikroba Ikan Mas (Cyprinus carpio)*. Tugas Akhir. Bandung.
- Hatta, M., Syuhada, A., dan Fuadi, Z. 2019. Sistem pengeringan ikan dengan metode *hybrid*. *Jurnal Polimesin*, 17(1), 9-18.
- Henderson, S.M. dan R.L. Perry. 1976. *Agricultural Process Operations 3th Ed*. John Wiley and Sons. New York. 251 hlm.
- Hendrawati, Y., Yuliana, N., dan Sari, D. K. 2016. Pengaruh metode pengeringan terhadap kualitas simplisia daun salam (*Syzygium polyanthum*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 18(2), 85–90.
- Heruwati, E. 2002. *Pengolahan dan Pemanfaatan Tanaman Obat Tradisional Indonesia*. Yogyakarta: ANDI Offset.
- Ifmalinda, Cherie, D., dan Febriana, N. 2023. Buku Teknologi Pengolahan Terung hijau dengan perendaman Natrium Bisulfat. Uwais Inspirasi Indonesia.
- IsHak, W., Nikraves, R., Lederer, S., Perry, R., Ogunyemi, D., dan Bernstein, C. 2013. Burnout in medical students: a systematic review. *The clinical teacher*, 10(4), 242-245.

- Juariah, S., Ningrum, T. S., dan Yusrita, E. 2023. Uji Efektivitas Ekstrak Rimpang Lengkuas Merah (*Alpinia Purpurata* K. Schum) Terhadap *Candida albicans*. *Meditory: The Journal of Medical Laboratory*, 11(1), 83-89.
- Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. 2018. *Rencana Strategis Direktorat Jenderal Pengembangan Ekspor Nasional Tahun 2015–2019*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengembangan Ekspor Nasional.
- 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.
- Khathir, R., Ratna, dan Putri1, R.N. 2014. Penentuan Umur Simpan Lengkuas dengan Model Arrhenius Berdasarkan Kadar Air dan Kadar Sari Larut dalam Air. *Jurnal Rona Teknik Pertanian ISSN : 2085-2614*.
- Latuconsina, N. D., Dewi, T. C., dan Susantyo, A. 2019. Tinjauan Pelaksanaan Retensi Sesuai Dengan Permenkes Ri No. 269 Tahun 2008 Dan Akreditasi Snars Di Rsud Kanjuruhan Kabupaten Malang. *Kampurui Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 1(1), 11-16.
- Leviana, W., dan Paramita, V. 2017. Pengaruh suhu terhadap kadar air dan aktivitas air dalam bahan pada kunyit (*Curcuma longa*) dengan alat pengering electrical oven. *Metana*, 13(2), 37-44.
- Manohara, D., Wahyuno, D., dan Noveriza, R. 2005. Penyakit busuk pangkal batang tanaman lada dan strategi pengendaliannya. *Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat*, 17(2), 41-57.
- Mardhiyyah, K., Ryandini, Y.I., dan Hermawan, Y. 2021. Uji Aktivitas Antioksidan dan Skrining Fitokimia Perasan Lengkuas Merah dan Lengkuas Putih. *Jurnal Jamu Indonesia (2021) 6(1):23-31 ISSN 2407-7178 eISSN 2407-7763*.
- Maserasi, B. G. M. D., & Pamungkas, T. H. P. 2019. *Aktivitas Antioksidan Ekstrak Lengkuas Merah*. Skripsi. Program Studi S-1 Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Semarang.
- Mujumdar AS dan Menon AS. 1995. *Drying of solids: principles, classification, and selection of dyers*. In: Mujum dar (ed) *Handbook of Industrial Drying*, pp. 1-40. Marcel Deker: New York, USA.
- Nafis, R., Oktaviani, A., Febrianti, D., Maulida, P., dan Sukarso, A. A. 2023. Pengolahan lengkuas menjadi lengkuas bubuk untuk mengoptimalkan pemanfaatan lengkuas di desa Penimbung, kec. Gunung Sari, Lombok Barat. *Jurnal Wicara Desa*, 1(2), 190-199.

- Nationmaster. 2019. Produksi Rempah-Rempah. 08 November 2024.
<https://www.nationmaster.com>.
- Nivetha, V., Subramaniyan, V., Manikandan, D., Divya, M., Krishna, T., dan Manjula, K. 2019. In vitro antidiabetic and antioxidant activities of the methanolic extract of *Alpinia purpurata* root. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 8(3): 1060–1064.
- Pangaribuan, S., Nuryawati, T., dan Suprpto, A. 2016. Sifat fisik dan mekanik serta pengaruh penyosohan terhadap sifat fisik dan mekanik biji sorgum varietas kd 4. In *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*.
- Priastuti, R. C., dan Suhandy, D. 2017. Pengaruh arah dan ketebalan irisan kunyit terhadap sifat fisik tepung kunyit yang dihasilkan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 5(2).
- Rahman, M. S., Al-Farsi, S., dan Kasapis, S. 2017. Density, Porosity and Packing Arrangements. In *Handbook of Food Structure Development* (pp. 33–56). Wiley-Blackwell.
- Renisa Alviani, S. 2022. *Optimasi Formula Minuman Rempah Serbuk Instan Menggunakan Design Expert Metode Mixture D-Optimal*. (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Unpas).
- Sari, F. K., Tamrin, T., Kuncoro, S., dan Warji, W. 2024. Proses Pengeringan Kunyit (*Curcuma domestica* Val) dan Sifat Fisik Tepung yang Dihasilkan. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 3(1), 50-60.
- Sari, Y. C., Montesqrit, M., Marli da, Y., dan Nanda, S. 2023. Analisis Sifat Fisik Dedak Padi sebagai Pakan Ternak dari Beberapa Varietas Padi Lokal di Kabupaten Agam Sumatera Barat. *Jurnal Triton*, 14(1), 180-187.
- Seftriakson, R. A. 2019. Uji Daya Hambat Ekstrak Rimpang Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata* K. Schum) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Klebsiella pneumoniae* Isolat Sputum Pada Penderita Pneumonia. *Jurnal Ilmiah Farmasi – Unsrat Vol. 8 No. 1 Februari 2019 Issn 2302 – 2493*.
- Syah, H., Yusmanizar, Y., dan Maulana, O. 2013. Karakteristik fisik bubuk kopi arabika hasil penggilingan mekanis dengan penambahan jagung dan beras ketan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 5(1).
- Taib G, Said G, Sutedja W. 1988. *Operasi Pengeringan pada Pengolahan Hasil Pertanian*. PT Mediatama Sarana Perkasa. Jakarta.

- Tambun, R., Harry P.L., Pinem, C., dan Manurung, E. 2016. Pengaruh Ukuran Partikel, Waktu dan Suhu Pada Ekstraksi Fenol Dari Lengkuas Merah. *Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 5, No. 4.*
- Untoro, W., dan Angriawan, A. 2016. Publicness and strategic planning of public institutions: Evidence from Indonesia. *Journal of Economics, Business, and Accountancy Ventura Vol. 19, No. 2, August – November 2016, pages 155 – 160.*
- Yasni, M. dan Sedarnawati. 1997. Mempelajari pembuatan bubuk konsentrat lengkuas (*Languas galanga (L) stuntz*) dan perubahan mutunya selama penyimpanan. *Jurnal UT – Food Science and Technology.*
- Zakaria, M., Hendrawan, Y., dan Djojowasito, G. 2017. Pemodelan Pengeringan Kunyit (*Curcuma Domestica Val.*) Berbasis Machine Vision Dengan Menggunakan Artificial Neural Network. *Jurnal Teknologi Pertanian, 18(1), 11-20.*