

**PENGERINGAN VANILI (*Vanilla planifolia* A.)  
MENGUNAKAN ALAT PENGERING *HYBRID* TIPE RAK**

(Skripsi)

Oleh

**Hani Muzaqi**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## **ABSTRAC**

### **Drying Of Vanilla (*Vanilla planifolia* A.) With Dryer Hybrid Rack Type**

**By**

**Hani Muzaqi**

*Vanilla plant (*Vanilla planifolia* A.) is one of the export-oriented plants and economic value is quite high. This is because vanilla is one of the important plantation crops in Indonesia. This study aims to analyze the efficiency of drying wet vanilla using a rack type hybrid dryer with three treatments, namely drying with tools using solar energy, drying with tools using electrical energy, and drying with tools using solar energy and electrical energy (hybrid). After research and it is known that the drying of vanilla using tools with solar energy takes 16 days, tools using electrical energy for 18 days, and tools using solar energy and electrical energy (hybrid) for 13 days. While the value of efficiency for drying vanilla wet using tools with sunlight by 6,39%, and tools with electrical energy by 1.58%, and tools with solar and electric (hybrid) by 0.92%*

***Keywords : vanilla, drying, hybrid***

## **ABSTRAK**

### **Pengeringan Vanili (*Vanilla planifolia* A.) Menggunakan Alat Pengering *Hybrid* Tipe Rak**

**Oleh**

**Hani Muzaqi**

Tanaman vanili (*Vanilla planifolia* A.) merupakan salah satu tanaman yang berorientasi ekspor dan bernilai ekonomi cukup tinggi. Hal ini dikarenakan vanila adalah salah satu tanaman perkebunan penting di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi pengeringan vanili basah menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak dengan tiga perlakuan yaitu pengeringan dengan alat menggunakan energi matahari, pengeringan dengan alat menggunakan energi listrik, dan pengeringan dengan alat menggunakan energi matahari dan energi listrik (*hybrid*). Setelah dilakukan penelitian dan diketahui bahwa pengeringan vanili menggunakan alat dengan energi matahari membutuhkan waktu selama 16 hari, alat menggunakan energi listrik selama 18 hari, dan alat menggunakan energi matahari dan energi listrik (*hybrid*) selama 13 hari. Sedangkan nilai efisiensi untuk pengeringan vanili basah menggunakan alat dengan sinar matahari sebesar 6,39%, dan alat dengan energi listrik sebesar 1,58%, dan alat dengan matahari dan listrik (*hybrid*) sebesar 0,92%

**Kata Kunci : vanili, pengeringan, *hybrid***

**PENGERINGAN VANILI (*Vanilla planifolia* A.)  
MENGUNAKAN ALAT PENERING *HYBRID* TIPE RAK**

Oleh

**Hani Muzaqi**

(Skripsi)

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

**Pada**

**Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

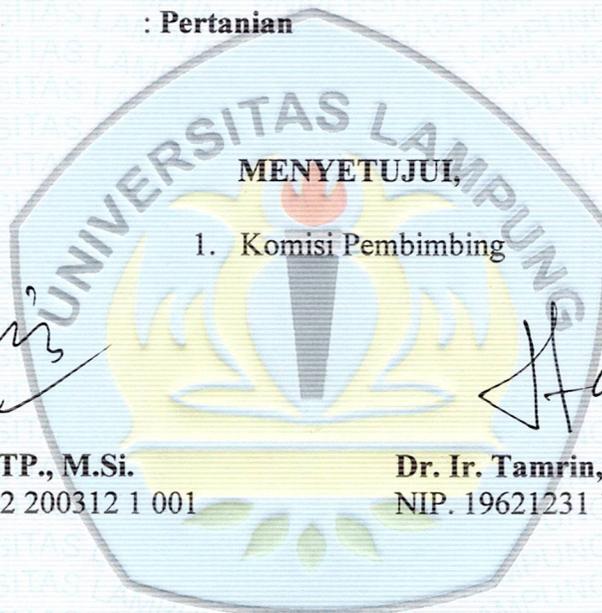
Judul Skripsi : **PENGERINGAN VANILI (*Vanilla planifolia* A.)  
MENGUNAKAN ALAT PENERING *HYBRID*  
TIPE RAK**

Nama Mahasiswa : **Hani Muzaqi**

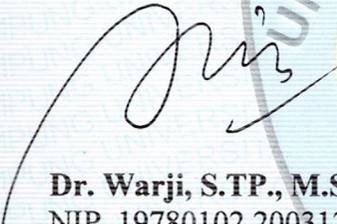
No. Pokok Mahasiswa : **1814071037**

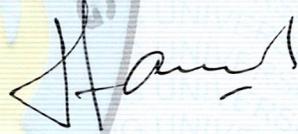
Jurusan : **Teknik Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**



1. **Komisi Pembimbing**

  
**Dr. Warji, S.TP., M.Si.**  
NIP. 19780102 200312 1 001

  
**Dr. Ir. Tamrin, M.S.**  
NIP. 19621231 198703 1 030

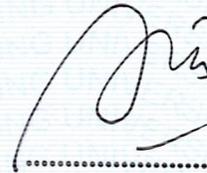
2. **Ketua Jurusan Teknik Pertanian**

  
**Dr. Ir. Sandi Asmara, M.S.**  
NIP. 19621010 198902 1 002

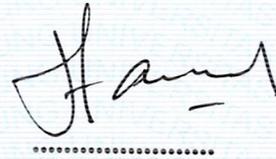
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

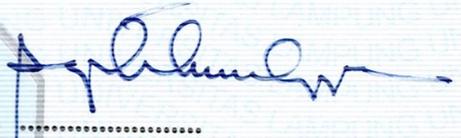
Ketua : Dr. Warji, S.TP., M.Si.



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



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



2. Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 19611020 198603 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 10 Juni 2022

## PERNYATAAN HASIL KARYA

Saya adalah **Hani Muzaqi** NPM **1814071037**

dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) Dr. Warji, S.TP., M.Si. 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.

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

Bandar Lampung,

Yang membuat pernyataan



**Hani Muzaqi**  
NPM. 1814071037

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Bangun Sari, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran, pada hari Sabtu, 26 Agustus 2000, sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Sidik dan Ibu Triyani. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Bangun Sari pada tahun 2006-2012, Sekolah Menengah Pertama di SMP

Negeri 1 Adiluwih pada tahun 2012-2015, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Adiluwih pada tahun 2015-2018. Tahun 2018, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) dan mendapatkan beasiswa Bidikmisi selama menjalani perkuliahan.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif mengikuti beberapa organisasi kemahasiswaan di Universitas Lampung. Ditingkat universitas sebagai Anggota Divisi Sosial Masyarakat (SOSMAS) Forum Komunikasi Bidikmisi Universitas Lampung periode 2019/2020 dan diamanahkan sebagai Ketua Umum Forum Komunikasi Bidikmisi Universitas Lampung Tahun 2021. Ditingkat fakultas sebagai Anggota Bidang Kesekretariatan dan Masjid (KESMA) Forum Studi

Islam Fakultas Pertanian (FOSI FP) periode 2019 dan diamanahkan sebagai Ketua Bidang Kesekretariatan dan Masjid (KESMA) periode 2020. Ditingkat jurusan sebagai Anggota Biasa Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP).

Tahun 2021, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Mandiri selama 40 hari pada bulan Januari - Februari 2021 di Desa Srikaton, Kecamatan Adiluwih, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Perkebunan Nusantara Unit Way Berulu, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung dengan judul “Upaya Mengoptimalkan Mutu Sadapan dan Mutu Produksi pada PT Perkebunan Nusantara Unit Way Berulu Kabupaten Pesawaran” selama 40 hari pada bulan Agustus - September 2021.



Dengan segala kerendahan hati,  
kupersembahkan karya sederhanaku ini  
sebagai tanda cinta, kasih sayang serta rasa terima kasihku

**Kepada Kedua Orang Tua**  
***Bapak Sidik dan Ibu Triyani***

yang telah membesarkan dan mendidikku dengan penuh perjuangan  
dan kasih sayang serta selalu mendukung dan mendo'akan yang terbaik  
untuk keberhasilan dan kebahagiaanku

**Serta Adikku Tersayang**  
***Ilham Ramadhan***

terima kasih untuk cinta, kasih sayang,  
dukungan serta semangat yang selalu ananda berikan selama ini

Teman-teman seperjuangan  
Keluarga Besar Teknik Pertanian 2018  
Universitas Lampung

***Sesungguhnya sesudah kesulitan pasti ada kemudahan***  
***(Q.S. Al-Insyirah : 6)***



## SANWACANA

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Pengeringan Vanili (*Vanilla planifolia* A.) Menggunakan Alat Pengering Hybrid Tipe Rak**" yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Sholawat serta salam tak henti hentinya penulis haturkan kepada sosok tauladan yakni Nabi Muhammad SAW, yang tentunya kita nantikan syafaatnya di hari kiamat nanti.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat masukan, bantuan, semangat, bimbingan, kritik dan saran dari berbagai pihak. Maka dengan segala kerendahan penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Dr. Warji, S.TP., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Pertama yang telah memberikan bimbingan, saran, masukan, dan motivasi;
4. Dr. Ir. Tamrin, M.S., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi;
5. Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M.S., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran dan kritik untuk perbaikan dalam penyelesaian skripsi ini;

6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas segala ilmu yang diberikan baik dalam perkuliahan dan yang lainnya, dukungan, dan bantuan kepada penulis selama ini;
7. Teknisi Laboratorium Daya Alat Mesin Pertanian (Pak Untung) yang telah banyak membantu penulis dari awal penelitian hingga selesai;
8. Bapak Sidik, Ibu Triyani, Adik Ilham Ramadhan, Kakek, Nenek, Paman, dan Bibi tercinta yang tidak henti-hentinya memberikan doa, dukungan moral dan material, semangat serta nasihat selama menjalani perkuliahan sampai dengan selesai;
9. Saudari Maulydia Ayu Ningrum yang selalu membimbing, memberi arahan, membantu pengambilan data, dan memberi semangat selama penyusunan skripsi,
10. Kakak tingkat satu bimbinganku, Wahyu Aji Prasetyan dan Andika Rizki Aditya yang telah banyak memberi arahan, masukan dan koreksi sepanjang penyusunan skripsi;
11. Teman-teman baikku Hafiz Julian Saputra, M. Adji Prastowo, dan Rendie Meita Sarie Putri yang sudah membantu dalam mencari dan mengambil bahan penelitian;
12. Rekan-rekan baikku Chandra Pranata, Hendri Tri Dwika, Rendi Amanda Berdikari, Krisna Bayu Aji, Yogie Wiweka Wisnumurti yang telah menemani selama pengambilan data di Laboratorium Daya Alat Mesin Pertanian (LDAMP);
13. Saudari Wahyuni Ma'rufah dan Amalia Agustin yang telah membantu pengambilan data dalam penelitian ini;
14. Keluarga besar Teknik Pertanian 2018 yang telah membantu, memberikan semangat, dan mendoakan selama perkuliahan;
15. Keluarga besar Forum Komunikasi Bidikmisi Universitas Lampung yang telah memberikan pengalaman kepada penulis,
16. Serta semua pihak yang terlibat dalam proses penulisan skripsi ini

Penulis menyadari skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan baru kepada setiap orang yang membacanya.

Bandar Lampung,  
Penulis

**Hani Muzaqi**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DARTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xviii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Hipotesis.....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Tanaman Vanili ( <i>Vanilla planifolia</i> A.).....	6
2.2 Syarat Mutu Vanili Menurut SNI 01-0010-2002 .....	10
2.3 Pengeringan.....	12
2.4 Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengeringan.....	13
2.5 Pengeringan <i>Hybrid</i> .....	15
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>20</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	20
3.2 Alat dan Bahan.....	20
3.3 Metode Penelitian.....	20
3.4 Prosedur Penelitian.....	21
3.5 Pengamatan .....	23
3.5.1 Suhu Pengeringan .....	23
3.5.2 Lama Pengeringan .....	24
3.5.3 Konsumsi Energi Listrik.....	24
3.5.4 Analisis Efisiensi .....	24
3.5.5 Kapasitas Alat .....	26
3.6 Analisis Data .....	27
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>28</b>
4.1 Pengujian Alat Menggunakan Bahan (Vanili) .....	28
4.1.1. Pengujian Alat dengan Beban Menggunakan Energi Matahari.....	28
4.1.2. Pengujian Alat dengan Beban Menggunakan Energi Listrik.....	30

4.1.3. Pengujian Alat dengan Beban Menggunakan Energi Matahari dan Energi Listrik ( <i>Hybrid</i> ) .....	32
4.2 Kadar Air.....	33
4.2.1 Penurunan Kadar Air Bahan dengan Alat Pengering Menggunakan Energi Matahari .....	34
4.2.2 Penurunan Kadar Air Bahan dengan Alat Pengering Menggunakan Energi Listrik .....	35
4.2.3 Penurunan Kadar Air Bahan dengan Alat Pengering Menggunakan Energi Matahari dan Listrik ( <i>Hybrid</i> ).....	36
4.3 Analisis Efisiensi Alat .....	39
4.3.1 Lama Pengeringan .....	39
4.3.2 Laju Pengeringan .....	40
4.3.3 Energi Sumber (Input) .....	40
4.3.4 Energi yang Dimanfaatkan (Output).....	41
4.3.5 Efisiensi Pengeringan .....	42
4.3.6 Kapasitas Alat .....	43
<b>V. KESIMPULAN .....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran.....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>50</b>

## DARTAR TABEL

Tabel	Halaman
<i>Teks</i>	
1. Lama pengeringan.....	39
2. Laju pengeringan.....	40
3. Energi sumber (Input) .....	40
4. Energi yang dimanfaatkan (Output).....	41
5. Efisiensi pengeringan .....	42
6. Kapasitas real alat .....	44
<i>Lampiran</i>	
7. Perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi matahari ( $^{\circ}\text{C}$ ).....	51
8. Perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi listrik ( $^{\circ}\text{C}$ ).....	53
9. Perubahan suhu pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi matahari dan energi listrik ( $^{\circ}\text{C}$ ).....	59
10. Data kadar air pada pengeringan menggunakan energi matahari .....	65
11. Data kadar air pada pengeringan menggunakan energi listrik .....	66
12. Data kadar air pada pengeringan menggunakan energi listrik dan energi matahari ( <i>hybrid</i> ).....	68
13. Penurunan kadar air pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi matahari.....	69
14. Penurunan kadar air pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi listrik .....	70
15. Penurunan kadar air pada pengujian alat dengan beban menggunakan energi listrik dan energi matahari ( <i>hybrid</i> ) .....	70

16. Rata-rata radiasi matahari ( $\text{W/m}^2$ ) .....	70
---	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
<i>Teks</i>	
1. Tanaman Vanili ( <i>Vanilla planifolia</i> A.).....	6
2. Polong vanili yang siap dipanen .....	8
3. Polong vanili yang sudah kering .....	9
4. Alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak .....	17
5. Diagram alir penelitian.....	22
6. Grafik rata-rata perubahan suhu pada pengujian alat dengan bahan menggunakan energi matahari .....	29
7. Grafik rata-rata perubahan suhu pada pengujian alat dengan bahan menggunakan energi listrik .....	31
8. Grafik rata-rata perubahan suhu pada pengujian alat dengan bahan menggunakan energi matahari dan listrik ( <i>hybrid</i> ) .....	33
9. Grafik penurunan kadar air pada pengujian alat dengan bahan menggunakan energi matahari.....	34
10. Grafik penurunan kadar air pada pengujian alat dengan bahan menggunakan energi listrik .....	36
11. Grafik penurunan kadar air pada pengujian alat dengan bahan menggunakan energi matahari dan listrik ( <i>hybrid</i> ).....	37
12. Grafik penurunan kadar air dari seluruh perlakuan.....	38
13. Vanili yang dihamparkan pada rak pengering .....	44
<i>Lampiran</i>	
14. Vanili.....	75
15. Pelayuan vanili .....	75
16. Penimbangan berat awal vanili .....	75

17. Pengukuran intensitas cahaya menggunakan lux meter.....	76
18. Pengukuran kadar air vanili dengan metode oven .....	76
19. Penimbangan sampel vanili.....	76
20. Pengeringan vanili menggunakan energi matahari .....	77
21. Pengeringan vanili menggunakan energi listrik.....	77
22. Pengeringan vanili menggunakan energi matahari dan energi listrik ( <i>hybrid</i> )	77
23. Pengukuran konsumsi listrik menggunakan kWh meter.....	78
24. Pengukuran suhu pengeringan .....	78
25. Penimbangan vanili kering.....	78

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman vanili (*Vanilla planifolia* A.) merupakan salah satu tanaman yang berorientasi ekspor dan bernilai ekonomi cukup tinggi. Seiring dengan berkembangnya industri berbasis vanili, kebutuhan dunia akan vanili menjadi sangat tinggi. Vanili Indonesia sudah dikenal cukup lama di pasar internasional dengan sebutan *Java Vanilla Bean* (Ilham *et al.* 2004). Di antara hasil-hasil pertanian, buah vanili dijuluki “emas hijau” karena harganya yang sangat tinggi jika sudah dikeringkan. Vanili dapat dimanfaatkan sebagai pengharum makanan, *ice cream*, gula-gula, dan minuman. Manfaat vanili di bidang kesehatan, jika dipadukan dengan madu akan lebih banyak manfaatnya, antara lain sebagai penambah nafsu makan, meningkatkan daya tahan tubuh dan stamina, serta memperlancar peredaran darah. Aroma sedap dari vanili ini juga bisa dimanfaatkan untuk aroma terapi.

Saat ini, terdapat lebih dari 110 jenis tanaman vanili di dunia. Namun, yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku industri makanan dan minuman olahan serta sebagai komoditas ekspor Indonesia adalah jenis *Vanilla planifolia* A. Menurut Direktur Pengembangan Produk Ekspor, Olvy Andrianita, pengolahan vanili menjadi produk bernilai tambah seperti ekstrak, sari, oleoresin, maupun bubuk, dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri kuliner. Selain itu, vanili juga dapat digunakan sebagai bahan baku kosmetik, parfum, herbal, dan minyak esensial. Vanili kerap disebut sebagai emas hijau karena memiliki nilai ekonomis serta harga jual yang tinggi. Biji vanili mencapai harga tertinggi di tahun 2018, yakni USD 650/kg. Sedangkan pada 2020, harga biji vanili terkoreksi menjadi USD 200/kg. Salah satu hal yang menjadi tantangan dalam mengembangkan

produk vanili Indonesia adalah kecenderungan membeli vanili dari pemasok yang sudah ada. Permasalahannya, ada beberapa eksportir tanah air yang kerap mencampur vanili Indonesia dengan vanili Papua Nugini sehingga profil rasanya tidak konsisten. Pada periode 2015-2019, tren ekspor produk vanili Indonesia tercatat tumbuh positif sebesar 32,55 persen. Pada 2019, Indonesia menempati peringkat ke-3 sebagai eksportir terbesar dunia setelah Madagaskar dan Prancis. Madagaskar menguasai 53,06 persen pangsa ekspor vanili dunia dengan ekspor sebesar USD 573,17 juta (Kemendag, 2021).

Di Indonesia, vanili merupakan komoditas lokal yang secara tradisional selalu diekspor, bahkan tidak digunakan di dalam negeri karena tingginya permintaan dunia. Namun teknologi proses yang lebih baik dan pembuatan produk turunannya harus disiapkan untuk memberikan nilai tambah bagi pengolahan vanili, mengantisipasi perkembangan pasar, dan membuka pasar bagi produk berbasis vanili Indonesia (Setyaningsih, 2006). Kondisi ini harus dipertahankan bahkan ditingkatkan. Diperlukan strategi yang tepat untuk mendukung pengembangan vanili di Indonesia agar tingkat produktivitas tanaman vanili dan pendapatan petani selalu pada kondisi yang baik dan berkelanjutan. Salah satunya proses pengeringan yang digunakan untuk mengeringkan vanili tersebut agar daya simpan dan kualitas vanili menjadi lebih baik dan tahan lama.

Pengeringan merupakan proses penurunan kadar air bahan dengan menggunakan energi panas. Proses pengeringan yang umumnya dilakukan oleh masyarakat untuk mengeringkan bahan hasil pertanian adalah menggunakan sinar matahari langsung (penjemuran). Proses penjemuran ini memiliki banyak kekurangan seperti proses pengeringan bergantung pada cuaca, membutuhkan tempat pengeringan yang luas, bahan yang dikeringkan mudah terkontaminasi debu dan kotoran, dan banyak hasil pengeringan yang tercecer. Untuk itu perlu dilakukan pengeringan buatan yang merupakan pengeringan menggunakan teknologi berupa alat mekanis. Pengeringan buatan ini tidak hanya menggunakan sinar matahari sebagai sumber panas untuk mengeringkan bahan tetapi dapat juga dikombinasikan dengan energi listrik, Bahan Bakar Minyak (BBM), biomassa dan gas.

Pengeringan produk hasil pertanian 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. Pada umumnya, pengeringan dengan menggunakan alat pengering akan menghasilkan mutu yang lebih baik dibandingkan dengan dikeringkan langsung di bawah sinar 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).

Menurut (Anwar *et al.* 2012), energi radiasi dari matahari merupakan salah satu bentuk energi alternatif yang dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan guna menggantikan energi bahan bakar minyak. Alat pengering energi surya merupakan salah satu cara untuk memanfaatkan energi yang dapat diperbaharui tersebut. Pengeringan sistem *hybrid* yang memanfaatkan energi surya dengan tambahan sumber energi lain (listrik, bahan bakar, dan lain-lain) adalah salah satu alat pengering buatan yang dapat digunakan dalam pengeringan vanili ini.

Untuk mengetahui dan juga sebagai bahan kajian terhadap perbaikan rancangan alat pengering *hybrid* tipe rak perlu dilakukan pengujian kinerja alat pengering tersebut. Penggunaan dua sumber pemanas dalam proses pengeringan perlu diketahui kinerjanya, terutama untuk mengeringkan vanili. Keuntungan dari penggunaan alat pengering *hybrid* tipe rak ini antara lain, tidak tergantung kepada panas matahari dan cuaca, tidak memerlukan tempat yang luas, perubahan suhu dapat diukur dan kapasitas pengeringan bahan dapat disesuaikan dengan yang diperlukan.

Hal tersebut melatarbelakangi penggunaan alat pengering *hybrid* tipe rak sebagai alat pengering vanili yang lebih efektif dan menjamin kontinuitas produksi. Pengeringan menggunakan sistem *hybrid* memanfaatkan energi panas matahari dengan ditambahkan sumber energi lain (listrik, bahan bakar biomassa, batubara, dan lain – lain) merupakan salah satu alat pengering buatan yang dapat

digunakan dalam pengeringan vanili. Penggunaan dua sumber pemanas dalam proses pengeringan perlu diketahui kinerjanya, terutama untuk mengeringkan vanili.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan vanili dengan alat pengering *hybrid* tipe rak?
2. Bagaimana perbandingan laju pengeringan vanili yang dikeringkan menggunakan alat tradisional dan menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak?
3. Tingkat efisiensi alat pengering *hybrid* tipe rak untuk mengeringkan vanili?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah menguji kinerja alat pengering *hybrid* tipe rak untuk pengeringan vanili dengan tiga perlakuan yaitu pengeringan dengan alat menggunakan energi matahari, energi listrik, energi matahari dan energi listrik (*hybrid*).

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari dilaksanakannya penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi ilmiah kepada masyarakat (terutama pengusaha vanili) mengenai tingkat efisiensi penggunaan alat pengering *hybrid* tipe rak untuk mengeringkan vanili.
2. Memberikan pengetahuan kepada peneliti tentang hasil pengeringan vanili menggunakan metode konvensional dan menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak.
3. Dapat dijadikan sebuah solusi terhadap permasalahan – permasalahan yang dihadapi pengusaha vanili dalam melakukan proses pengeringan

menggunakan metode konvensional, seperti cuaca, waktu, tempat dan lain – lain.

### **1.5 Hipotesis**

Hipotesis terhadap penelitian ini yaitu adanya pengaruh terhadap tingkat efisiensi penggunaan alat pengering *hybrid* tipe rak sebagai alat pengering vanili dan diharapkan mendapat waktu serta kualitas pengeringan yang lebih baik dibandingkan dengan metode konvensional.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Vanili (*Vanilla planifolia* A.)

Tanaman vanili (*Vanilla planifolia* A.) berasal dari Meksiko. Tanaman ini tumbuh subur di daerah hutan tropis yang basah, khususnya di pinggiran hutan. Penduduk asli Meksiko menggunakan buah vanili sebagai penyegar minuman coklat dan penyadap tembakau. Tanaman vanili masuk ke Indonesia pada tahun 1819, dibawa oleh seorang ahli botani bernama Marchel. Vanili ditanam pertama kali di Kebun Raya Bogor. Tanaman vanili membutuhkan kondisi lingkungan tertentu agar dapat tumbuh subur, serta menghasilkan buah berkualitas tinggi. Rata-rata curah hujan bertanam vanili di Indonesia berkisar 1.900 – 2.300 mm/tahun. Menanam vanili sebaiknya di tanah yang datar atau tanah yang miring agar tidak terjadi genangan air, tanah dengan tekstur lempung, berhumus, dan berpasir. Keasaman (pH) tanah yang dikehendaki tanaman vanili berkisar 5,5 – 7,1. Dalam perkembangannya polong vanilli yang sudah masak dan mengering mengandung zat vanillin. Zat ini merupakan bahan aroma polong vanilli yang paling utama. Bila dibiarkan masak di pohon, polong vanilli akan membelah dan mengeluarkan aroma vanillin (Rismunandar dan Sukma 2002).



Gambar 1. Tanaman Vanili (*Vanilla planifolia* A.)

Berdasarkan ilmu taksonomi menurut Rismunandar (2002) silsilah kekerabatan dalam tanaman vanili adalah sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta  
Klas : Angiospermae  
Ordo : Orchidales  
Famili : Orchidaceae  
Genus : *Vanilla*  
Spesies : *Vanilla planifolia*

Vanili (*Vanilla planifolia* A.) merupakan tanaman yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan merupakan salah satu tanaman perkebunan penting di Indonesia (Hadipoentyanti *et al.* 2007). Vanili adalah tanaman monokotil, perakarannya serabut dan mendatar. Akar vanili terdiri dari akar perekat, akar gantung dan akar tanah. Akar perekat dan akar gantung tumbuh di setiap ruas batang. Akar gantung berfungsi sebagai penghisap zat makanan apabila telah mencapai tanah. Akar vanili yang berada di dalam tanah berukuran pendek dan bercabang-cabang (Rismunandar dan Sukma, 2002). Tanaman vanili tergolong tanaman memanjat (liana), sehingga batangnya tepat dinamakan sulur. Sulur vanili terdiri dari ruas-ruas, pada bukunya dapat tumbuh akar, daun dan tunas. Pada bagian buku ini terdapat akar yang berfungsi untuk menyerap air dan hara terlarut dan juga sebagai alat berpegang dan memanjat pada pohon pelindungnya (Syakir *et al.* 1994).

Batang vanili termasuk batang monopodial berbuku-buku, berbentuk silindris dan bersifat sukulen, berdiameter 1-2 cm, berwarna hijau tua, dan terdapat stomata sehingga dapat berfotosintesis (Hadipoentyanti dan Udarno, 1998), panjang tiap ruas rata-rata 15 cm, dari buku-bukunya dapat tumbuh cabang baru. Apabila pucuk batang pokok terputus maka cabang baru di bagian atas dapat berfungsi sebagai batang pokok (Rismunandar dan Sukma, 2002).

Menurut Ruhnayat (2007), iklim sangat menentukan pertumbuhan tanaman vanili. Iklim yang sesuai adalah iklim tropis dengan curah hujan antara 850-2.950 mm/tahun. Curah hujan terbaik adalah 1500 mm/tahun dengan 80-178 hari hujan

disertai dengan 8-9 bulan basah dan 3-4 bulan kering. Temperatur terbaik adalah  $\pm 20^{\circ}\text{C}$ , kelembaban berkisar antara 60-80% dengan tingkat intensitas cahaya antara 30-50%. Tanaman vanili menghendaki tanah yang banyak mengandung humus dan bertekstur *sandy loam* (lempung berpasir), dengan pH 6-7 dan berdrainase baik. Tanaman vanili juga tidak cocok dengan sinar matahari yang jatuh secara langsung sehingga diperlukan pohon naungan. Tingkat cahaya yang dibutuhkan kira-kira antara 30-50%. Cahaya yang terlalu banyak akan menyebabkan daun tanaman berwarna kuning dan lemah. Sebaliknya keadaan yang terlalu teduh akan mengakibatkan tanaman mudah terserang pathogen (Tjahjadi, 1987).

Buah polong yang masih basah berwarna hijau tua, sedangkan yang sudah kering berwarna hitam mengilat. Berat polong yang masih basah mencapai 1,90-2,30 kg per 100 polong, sedangkan berat polong kering berkisar 0,38-0,46 gram/100 polong. Panen buah vanili yang siap dipanen biasanya telah berumur 8-9 bulan setelah penyerbukan, buah yang berwarna hijau mulai memudar dan ujung polong mulai menguning tetapi belum pecah titik pembentukan buah dilakukan secara bertahap dengan cara memanen buah yang telah masak saja. Pemetikan dilakukan secara berhati-hati dengan menggunakan gunting pangkas. Polong vanili yang dipanen pada umur yang tepat akan menghasilkan vanili kering dan mengkilat, lentur, berdaging warna coklat kehitaman dengan aroma yang khas dan tajam serta kadar vanilin yang tinggi.



Gambar 2. Polong vanili yang siap dipanen

Di pasaran internasional harga vanili ditentukan oleh mutunya. Setiap negara pengimpor menetapkan persyaratan mutu yang berlainan. Pasar di Amerika Serikat lebih memerlukan vanili berkadar air rendah (20-25%) karena digunakan untuk bahan baku industri ekstraksi. Pasar di Eropa yang umumnya untuk dikonsumsi langsung oleh rumah tangga menghendaki vanili utuh (berpenampilan baik), kadar vanili tinggi, beraroma tajam dan kadar air 30-35%. Sedangkan International Standard Organisation (ISO) telah menetapkan spesifikasi vanili yang diperdagangkan di pasaran dunia. Sedangkan secara nasional telah ditetapkan oleh Dewan Standardisasi Nasional dengan nama Standar Nasional Indonesia (SNI) (Helmy, 2008). Polong vanili yang sudah kering dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Polong vanili yang sudah kering

Pengeringan dilakukan dengan dijemur di bawah sinar matahari, dioven dan diangin-anginkan. Bila cuaca baik pengeringan berlangsung selama 15-25 hari dan bila kurang baik bisa lebih lama dan kadang terserang jamur. Pengeringan dengan oven merupakan pengeringan terbaik karena dapat mempersingkat waktu jadi 1 minggu dengan suhu 50°C tanpa mempengaruhi mutu buah panili (Wibisono dan Djoyowasito, 2005).

Berdasarkan Kementerian Pertanian (2011), proses pengolahan polong vanili dilakukan pada tahap, antara lain.

### 1. Pelayuan

Pelayuan dilakukan untuk menghentikan pertumbuhan vegetatif dan mendorong pembentukan enzim pembentuk vanillin. Prosesnya adalah dengan cara mencelupkan pohon vanili ke dalam air yang bersuhu 63°C - 65°C selama 2 sampai 5 menit.

### 2. Pemeraman

Setelah dilayukan pohon vanili ditiriskan dan dilakukan pemeraman selama 24 jam dengan suhu 38° C - 40° C. Hal ini dilakukan agar terjadi reaksi enzimatik pada pohon vanili untuk pembentukan vanilin dan polong vanili berubah warna kecoklatan dan berminyak.

### 3. Pengeringan

Polong dikeringkan dengan cara dijemur atau dengan alat pengering khusus sampai kadar air mencapai 50% sampai 60%.

### 4. Pengering-anginan

Bertujuan untuk menurunkan kadar air secara perlahan dan meningkatkan aroma vanilin. Polong disusun pada rak bambu atau kawat dan disimpan ruangan selama 30-45 hari. Bila kadar air 30%-35% dikeluarkan dari rak untuk proses selanjutnya. Pengeringan dapat dikombinasikan dengan menggunakan oven dengan suhu 50° celcius selama 3 jam setiap hari untuk menghasilkan mutu vanili yang lebih baik dan waktu yang lebih singkat yaitu 10 hari.

### 5. Penyimpanan

Penyimpanan bertujuan untuk menyempurnakan dan memantapkan aroma. Polong-polong vanili diikat 50-100 polong per ikat dibungkus dengan kertas minyak atau kertas parafin dan dimasukkan dalam peti berlapis kertas minyak. Penyimpanan dilakukan selama dua sampai tiga bulan.

## **2.2 Syarat Mutu Vanili Menurut SNI 01-0010-2002**

Menurut Departemen Pertanian (2008), spesifikasi vanili yang memenuhi syarat umum Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu :

- a. Berbau wangi khas vanili.
- b. Berwarna hitam mengkilap atau hitam kecoklatan mengkilat sampai coklat.
- c. Polong penuh berisi sampai kurang berisi, berminyak, lentur sampai kaku.
- d. Bebas benda asing.
- e. Bebas kapang (Kapang adalah vanili yang ditumbuhi / diserangi oleh kapang, yang dapat dilihat oleh mata biasa).

Syarat mutu vanili menurut SNI 01-0010-2002 dibedakan menjadi Mutu IA, Mutu IB, Mutu II dan Mutu III.

A. Syarat Mutu IA dan IB

- a. Buah vanili utuh.
- b. Ukuran polong minimal 11 cm.
- c. Tidak ada polong yang dipotong-potong.
- d. Kadar air maksimal 38%.
- e. Kadar vanillin minimal 2,983 b/b kering.
- f. Kadar abu maksimal 8% b/b kering.

B. Syarat Mutu II

- a. Buah vanili utuh atau dipotong-potong.
- b. Ukuran polong minimal 8 cm.
- c. Tidak ada persyaratan bahwa tidak boleh ada polong yang dipotong-potong.
- d. Kadar air maksimal 30%.
- e. Kadar vanillin minimal 2,250 b/b kering.
- f. Kadar abu maksimal 9% b/b kering.

C. Syarat Mutu III

- a. Buah vanili utuh atau dipotong-potong.
- b. Ukuran polong minimal 11 cm.
- c. Tidak ada persyaratan bahwa tidak boleh ada polong yang dipotong-potong.
- d. Kadar air maksimal 20,88%.
- e. Kadar vanillin minimal 1,500 b/b kering.
- f. Kadar abu maksimal 10% b/b kering.

### 2.3 Pengeringan

Pengeringan merupakan metode pengawetan dengan cara mengurangi kadar air dari bahan pangan sehingga daya simpan bahan pangan menjadi lebih panjang. Perpanjangan masa simpan terjadi karena aktivitas mikroorganisme dan enzim menurun sebagai akibat dari air yang dibutuhkan untuk aktivitasnya (Estiasih *et al.* 2009). Menurut Syuhada (2001), Pengeringan merupakan proses pengurangan kadar air bahan hingga mencapai kadar air tertentu sehingga menghambat laju kerusakan bahan akibat aktifitas biologis dan kimia.

Petani biasanya melakukan proses pengeringan secara tradisional yang hanya mengandalkan sinar matahari langsung saja dan dilakukan tanpa menggunakan alas jemur yang bersih. Cara ini memiliki banyak kelemahan yaitu sangat tergantung cuaca, membutuhkan ekstra tenaga untuk segera memindahkan kopi ketika cuaca mendadak mendung/hujan, memerlukan lahan yang luas untuk menjemur dan waktu relatif lama dalam proses pengeringan. Selain itu, dapat menyebabkan bahan sering terkontaminasi debu, kotoran, serangga, rawan kehilangan produk, mudah ditumbuhi kapang dan lembab akibat penundaan pengeringan disaat cuaca mendung/hujan. Padahal kualitas suatu produk merupakan faktor penunjang keberhasilan suatu usaha atau industri (Ramanda *et al.* 2016)

Pada saat proses pengeringan suatu bahan, perpindahan bahan dari massa bahan ke udara berlangsung dalam bentuk uap atau terjadi pengeringan pada permukaan bahan. Setelah itu tekanan uap air pada permukaan bahan akan menurun. Setelah kenaikan suhu terjadi pada seluruh bagian bahan, maka terjadi pergerakan air secara difusi dari bahan ke permukaannya dan seterusnya proses penguapan bahan pada permukaan bahan diulang lagi sampai terjadi keseimbangan dengan udara disekitarnya (Syuhada, 2003).

Proses pengeringan merupakan salah satu tahapan pasca panen yang sangat kritis karena dapat mempengaruhi kualitas vanili (Agustina *et al.* 2016). Proses pengeringan yang bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan sampai batas tertentu agar perkembangan mikroorganisme penyebab kerusakan bahan dapat

dihentikan sehingga mendapatkan kualitas produk yang diinginkan (Sary, 2016), tetapi tidak akan tercapai produk yang berkualitas jika proses pengeringan tidak dilakukan dengan baik dan benar.

#### **2.4 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).

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

a) Luas permukaan

Pada umumnya 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.

b) Perbedaan suhu sekitar

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

c) 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.

d) 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.

e) 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

## 2.5 Pengeringan *Hybrid*

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

Pengering *hybrid* pada prinsipnya sama seperti pengeringan lain pada umumnya. Pancaran sinar matahari diubah menjadi energi panas melalui kolektor surya, kemudian diteruskan ke seluruh bagian ruang pengering sehingga terjadi akumulasi energi 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).

Berdasarkan penelitian Ningrum (2022), pengujian alat pengeringan *hybrid* tipe rak tanpa beban dilakukan dengan dua perlakuan, yaitu pengujian alat dengan kipas pendorong serta kipas penghisap dan pengujian alat dengan kipas pendorong

tanpa kipas penghisap. Pada pengujian alat tanpa beban menggunakan energi matahari suhu tertinggi terdapat pada rak yang paling atas (rak 5) dan suhu terendah terdapat pada rak paling bawah (rak 1). Hal ini disebabkan karena sumber energi panas yang digunakan hanya dari energi sinar matahari, sehingga rak paling atas adalah rak yang memiliki suhu ruang tertinggi karena terkena sinar matahari secara langsung tanpa ada penghalang rak lainnya. Pada pengujian alat tanpa beban menggunakan energi listrik suhu tertinggi terdapat pada rak kanan paling bawah (rak 1). Hal ini disebabkan karena pemanas (*heater*) terletak di sisi kanan bawah alat dekat dengan rak tersebut, sehingga panas pada rak 1 paling tinggi dibandingkan dengan rak lainnya. Pada pengujian alat tanpa beban menggunakan energi matahari dan energi listrik (*hybrid*) menghasilkan suhu yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan pengujian menggunakan sinar matahari dan pengujian menggunakan energi listrik. Hal ini disebabkan oleh adanya dua sumber energi panas yang digunakan dalam pengujian tersebut, sehingga panas yang dihasilkan di dalam ruang pengering relatif rata dan lebih tinggi dibandingkan dengan pengujian menggunakan energi matahari dan pengujian menggunakan energi listrik.

#### 1. Rancangan struktural alat pengering *hybrid* tipe rak

Alat pengering yang dibuat berdasarkan strukturnya terdiri dari beberapa bagian seperti pada Gambar 4.



a. Tampak depan



b. Tampak samping

Gambar 4. Alat pengering *hybrid* tipe rak

## a) Ruang pengering

Ruang pengering adalah keseluruhan dari bagian dalam alat pengering *hybrid* 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.

## b) 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. 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 rantai pengering.

c) 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.

d) 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  $150 \times 25$  cm.

e) Ruang pemanasan

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

f) 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. 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.

a) Ruang pengeringan

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

b) Rak pengeringan

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

c) Pintu masuk dan keluar bahan

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

d) Ruang plenum

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

e) Ruang pemanasan

Ruang pemanasan berfungsi untuk menghasilkan udara pengering yang akan digunakan untuk mengeringkan vanili dengan sumber panas.

f) Kipas

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

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

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

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2022 di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian (LDAMP) dan Laboratorium Rekayasa Bioproses Pasca Panen (LRBPP) Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompor, panci, ember, kain, plastik, alat pengering *hybrid* tipe rak, lux meter, kWh meter, kamera, oven, cawan, termometer, terminal listrik, timbangan digital, dan timbangan analog. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah vanili.

#### **3.3 Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bahan vanili. Penelitian ini dilakukan dengan tiga perlakuan, antara lain :

- A = Pengujian alat dengan beban menggunakan energi matahari;
- B = Pengujian alat dengan beban menggunakan energi listrik;
- C = Pengujian alat dengan beban menggunakan energi matahari dan energi listrik (*hybrid*);

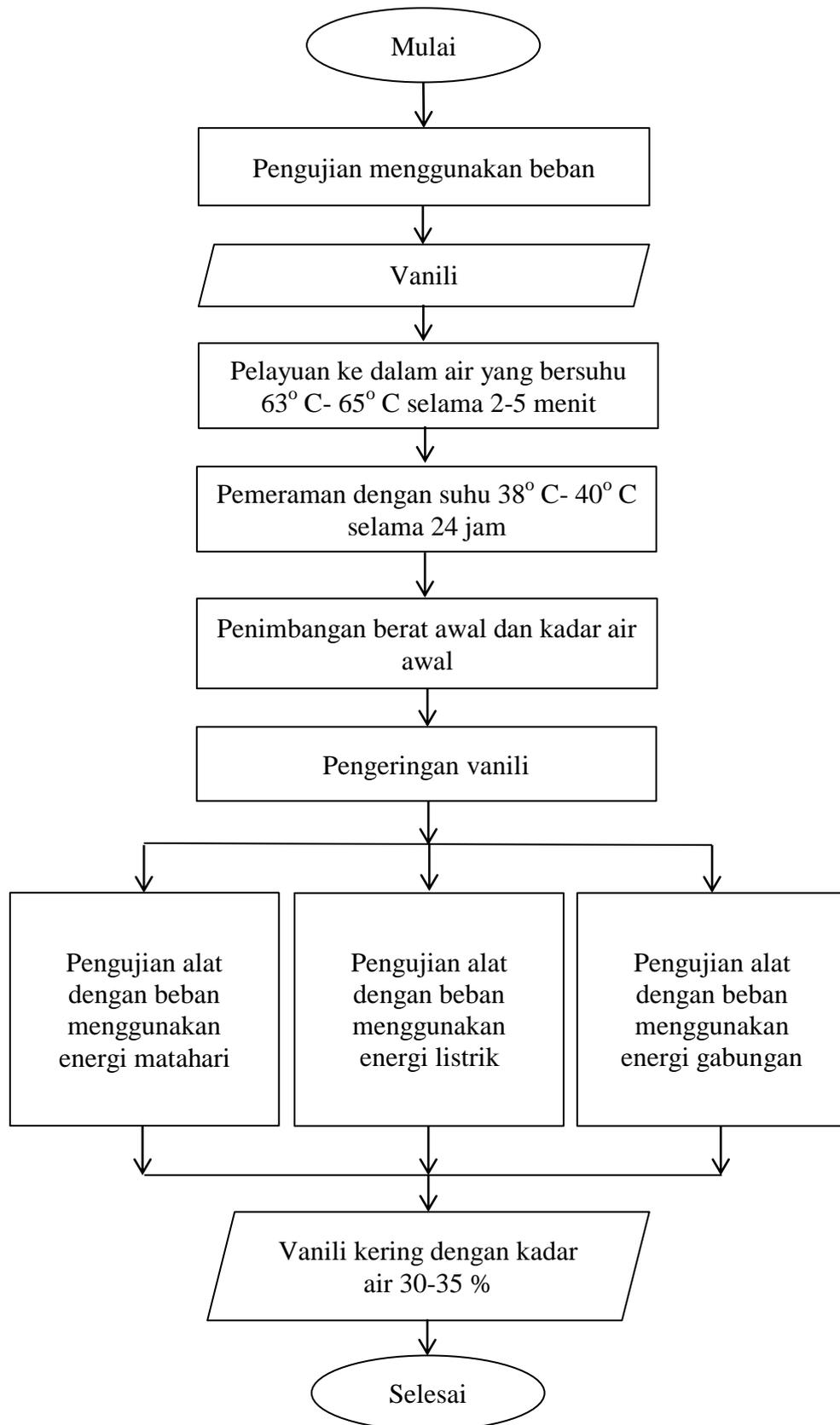
Jumlah total bahan baku yang digunakan untuk pengujian alat adalah 21 kg. Pengujian alat pengering *hybrid* tipe rak dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap suhu pengeringan, lama pengeringan, konsumsi energi

listrik, dan melakukan analisis efisiensi terhadap beban uap air, laju pengeringan, kadar air, energi sumber (input), energi yang dimanfaatkan (output), efisiensi pengeringan, dan kapasitas real alat. Perhitungan-perhitungan tersebut perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat efisiensi alat jika digunakan untuk mengeringkan vanili menggunakan energi yang berbeda-beda.

### **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 (KA) dan 5 rak bagian kiri adalah rak kiri (KI). Susunan rak dihitung dari bagian rak paling bawah yaitu rak 1 hingga rak teratas yaitu rak 5. Pengujian dengan beban dilakukan menggunakan bahan baku berupa vanili sebanyak 7 kg untuk setiap perlakuan. Setiap rak pada perlakuan alat berisi 0,7 kg vanili. Pengujian alat menggunakan energi matahari, energi listrik, energi matahari dan energi listrik (*hybrid*).

Vanili hijau yang sudah dipanen kemudian dilakukan proses pelayuan sebelum melalui proses pengeringan. Pelayuan vanili dilakukan untuk menghentikan pertumbuhan vegetatif dan mendorong pembentukan enzim pembentuk vanillin. Prosesnya adalah dengan cara mencelupkan polong vanili ke dalam air yang bersuhu 63° C sampai 65° C selama 2 sampai 5 menit. Setelah dilayukan polong vanili ditiriskan dan dilakukan pemeraman selama 24 jam dengan suhu 38° C sampai 40° C. Hal ini dilakukan agar terjadi reaksi enzimatik pada polong vanili untuk pembentukan vanilin dan polong vanili berubah warna kecoklatan dan berminyak. Proses pengeringan vanili dapat dilihat pada diagram alir di bawah.



Gambar 5. Diagram alir penelitian

A. Pengerian Vanili dengan Alat Pengerian Menggunakan Sinar Matahari  
Vanili dimasukkan ke dalam setiap rak pengerian sebanyak 0,7 kg per raknya, selanjutnya alat pengerian diletakkan di bawah sinar matahari (dijemur). Kipas pendorong dan kipas penghisap dinyalakan untuk mengalirkan udara di dalam ruang pengerian selama proses pengerian. Pengerian dilakukan sejak pukul 09:00 sampai 16:00 WIB sampai vanili menjadi kering.

B. Pengerian Vanili dengan Alat Pengerian Menggunakan Energi Listrik  
Vanili dimasukkan ke dalam setiap rak mesin pengerian sebanyak 0,7 kg per raknya, selanjutnya mesin pengerian dihubungkan dengan kumparan pemanas listrik. Kipas pendorong dan kipas penghisap dinyalakan untuk mengalirkan udara di dalam ruang pengerian selama proses pengerian. Pengerian dilakukan selama 24 jam sampai vanili menjadi kering.

C. Pengerian Vanili dengan Alat Pengerian Menggunakan Sinar Matahari Dan Energi Listrik (*Hybrid*)

Vanili dimasukkan ke dalam setiap rak pengerian sebanyak 0,7 kg per raknya, selanjutnya alat pengerian diletakkan di bawah sinar matahari (di jemur) dan juga dihubungkan dengan kumparan pemanas listrik. Kipas pendorong dan kipas penghisap dinyalakan untuk mengalirkan udara di dalam ruang pengerian selama proses pengerian. Pengerian *hybrid* dilakukan sejak pukul 09.00 sampai 16:00 WIB selanjutnya pengerian dilakukan menggunakan energi listrik selama 24 jam.

### **3.5 Pengamatan**

#### **3.5.1 Suhu Pengerian**

Pengukuran suhu udara pengerian 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 vanili, dimulai saat alat terkena sinar matahari atau saat aliran listrik dihidupkan hingga kadar air vanili yang diinginkan tercapai, yaitu 30 % - 35 %.

### 3.5.3 Konsumsi Energi Listrik

Konsumsi energi listrik diukur menggunakan kWh meter.

### 3.5.4 Analisis Efisiensi

#### a. Beban Uap Air

$$W_{\text{uap}} = \text{Berat Awal (kg)} - \frac{(1-M_1) \times \text{berat awal total(kg)}}{(1-M_2)} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

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

$M_1$  = kadar air awal (% bb)

$M_2$  = kadar air akhir (% bb)

#### b. Laju Pengeringan

Laju pengeringan ( $\dot{M}$ ) dihitung berdasarkan 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)

#### c. Kadar Air

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

$$M = \frac{m_{bb} - m_{bk}}{m_{bb}} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- M = Kadar air (% bb)  
 $m_{bb}$  = Massa bahan awal (g)  
 $m_{bk}$  = Massa bahan akhir (g)

d. Energi Sumber (Input)

Energi listrik yang dimanfaatkan dihitung dengan persamaan:

$$Q_{in} = \text{Konsumsi energi listrik (kWh)} \times \sum t \text{ (jam)} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- $Q_{in}$  = Energi listrik (kJ)  
 $\sum t$  = Lama waktu pemakaian energi listrik (jam)

Energi matahari dihitung dengan menggunakan persamaan (Nursanti, 2010):

$$Q_{sun} = I \times \tau \times A \times t \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- $Q_{sun}$  = Energi matahari (kJ)  
 $I$  = Radiasi matahari (watt/m<sup>2</sup>)  
 $\tau$  = Transmisivitas polycarbonate (90 %)  
 $A$  = Luas bidang (m<sup>2</sup>)  
 $t$  = Lama pengeringan (detik)

Nilai radiasi matahari dihitung dengan mengkonversi hasil dari pengukuran menggunakan lux meter ke satuan energi W/m<sup>2</sup>.

e. Energi yang Dimanfaatkan (Output)

Jumlah energi yang dimanfaatkan selama pengeringan dapat dihitung dengan persamaan (Taib, 1988):

$$Q = Q_1 + Q_2 \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

- $Q$  = Jumlah panas yang digunakan untuk memanaskan dan menguapkan air bahan (kJ)  
 $Q_1$  = Jumlah panas yang digunakan untuk menguapkan air bahan (kJ)  
 $Q_2$  = Jumlah panas yang digunakan untuk memanaskan air bahan (kJ)

$$Q_1 = W_{\text{uap}} \times H_{\text{fg}} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan:

$Q_1$  = Energi untuk menguapkan air (kJ)

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

$H_{\text{fg}}$  = Panas laten (kJ/kg)

$$Q_2 = m \times C_p \times \Delta T \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan:

$Q_2$  = Energi untuk memanaskan bahan (kJ)

$M$  = Massa bahan yang dikeringkan (kg)

$C_p$  = Panas jenis bahan yang dikeringkan (kJ/kg °C)

$\Delta T$  = Kenaikan suhu bahan (°C)

#### f. Efisiensi Pengerinan

Efisiensi pengeringan dihitung berdasarkan perbandingan antara jumlah energi untuk menguapkan air bahan dengan energi sumber dari energi listrik dan matahari, dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Eff} = \frac{Q_{\text{out}}}{Q_{\text{in}}} \times 100\% \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan:

Eff = Efisiensi pemanasan (%)

$Q_{\text{out}}$  = Energi yang dimanfaatkan untuk menguapkan air dan memanaskan bahan (kJ)

$Q_{\text{in}}$  = Energi dari sumber energi yang masuk ke dalam ruang pengering (kJ)

### 3.5.5 Kapasitas Alat

Kapasitas real dihitung untuk mengetahui kapasitas alat pengering *hybrid* tipe rak pada pengeringan vanili. Kapasitas real dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$R = \frac{\text{Berat awal total (kg)}}{\text{Lama pengeringan (jam)}} \dots \dots \dots (10)$$

### **3.6 Analisis Data**

Data dari hasil pengamatan dan perhitungan seperti laju pengeringan, perubahan kadar air, suhu pengeringan, konsumsi energi, kapasitas alat dan efisiensi pengeringan akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

## V. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan:

1. Suhu pengeringan pada pengeringan vanili dengan energi matahari sebesar  $28^{\circ}\text{C}$ - $65^{\circ}\text{C}$ , pengeringan dengan energi listrik  $26^{\circ}\text{C}$ - $44^{\circ}\text{C}$ , dan pengeringan dengan energi matahari dan energi listrik (*hybrid*) sebesar  $27^{\circ}\text{C}$ - $65^{\circ}\text{C}$ .
2. Kadar air akhir rata-rata yang didapatkan pada pengeringan vanili dengan energi matahari setelah dilakukan pengeringan selama 16 hari sebesar 32,62%, pengeringan dengan energi listrik setelah dilakukan pengeringan selama 18 hari sebesar 32,82%, dan pengeringan dengan energi matahari dan energi listrik (*hybrid*) setelah dilakukan pengeringan selama 13 hari sebesar 33.22%.
3. Laju pengeringan pada pengeringan vanili dengan energi matahari sebesar  $0,05 \text{ kgH}_2\text{O/jam}$ , pengeringan dengan energi listrik sebesar  $0,01 \text{ kgH}_2\text{O/jam}$ , dan pengeringan dengan energi matahari dan energi listrik (*hybrid*) sebesar  $0,02 \text{ kgH}_2\text{O/jam}$ .
4. Nilai efisiensi alat pengering *hybrid* pada pengeringan vanili dengan energi matahari sebesar 6,39%, pengeringan dengan energi listrik sebesar 1,59%, dan pengeringan dengan energi matahari dan energi listrik (*hybrid*) sebesar 0,92%.
5. Kapasitas real alat pengering *hybrid* pada pengeringan vanili dengan energi matahari sebesar  $0,06 \text{ kg/jam}$ , pengeringan dengan energi listrik sebesar  $0,01 \text{ kg/jam}$ , dan pengeringan dengan energi matahari dan energi listrik (*hybrid*) sebesar  $0,02 \text{ kg/jam}$ . Kapasitas teoritis maksimal alat pengering *hybrid* tipe rak ini sebesar 6 kg per raknya, sehingga dalam pengeringan *hybrid* ini vanili

dapat ditambah 5,3 kg per raknya untuk memaksimalkan kapasitas alat pengeringan.

## **5.2 Saran**

Saran penelitian berikutnya adalah:

1. Perlu peningkatan kapasitas alat dengan menambah kerapatan vanili yang akan dikeringkan.
2. Menambah jumlah rak pengering agar jumlah vanili yang akan dikeringkan menjadi meningkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, R., Syah, H. dan Moulana, R. 2016. Karakteristik Pengeringan Biji Kopi dengan Pengering Tipe Bak dengan Sumber Panas Tungku Sekam Kopi dan Kolektor Surya. *J. Agrotechno 1(1) : 20 – 27.*
- Anwar, Ch. H., Budianto, L., Agus, H., Tamrin. 2012. 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.
- Astawa, K., Sucipta, M., Negara, I.P.G.A. 2011. Analisa Performasi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. 5(1): 7-13*
- Basri, E., Karnita, Y., Abdurachman. 2017. Pecah Dalam dan Deformasi pada Enam Jenis Kayu serta Hubungannya dengan Beberapa Sifat Fisik. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol 35 No.2 115-122*
- Departemen Pertanian. 2008. *Pedoman Teknis Budidaya Vanili.* Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
- Dhanika, R.N. 2010. *Studi Keragaan Mesin Pengering Sistem Hybrid pada Pengolahan Mocaf (Modified Cassava Flour).* Malang
- Fadilah, Sperisa, D., Dhian, B., Rahmah, M., Danarto, W. dan Fahrurroz, M. 2010. *Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Kecepatan Pengeringan dan Kualitas Karagenan Dari Rumpuk Laut *Eucheuma Cottonii*.* Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Hadipoentyanti, E., Ruhnyat, A., Udarno, L., 2007. *Booklet Teknologi Unggulan Tanaman Perkebunan: Vanili.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.

- Helmy, Z. 2008. *Pengolahan dan Penganekaragaman Hasil Vanili Berdasarkan Standar Mutu Nasional*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan (Puslitbangbun). Bogor.
- Ilham, N., Suhartini, S. H. dan Sinaga, B. M. 2004. Penawaran Ekspor Panili Indonesia. *J. LITTRI 10(2) : 41-50*.
- Kementerian Perdagangan. 2020. *Berita Perdagangan*. Direktorat Jenderal Pengembangan Ekspor Nasional. Jakarta.
- Kementerian Pertanian. 2011. *Budidaya Tanaman Vanili*. Direktorat Jenderal Pertanian. Jakarta.
- Lestari, N., Samsuar, Novitasari, E., Rahman, K. 2020. Kinerja Cabinet Dryer pada Pengeringan Jahe Merah dengan Memanfaatkan Panas Terbuang Kondensor Pendingin Udara. *Jurnal Agritechno. 13(1): 57-70*
- Ningrum, M.A. 2022. Pengeringan Lada (*Piper nigrum* L.) Dengan Alat Pengereng Hybrid Tipe Rak. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung.
- Nursanti, L.S. 2010. Pengeringan Biji Kakao Menggunakan Alat Pengereng Hybrid Tipe Rak. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Pertanianku. 2021. *Varietas Vanili Unggul yang Bagus untuk Ditanam*. <https://www.pertanianku.com/varietas-vanili-unggul-yang-bagus-untuk-ditanam>. diakses pada 13 Juni 2022.
- Rachmawan, O. 2001. *Pengeringan, Pendinginan dan Pengemasan Komoditas pertanian*. Buletin Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Ramanda, E., Hasyim, A.I. dan Lestari, D.A.H. 2016. Analisis Daya Saing dan Mutu Kopi di Kecamatan Sumberjaya, Kabupaten Lampung Barat. *JIIA 4 (3) : 253 – 261*.
- Rismunandar, dan Sukma, E.S. 2002. *Bertanam Panili*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ruhnayat, A. 2007. Penentuan Kebutuhan Pokok Unsur Hara N, P, K untuk Pertumbuhan Tanaman Panili (*Vanilla planifolia*). *Bul. Litro. 27(1): 4959*.
- Sains, C. and Fisika, J. P. 2020. Studi hantaran konduksi panas di sekitar manifestasi panas bumi di bagian selatan gunung tampusu, *1, 119–125*.
- Sari, I.N. 2014. *Uji Kinerja Alat Pengereng Hybrid Tipe Rak Pada Pengeringan Chip Pisang Kepok*. Universitas Lampung. Lampung.

- Sary, R. 2016. Kaji Eksperimental Pengeringan Biji Kopi dengan Menggunakan Sistem Konveksi Paksa. *J. Polimesin 14(2) : 13 – 18.*
- Setyaningsih, D. 2006. Peranan Aktivitas Enzim  $\beta$ Glukosidase pada Pembentukan Flavor Panili Selama Proses Curing. *Disertasi.* IPB. Bogor.
- Syuhada, A. 2001. Peralatan Pengaturan Penyeragam Temperatur untuk Lemari Pengering, *Prosiding Seminar Nasional Energi & Managemen, hal 45-50.*
- Syuhada, A. 2003. Pengering Kelapa dengan Pemanas Solar Kolektor. *Journal Saintek, vol 1 no 1, hal.8-14.*
- Syuhada, A. 2004. Pengering Ikan Tongkol Kukus Dengan Menggunakan Energi Panas Hasil Pembakaran, *Prosiding Seminar Energi & Manajemen (E &M-2004) hal 6467.*
- Syakir, M., D. S. Effendi dan Emmyzar. 1994. *Pengaruh Cara Pengolahan Tanah dan Pemberian Mulsa serta Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan dan Produksi Panili.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Bogor.
- Taib, G., Said, S., Wiraatmadja. 1988. *Operasi Pengeringan pada Pengolahan Hasil Pertanian.* PT. Mediatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Tjahjadi, N. 1987. *Bertanam Panili.* Kanisius. Yogyakarta.
- Winarno, F. G. 1995. *Kimia Pangan dan Gizi.* Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wibisono, Y. Djoyowasito, G. 2005. Disain Alat Pengendali Disain Alat Pengendali Suhu Untuk Pengeringan Pengeringan Panili (*Vanilla Planifolia Andrews*) . *Jurnal Teknologi Pertanian, Vol. 6 No. 2 86-92*
- Yusuf, Supriyadi. 2017. *Analisa Pengeringan Ubi Kayu dengan Multipurpose Rotary Machine (Skripsi).* Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.
- Zamharir, Z., Sukmawaty, S., Priyati, A., 2016. Analisis Pemanfaatan Energi Panas pada Pengeringan Bawang Merah (*Allium ascalonicum* l.) dengan Menggunakan Alat Pengering Efek Rumah Kaca (ERK). *J. Ilm. Rekayasa Pertan. dan Biosist. 4, 264–274.*