

SKRIPSI

**ANALISIS MESIN PENGERING KUNYIT DENGAN
SISTEM *DEHUMIDIFIKASI* DAN POMPA KALOR**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

KETUT ARISKA PRAMAWIGUNA

NIM. 1815234020

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS MESIN PENGERING KUNYIT DENGAN SISTEM DEHUMIDIFIKASI DAN POMPA KALOR

Oleh

KETUT ARISKA PRAMAWIGUNA
NIM. 1815234020

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana
Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas - MEP pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh :

Pembimbing I



I Nengah Ardita, ST., MT
NIP.196411301991031004

Pembimbing II



I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, ST., MT
NIP. 198207102014041001

Disahkan oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg
NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS MESIN PENGERING KUNYIT DENGAN SISTEM DEHUMIDIFIKASI DAN POMPA KALOR


Oleh


KETUT ARISKA PRAMAWIGUNA
NIM. 1815234020

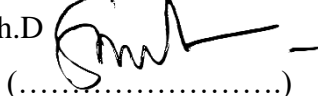
Skripsi ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat
dicetak sebagai Buku Skripsi pada hari/tanggal :
Jumat / 2 September 2022

Tim Penguji

Tanda Tangan

Ketua Penguji : Dr. Eng. I G. A. B. Wirajati, ST., M.Eng
NIP. : 197104151999031002 

Anggota Penguji I : I Wayan Temaja, ST., MT
NIP. : 196810221998031001 

Anggota Penguji II : I Wayan Gede Santika, ST., M.Sc., Ph.D
NIP. : 197402282005011002 

ABSTRAK

Pengeringan merupakan proses pengurangan kadar air sampai <10% sehingga dapat disimpan dalam jangka waktu lama dan terhindar dari jamur. Saat ini masyarakat masih menggunakan pengeringan konvensional, pada saat cuaca yang tidak menentu dan panas yang tidak cukup untuk mengurangi kadar air akan mengakibatkan pembusukan. Untuk tanaman obat diperlukan pengeringan dengan temperatur rendah (35°C – 45°C) sehingga tidak merusak khasiat yang terkandung. Dalam hal ini dibutuhkan sistem pengeringan *heat pump dehumidifikasi* yang hemat energi, dan efisiensi waktu serta tidak bergantung cuaca. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kinerja sistem refrigerasi, karakteristik pengeringan, konsumsi energi dan kinerja dari mesin pengering. Pengeringan dilakukan dengan 2 (dua) kapasitas berbeda yakni kapasitas 1500 gram dan 3000 gram dengan variasi waktu setiap pengeringan.

Hasil yang diperoleh dari analisis ini menunjukkan mesin ini mampu mengeringkan kunyit sampai kadar air <10% dengan waktu 9 jam untuk kapasitas 1500 gram dan 13 jam untuk kapasitas 3000 gram dengan tingkat konsumsi energi yang cukup rendah yakni 1,65 kWh dan 2,37 kWh. Diperoleh rata-rata temperatur dan kelembaban udara masuk ruang pengering sebesar 40°C dan 43%, pada ruang pengering 35°C dan 64%, dan keluar ruang pengering rata-rata sebesar 29°C dan 75%. Rata-rata kecepatan udara diperoleh sebesar 3,1 m/s. Hasil kajian ini menunjukkan bahwa kinerja mesin refrigerasi (COP_{ref} , COP_{HP} , dan TP) dengan menggunakan refrigerant R-134A memiliki kinerja sebesar 3,24, 4,24, dan 7,5 berturut-turut ini menandakan mesin ini cukup efisien. Kinerja dari mesin pengering juga menunjukkan hasil memuaskan dimana nilai dari SMER (*Specific Moisture Extraction Rate*) meningkat dari awal pengeringan sedangkan SEC (*Specific Energy Consumption*) akan semakin rendah dimana SMER berkisar 0,4373 kg/kWh – 0,4576 kg/kWh dan SEC 2,2872 kWh/kg – 2,1853 kWh/kg.

Kata kunci : *pompa kalor, dehumidifikasi, pengering kunyit, kinerja mesin refrigerasi, SMER*

ANALYSIS OF TURMERIC DRYING MACHINE WITH DEHUMIDIFICATION AND HEAT PUMP SYSTEM

ABSTRACT

Drying is a process of reducing water content to <10% so that it can be stored for a long time and avoid mold. Currently, people still use conventional drying, when the weather is uncertain and the heat is not enough to reduce the water content, it will cause decay. For medicinal plants, drying at a low temperature (35°C – 45°C) is required so that it does not damage the properties contained. In this case, a dehumidification heat pump drying system is needed that is energy efficient, time efficient and does not depend on the weather. This study aims to determine the performance of the refrigeration system, drying characteristics, energy consumption and performance of the drying machine. Drying is carried out with 2 (two) different capacities, namely the capacity of 1500 grams and 3000 grams with variations in the time of each drying.

The results obtained from this analysis show that this machine is capable of drying turmeric to a moisture content of <10% with a time of 9 hours for a capacity of 1500 grams and 13 hours for a capacity of 3000 grams with a fairly low energy consumption level of 1,65 kWh and 2,37 kWh. The average temperature and humidity of the air entering the drying room is 40°C and 43%, in the drying room is 35°C and 64%, and the average exit is 29°C and 75%. The average air velocity is 3,1 m/s. The results of this study indicate that the performance of refrigeration machines (COP_{ref}, COP_{HP}, and TP) using refrigerant R-134A has a performance of 3,24, 4,24, and 7,5 respectively, indicating that this machine is quite efficient. The performance of the dryer also shows satisfactory results where the value of the SMER (Specific Moisture Extraction Rate) increases from the beginning of drying while the SEC (Specific Energy Consumption) will be lower where the SMER ranges from 0,4373 kg/kWh – 0,4576 kg/kWh and SEC 2,2872 kWh/kg – 2,1853 kWh/kg.

Keywords : *heat pump, dehumidification, turmeric drying, refrigeration engine performance, SMER*

DAFTAR ISI

| | |
|--|----------|
| Halaman Judul..... | i |
| Halaman Pengesahan | ii |
| Halaman Persetujuan..... | iii |
| Surat Pernyataan Bebas Plagiat..... | iv |
| Ucapan Terima Kasih..... | v |
| Abstrak dalam Bahasa Indonesia | vii |
| Abstract dalam Bahasa Inggris..... | viii |
| Kata Pengantar | ix |
| Daftar Isi..... | x |
| Daftar Tabel | xiii |
| Daftar Gambar..... | xiv |
| Daftar Lampiran | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4.1 Tujuan umum | 3 |
| 1.4.2 Tujuan khusus | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.5.1 Manfaat bagi penulis | 4 |
| 1.5.2 Manfaat bagi mahasiswa | 5 |
| 1.5.3 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali..... | 5 |
| 1.5.4 Manfaat bagi masyarakat..... | 5 |
| BAB II LANDASAN TEORI | 6 |
| 2.1 Rimpang Kunyit..... | 6 |
| 2.1.1 Manfaat rimpang kunyit bagi kesehatan tubuh manusia..... | 7 |
| 2.1.2 Pengolahan rimpang kunyit..... | 8 |

| | | |
|------|--|----|
| 2.2 | Refrigerasi | 9 |
| 2.3 | Siklus Kompresi Uap | 10 |
| 2.4 | Komponen Utama Siklus Kompresi Uap | 12 |
| | 2.4.1 Kompresor | 12 |
| | 2.4.2 Kondensor | 13 |
| | 2.4.3 Alat Ekspansi..... | 14 |
| | 2.4.4 Evaporator | 14 |
| 2.5 | Pompa Kalor | 15 |
| 2.6 | Pengering Sistem Pompa Kalor | 16 |
| 2.7 | Analisis Kinerja Mesin Pengering Pompa Kalor | 17 |
| | 2.7.1 Nilai laju ekstraksi uap spesifik (SMER)..... | 17 |
| | 2.7.2 Konsumsi energi spesifik (SEC) | 18 |
| | 2.7.3 Laju aliran massa refrigeran | 19 |
| | 2.7.4 Kinerja dari pompa kalor (COP_{aktual}) | 19 |
| | 2.7.5 <i>Coefficient of Performance</i> (COP_{ideal}) | 20 |
| | 2.7.6 Efisiensi mesin siklus kompresi uap | 20 |
| | 2.7.7 Total <i>performance</i> (TP)..... | 20 |
| 2.8 | Proses <i>Dehumidifikasi</i> | 21 |
| 2.9 | Parameter <i>Dehumidifikasi</i> | 21 |
| | 2.9.1 Suhu udara pengering..... | 22 |
| | 2.9.2 Kelembaban relatif udara pengering | 22 |
| | 2.9.3 Kecepatan aliran udara pengering | 22 |
| | 2.9.4 Kelembaban spesifik | 22 |
| | 2.9.5 Kadar air bahan | 23 |
| 2.10 | Pengertian <i>Psychrometric</i> | 24 |
| 2.11 | Proses-Proses Pada <i>Psychrometric</i> | 25 |
| | 2.11.1 Proses pemanasan (<i>heating</i>)..... | 25 |
| | 2.11.2 Proses pendinginan (<i>cooling</i>)..... | 26 |
| | 2.11.3 Proses penambahan kandungan uap air (<i>humidity</i>)..... | 26 |
| | 2.11.4 Proses pengurangan kandungan uap air (<i>dehumidity</i>)..... | 26 |
| | 2.11.5 Proses pemanasan dengan penambahan uap air | 26 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.11.6 | Proses pemanasan dengan pengurangan uap air..... | 27 |
| 2.11.7 | Proses pendinginan penambahan uap air (<i>evaporative humidity</i>).. | 27 |
| 2.11.8 | Proses pendinginan pengurangan uap air (<i>cooling dehumidity</i>)..... | 27 |
| 2.12 | Analisis Pada Sistem Tata Udara (<i>Psychrometric Chart</i>)..... | 27 |
| 2.12.1 | Laju pengeringan (\dot{m}_d) | 28 |
| 2.12.2 | Laju aliran massa udara (\dot{m}_{udara})..... | 28 |
| 2.12.3 | Laju aliran volume udara (V) | 28 |
| BAB III METODE PENELITIAN | | 30 |
| 3.1 | Jenis Penelitian..... | 30 |
| 3.2 | Alur Penelitian | 34 |
| 3.3 | Lokasi dan Waktu Penelitian | 36 |
| 3.4 | Penentuan Sumber Data dan Penempatan Alat Ukur..... | 36 |
| 3.5 | Sumber Daya Penelitian..... | 41 |
| 3.6 | Instrumen Penelitian..... | 42 |
| 3.7 | Prosedur Penelitian..... | 47 |
| 3.7.1 | Langkah persiapan..... | 47 |
| 3.7.2 | Langkah pengambilan data..... | 48 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 49 |
| 4.1 | Data Hasil Pengujian..... | 49 |
| 4.2 | Analisa Data Sistem Refrigerasi | 51 |
| 4.2.1 | Data temperatur | 51 |
| 4.2.2 | Analisa kinerja sistem refrigerasi | 53 |
| 4.3 | Analisa Data Sistem Tata Udara | 64 |
| 4.3.1 | Data temperatur udara | 64 |
| 4.3.2 | Data kelembaban udara | 66 |
| 4.3.3 | Analisa pada diagram <i>psychrometric</i> | 67 |
| 4.4 | Analisa Data Pengeringan Produk | 72 |
| 4.4.1 | Data massa kunyit setelah pengeringan | 72 |
| 4.4.2 | Data kadar air kunyit | 73 |
| 4.5 | Analisa Data Konsumsi Energi | 74 |
| 4.6 | Analisa Kinerja Mesin Pengering | 75 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki kekayaan keanekaragaman hayati yang luar biasa, yaitu sekitar 40.000 jenis tumbuhan, dari jumlah tersebut sekitar 1300 diantaranya digunakan sebagai obat tradisional, seperti : kunyit, gambir, temulawak, kayu manis, sambiloto, nilam, jahe, dan lainnya (L. K. Darusman, 2003). Secara tradisional, tanaman berkhasiat obat ini telah digunakan secara turun temurun oleh masyarakat sebagai obat untuk mengurangi rasa sakit, menyembuhkan dan mencegah penyakit tertentu, mempercantik diri serta menjaga kondisi badan agar tetap sehat dan bugar (Pranomo, 2005). Diantara tanaman obat yang banyak manfaatnya untuk kesehatan adalah kunyit. Rimpang kunyit mengandung zat warna kuning yaitu kurkuminoid dan senyawa kimia lain, seperti: minyak atsiri, zingiberen, sineol, polisakarida, dan golongan lain (BPOM, 2007). Chen *et al.*, (2011) menyatakan bahwa komponen yang dominan di dalam *Curcuma longa* adalah minyak atsiri. Beberapa penelitian melaporkan bahan aktif temu kuning ini bersifat anti kanker (Chen *et al.*, 2011 dan Seo *et al.*, 2005) dan sudah diuji menjadi anti oksidan (Mau *et al.*, 2003).

Pemanfaatan rimpang kunyit sebagai obat tradisional atau jamu umumnya dimulai dari pembuatan simplisia. Simplisia adalah bahan alamiah yang dipergunakan sebagai obat yang belum mengalami pengolahan apapun juga dan kecuali dinyatakan lain, berupa bahan yang telah dikeringkan (Depkes, 1979). Menurut Depkes (2008) tentang Persyaratan Obat Tradisional, standar kadar air maksimum simplisia adalah 10%. Kadar air rimpang kunyit pada saat dipanen berkisar 80-90% sehingga perlu dikeringkan agar dapat disimpan dalam jangka waktu lama. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air dari bahan sampai batas tertentu di mana perkembangan mikrobiologi dan enzim yang menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti. Namun, masyarakat masih menggunakan metode pengeringan dengan penjemuran langsung (*sun drying*) dan menggunakan

alat pengering buatan jenis pengering udara panas (*hot air drying*). Pengeringan konvensional tersebut memiliki kelemahan yaitu suhu dan kelembaban tidak terkontrol, memerlukan area penjemuran yang luas, tergantung pada cuaca, memerlukan waktu pengeringan lama, suhu pengeringan yang tinggi dan kunyit mudah terkontaminasi debu dan kotoran (Depkes, 2008). Alat pengering ini kurang sesuai untuk mengeringkan tanaman obat (bahan yang sensitif terhadap panas). Obat-obatan herbal harus dikeringkan pada temperatur rendah (sekitar 30 – 45°C) dan kelembaban yang rendah untuk mempertahankan khasiatnya sebagai tanaman obat, karena dengan suhu yang tinggi dapat merusak zat-zat yang dimiliki kunyit karena kunyit sensitif terhadap panas atau menurunkan kualitas bahan yang dikeringkan (Adapa *et al.*, 2002). Oleh karena itu pada proses pengeringan kunyit diperlukan pengering yang mengkombinasikan pompa kalor dan *dehumidifier*.

Proses pengeringan dapat dilakukan dengan mengalirkan udara panas pada bahan dalam ruang tertutup (*closed drying*). Banyak keunggulan pengering jenis tertutup yakni bahan bersih (*higienis*), tidak memerlukan tempat yang luas, kontaminasi bahan pengotor rendah, warna alami, rasa lebih baik dan mudah melakukan pengontrolan temperatur dan kelembaban udara pengering. Pengeringan yang terlampaui cepat dapat merusak bahan, dikarenakan permukaan bahan cepat kering sehingga kurang bisa diimbangi dengan kecepatan gerakan air di dalam bahan yang menuju permukaan bahan tersebut (Darmanto, 2005)

Tujuan utama penelitian ini adalah melakukan analisis mesin pengering kunyit dengan sistem *dehumidifikasi* dan pompa kalor. Komponen yang dimanfaatkan dari sistem tersebut adalah kondensornya. Dengan melakukan analisis maka akan mendapatkan mesin pengering berdasarkan sistem pompa kalor yang dapat melakukan pengeringan dengan baik atau tidak kalah dari mesin pengering konvensional yang ada di lapangan. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini akan dapat digunakan sebagai inovasi pemanfaatan energi terbuang (*heat recovery*) yang pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam Analisis Mesin Pengering dengan Sistem *Dehumidifikasi* dan Pompa Kalor adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana kinerja performansi mesin siklus kompresi uap yang digunakan untuk proses pengeringan rimpang kunyit?
- b. Bagaimanakah karakteristik pengeringan rimpang kunyit dengan menggunakan sistem *dehumidifikasi* dan pompa kalor?
- c. Bagaimana konsumsi energi dari mesin pengering dengan sistem *dehumidifikasi* dan pompa kalor untuk proses pengeringan rimpang kunyit?
- d. Bagaimana kinerja dari mesin pengering kunyit dengan sistem *dehumidifikasi* dan pompa kalor?

1.3 Batasan Masalah

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan adanya pembatasan cakupan penelitian, adapun batasan-batasan masalah pada penelitian ini diantaranya yaitu :

- a. Mesin pengering bekerja menggunakan siklus kompresi uap, dengan komponen utama : kompresor, kondensor, alat ekspansi dan evaporator.
- b. Refrigeran yang digunakan yakni R-134a.
- c. Mesin pengering bekerja dengan aliran udara pengering sistem tertutup (*closed drying*) serta bekerja dengan sumber energi listrik PLN.
- d. Kapasitas kunyit dalam proses pengeringan yaitu 1,500 gram dan 3000 gram.

1.4 Tujuan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini, penulis memiliki tujuan yang diharapkan dapat tercapai kedepannya. Adapun tujuan yang diharapkan yaitu berupa tujuan umum dan tujuan khusus seperti :

1.4.1 Tujuan umum

Tujuan umum yang diharapkan oleh penulis dalam melaksanakan penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

- a. Untuk mengimplementasikan ilmu-ilmu yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan di jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
- b. Mengembangkan ilmu pengetahuan yang diperoleh di masa perkuliahan, menerapkan dan menuangkan ke dalam bentuk proposal penelitian skripsi.
- c. Untuk memenuhi salah satu persyaratan akademik dalam menyelesaikan pendidikan jenjang Sarjana Terapan program studi Teknologi Rekayasa Utilitas-MEP di Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan khusus

Tujuan khusus yang diharapkan oleh penulis dalam melaksanakan penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui kinerja performansi mesin siklus kompresi uap yang digunakan dalam proses pengeringan rimpang kunyit dengan sistem *dehumidifikasi* dan pompa kalor.
- b. Untuk mengetahui karakteristik pengeringan rimpang kunyit dengan menggunakan sistem *dehumidifikasi* dan pompa kalor.
- c. Untuk mengetahui konsumsi energi dari mesin pengering dengan sistem *dehumidifikasi* dan pompa kalor untuk proses pengeringan rimpang kunyit.
- d. Untuk mengetahui kinerja dari mesin pengering kunyit dengan sistem *dehumidifikasi* dan pompa kalor.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan tentu dengan harapan memiliki manfaat yang dapat dirasakan kedepannya. Adapun manfaat yang diharapkan dapat dirasakan oleh penulis sendiri, mahasiswa, Politeknik Negeri Bali, dan juga tentunya masyarakat.

1.5.1 Manfaat bagi penulis

Bagi penulis, dengan dilaksanakannya penelitian ini bermanfaat untuk mengaplikasikan ilmu dan pengetahuan yang selama ini diperoleh pada masa perkuliahan dan dengan terlaksananya penelitian ini, maka secara tidak langsung

menambah wawasan penulis mengenai topik permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini.

1.5.2 Manfaat bagi mahasiswa

Manfaat bagi mahasiswa, sebagai referensi dan juga media pembelajaran dalam hal menambah wawasan dan melakukan penyusunan penelitian skripsi kedepannya terkait dengan penelitian mengenai analisis mesin pengering kunyit dengan sistem dehumidifikasi dan pompa kalor.

1.5.3 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali

Penelitian ini juga diharapkan dapat bermanfaat bagi instansi yang memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian ini. Politeknik Negeri Bali dapat memanfaatkan penelitian ini sebagai bahan pendidikan di bidang Teknik Mesin di kemudian hari sehingga menjadi suatu pertimbangan untuk dapat dikembangkan lebih lanjut.

1.5.4 Manfaat bagi masyarakat

Dengan terselesaikannya penelitian ini, masyarakat dapat memanfaatkan penggunaan mesin pengering dengan sistem *dehumidifikasi* dan pompa kalor untuk mengeringkan tumbuhan herbal khususnya rimpang kunyit, sehingga menghasilkan kualitas pengeringan yang higienis dan terhindar dari bakteri pengotor.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian secara eksperimental analisis mesin pengering kunyit dengan sistem *dehumidifikasi* dan pompa kalor telah dapat dilakukan dan berhasil dengan baik. Berdasarkan kajian dan analisis-analisis yang dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain :

1. Kinerja sistem refrigerasi mengindikasikan bahwa sistem dapat beroperasi secara efisien dengan tingkat performansi COP_{ref} , COP_{HP} , dan TP yakni masing-masing sebesar 3,24, 4,24, dan 7,48 berturut-turut.
2. Diperoleh temperatur udara masuk ruang pengering rata-rata sebesar 40°C dan kelembaban rata-rata 43%. Kecepatan aliran udara sebesar 3,1 m/s. Mesin ini mampu mengeringkan kunyit sampai kadar air 7% dari kadar air awal 80% dengan waktu 9 jam untuk kapasitas 1500 gram dan 13 jam untuk kapasitas 3000 gram mampu mencapai kadar air 6,5%.
3. Dalam proses pengeringan kunyit sampai kadar air <10%, memiliki tingkat konsumsi energi yang cukup rendah yakni untuk kapasitas 1500 gram sebesar 1,65 kWh dan untuk kapasitas 3000 gram sebesar 2,37 kWh
4. Kinerja dari mesin pengering juga menunjukkan hasil memuaskan dimana nilai dari SMER meningkat dari awal pengeringan sedangkan SEC akan semakin rendah dimana SMER berkisar 0,4372 kg/kWh – 0,4576 kg/kWh dan SEC 2,2872 kWh/kg – 2,1853 kWh/kg.

5.2 Saran

Dari penelitian ini penulis sedikit memberikan saran, yang dapat dijadikan panduan dan perbaikan kedepannya untuk mendapatkan hasil yang lebih baik yaitu antara lain :

1. Pada penelitian selanjutnya, perlu dilakukan desain mengenai sistem refrigerasi sesuai dengan kapasitas produk yang nantinya digunakan agar

sistem dapat bekerja lebih maksimal dan mempercepat proses pengeringan.

2. Untuk selanjutnya diharapkan dalam proses pembuatan mesin pengering pastikan distribusi udara panas dari kondensor mengalir dari samping produk atau dibuat sebuah penempatan rak yang berputar di dalam ruang pengering, sehingga masing-masing rak menerima distribusi temperatur merata.
3. Perlu adanya kontrol temperatur pada evaporator dengan menurunkan temperatur udara hingga mencapai titik dew point udara, sehingga mampu menurunkan kandungan uap air (*dehumidifikasi*) pada bahan dan dapat mencapai waktu yang lebih optimal.
4. Dalam penelitian selanjutnya perlu ditambahkan alat ukur temperatur dan RH pada masing-masing rak dan lakukan pengujian tanpa beban terlebih dahulu sebelum melakukan pengujian dengan beban.

DAFTAR PUSTAKA

- A.R. Trott and T. Welc. 2000. *Refrigeration and Air conditioning*. Delhi: Butter Worth – Heineman.
- Adapa PK., Schoenau GJ., Sokhansanj S. 2002. Performance study of a heat pump dryer system for specialty crops. Part 1 : development of a simulation model. *International Journal of Energy Research*. 26 (11):1001-19.
- Andi Rusnandi. 2003. *Uji Performansi Alat Pengering Heat Pump (Dehumidifier) Untuk Pengeringan Pisang Sale*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Anonim, 2008, *Teknologi Penyediaan Sederhana Terstandar Tanaman Obat*, Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, Jakarta.
- BPOM. 2007. *Temu Putih*. Jakarta: BPOM.
- Brooker, D.B., F.W. Bakker., and C.W. Arkema. 1974. *Drying Cereal Grains*. West Port. USA: The A VI Publishing Co. Inc.
- Carter Stanfield dan David Skavesb. 2010. *Fundamentals Of HVACR*. Second Edition Us Amerika: Person Edition.
- Chen, W. et al. 2011. Anti-angiogenesis effect of essential oil from *Curcuma zedoaria* in vitro and in vivo. *Journal of Ethnopharmacology*. 133 (1) : 220-226.
- Cheppy Syukur dan Sitti Fatimah. 2007. Manfaat Kunyit Sebagai Penguat Daya Ingat (Anti Alzheimer). *Warta Puslitbang-bun*. 13 (2): 3-7.
- Darmanto, S. 2005 . *Menganalisa Aliran Kalor pada Mesin Pengering Ikan Teri Berkapasitas 10 kg dengan Bahan Bakar Minyak*. Laporan Penelitian DIK Rutin Universitas Diponegoro, Semarang.
- Darusman, L. K. 2003. Strategi pengembangan biofarmaka Indonesia. *Makalah dalam Musyawarah Nasional Pekan Biofarmaka*. 10 September 2003, Surakarta. Indonesia. 18 pp.
- Depkes. 1979. *Materia Medika Indonesia*. Jilid III. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Depkes. 2008. *Farmakope Herbal Indonesia*. Edisi I. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.

- Ilyas S. 1993. *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan*. Jilid I. Teknik Pendinginan Ikan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.
- Kartasapoetra, A G. 1989. *Kerusakan Tanah Pertanian dan usaha untuk merehabilitasinya*. Bina Aksara. Jakarta.
- Manalu, L. P., A. H. Tambunan dan L. O. Nelwan. 2012. Penentuan Kondisi Proses Pengeringan Temulawak untuk Menghasilkan Simplisia Standar. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 23 (2): 99-106.
- Mau, J. L. et. al. 2003. Composition and antioxidant activity of the essential oil from *Curcuma zedoaria*. *Food Chemistry*. 82 (4): 583-591.
- Meyers, V. H. et. al. 2010. *Do Heat Pump Clothes Dryers Make Sense for the U.S Market*. ACEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Berkeley.
- Mooryati, Soedibyo. 1998. *Alam Sumber Kesehatan*. Jakarta. Balai Pustaka.
- Oktay, Z., & Hepbasli, A. 2003. Performance evaluation of a heat pump assisted mechanical opener dryer. *Energy Conversion and Management*. 44(8): 1193-1207.
- Pranomo. 2005. Penanganan pasca panen dan pengaruh terhadap efek terapi obat alami. *Prosiding seminar nasional tumbuhan obat Indonesia XXVIII*. 15-18 September 2005, Bogor. Indonesia. pp. 1-6.
- Rukmana, R. 1999. *Kunyit, 13, 17-18, 25-27*, Kanisius. Yogyakarta.
- Seo, W. G. et. al. 2005. Suppressive effect of *zedoariae rhizoma* on pulmonary metastasis of B16 melanoma cells. *Journal of Ethnopharmacology*, 101, 249-257.
- Setyawan, Andriyanto. 2011. *Sistem Tata Udara*. Bandung : Politeknik Negeri Bandung.
- Singh, G., et al. 2010. Comparative study of chemical composition and antioxidant activity of fresh and dry rhizomes of turmeric (*Curcuma longa* Linn.). *Food and Chemical Toxicology*. 48:1026-1031.
- Suntivarakorn, P. S. Satmarong, et al. 2010. An Experimental Study on Clothes Drying Using Waste Heat from Spilt Type Air Conditioner. *International Journal of Aerospace and Mechanical Engineering*. 5 (3): 168-173.
- Suyitno dan Kamarijani. 1990. *Bahan-bahan Pengemas*. PAU Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta.
- Tjukup Marnoto, Endang S, Mahreni, Syahri M. 2012. The Characteristic of Heat Pump Dehumidifier Drier in the Drying of Red Chili (*Capsium annum* L.). *International Journal of Science and Engineering*. 3 (1): 22-25.

- Wicaksono, B.D.I. 2014. *Pemanfaatan Panas Buang Mesin Pendingin Untuk Pengeringan Pakaian*. Skripsi. Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Widodo, S. dan Syamsuri, H. 2008. *Sistem Refrigerasi dan Tata Udara*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Winarto, W.P. dan Tim Lentera. 2004. *Khasiat dan Manfaat Kunyit*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Yani, A., Ruhimat, M., Beni, A.S. 2007. *Geografi Menyingkap Fenomena Geosfer*. Penerbit Grafindo Media Pratama. Jakarta.
- Yudhi, K., Ruslani., Anggriawan, F. A. 2017. Analisa Kinerja Sistem Heating Dehumidifier menggunakan AC Split untuk Pengeringan Ikan. *Jurnal Teknologi Terapan*. 3 (1): 41–47.