

SKRIPSI

**PROSES PENGERINGAN DAUN GAHARU
DENGAN METODE CFB MENGGUNAKAN
*THERMOELECTRIC COOLER***



**MICHAEL PRATAMA EDIKA
03051281823039**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

SKRIPSI

PROSES PENGERINGAN DAUN GAHARU DENGAN METODE CFB MENGGUNAKAN *THERMOELECTRIC COOLER*

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



Oleh
MICHAEL PRATAMA EDIKA
03051281823039

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

PROSES PENGERINGAN DAUN GAHARU DENGAN METODE CFB MENGGUNAKAN *THERMOELECTRIC COOLER*

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

MICHAEL PRATAMA EDIKA

03051281823039

Palembang, Juli 2022

Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Skripsi 1


Ir. Hj. Marwani, M.T.
NIP.196503221991022001

Pembimbing Skripsi 2


Dr. Ir. Irwin Bizzzy, M.T.
NIP.196005281989031002



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : MICHAEL PRATAMA EDIKA
NIM : 03051281823039
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL : PROSES PENGERINGAN DAUN GAHARU
DENGAN METODE CFB MENGGUNAKAN
THERMOELECTRIC COOLER
DIBUAT : APRIL 2021
SELESAI : AGUSTUS 2022

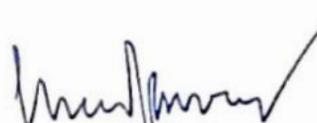
Indralaya, Agustus 2022

Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Skripsi 1

Pembimbing Skripsi 2


Ir. Hj. Marwani, M.T.
NIP.196503221991022001


Dr. Ir. Irwin Bizzzy, M.T.
NIP.196005281989031002



HALAMAN PERSETUJUAN

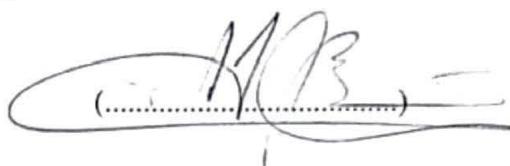
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "PROSES PENGERINGAN DAUN GAHARU DENGAN METODE CFB MENGGUNAKAN THERMOELECTRIC COOLER" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Juli 2022.

Palembang, Agustus 2022

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

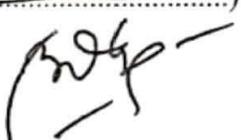
Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. H. Hasan Basri, Ph.D.
NIP. 195802011984031002

(.....) 

Sekretaris :

2. Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.
NIP. 197001151994122001

(.....) 

Anggota :

3. Barlin, S.T., M.Eng. Ph.D.
NIP. 198106302006041001

(.....)

Palembang, Agustus 2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing



Ir. Hj. Marwani, M.T.
NIP. 196503221991022001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Michael Pratama Edika
NIM : 03051281823039
Judul : PROSES PENGERINGAN DAUN GAHARU DENGAN
METODE CFB MENGGUNAKAN *THERMOELECTRIC
COOLER*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Agustus 2022



Michael Pratama Edika
NIM. 03051281823039

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Michael Pratama Edika
NIM : 03051281823039
Judul : PROSES PENGERINGAN DAUN GAHARU DENGAN
METODE CFB MENGGUNAKAN *THERMOELECTRIC
COOLER*

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Agustus 2022



Michael Pratama Edika
NIM. 03051281823039

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis atas kehadiran Tuhan yang Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini.

Proposal skripsi yang berjudul "Proses Pengeringan Daun Gaharu Dengan Metode CFB Menggunakan *Thermoelectric Cooler*", disusun untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang tak terhingga atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan proposal ini kepada :

1. Bapak Edika dan Ibu Evy Widiani selaku orang tua penulis yang selalu mendukung baik secara lahir maupun batin.
2. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
3. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Ir. Hj. Marwani, M.T selaku Dosen pengarah Pertama Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
5. Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T selaku Dosen pengarah Kedua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
6. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D Selaku pembimbing akademik penulis di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Fadil Fuad Rachiman, S.T, M.T yang senantiasa membantu dan mengarahkan penulis dalam melaksanakan penelitian.

8. Seluruh Keluarga Besar Teknik Mesin Universitas Sriwijaya angkatan 2018 dan Keluarga semua yang membantu selama masa perkuliahan Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Palembang, Agustus 2022



Michael Pratama Edika

NIM. 03051281823039

RINGKASAN

**PROSES PENGERINGAN DAUN GAHARU DENGAN METODE CFB
MENGGUNAKAN THERMOELECTRIC COOLER**

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Juli 2022

Michael Pratama Edika;

Dibimbing oleh Ir. Hj. Marwani, M.T

Drying Process Of Gaharu Leaves With CFB Method Using Thermoelectric
Cooler

XXVI+ 41 halaman, 8 tabel, 22 gambar

Pengeringan didefinisikan sebagai penghilangan cairan dari padatan dengan aplikasi termal. Faktor-faktor yang berkaitan dengan media pengeringan meliputi temperatur, kecepatan volumetrik udara pengeringan, dan kelembaban udara. Proses dari pengeringan mengurangi kadar air, sehingga memperlambat proses pembusukan untuk memudahkan penyimpanan untuk waktu yang lama karena aktivitas mikroorganisme dan enzim dihambat. Selain itu, pengeringan dapat bertujuan untuk mengurangi massa dan volume suatu bahan sehingga dapat meminimalkan pengemasan, biaya penyimpanan dan transportasi. Pengeringan pada temperatur konstan dan kelembaban relatif rendah (kondisi terkontrol) menggunakan pengeringan udara panas konvensional secara signifikan meningkatkan kualitas produk. Namun, teknik ini membutuhkan investment dan juga mengkonsumsi banyak energi. Sebagian besar tanaman obat memerlukan temperatur pengeringan dalam kisaran 30–45 °C dan kelembaban relatif (RH) kurang dari 50%, agar kandungan vitamin pada tanaman obat tidak rusak. Manfaat pohon gaharu atau *Aquilaria malaccensis* sebagai obat herbal sudah diakui sejak berabad-abad silam. Klaimnya bisa menjadi obat untuk asam urat, diabetes, hingga stroke. Tak hanya itu, manfaat daun gaharu untuk

kesehatan meliputi olahan teh herbal untuk meredakan stres, meredakan kejang otot, bahan baku parfum menenangkan pikiran, mengobati penyakit sendi, dan juga untuk kesehatan kulit. Dalam penelitian ini, pengering memakai modul *Thermoelectric Cooler* (TEC) adalah solusi dari penggunaan metode panas dan dingin. Prinsip kerja dari TEC yang memanfaatkan efek Peltier untuk menghasilkan pemanasan. TEC memiliki berbagai macam keunggulan lain yaitu struktur yang kompak, kondisi kerja alat yang hening, keandalan yang tinggi dan di karenakan keunggulan tersebut TEC sangat disukai dalam praktik seperti, pemanasan pada oven dan perangkat medis. Penelitian ini bertujuan untuk Menghitung waktu dan temperatur yang di perlukan untuk proses pengeringan daun gaharu dan Menghitung massa air sebelum pengeringan dan sesudah pengeringan daun gaharu. Penelitian ini akan dilakukan dengan membuat alat uji dan memanfaatkan TEC sebagai sumber panas untuk mengerikan daun gaharu. Setelah melakukan pengujian didapat temperature, Relative Humadity, perpindahan panas konveksi paksa, massa daun akhir dan psikometri chart. Pada variasi waktu 0,5 hingga 2 jam menghasilkan temperature rata-rata 48,5 °C, Relative Humidity rata – rata 39,5 %. Kenaikan nilai perpindahan konveksi paksa dari 0,12 – 1,94 W dari variasi waktu 0,5 hingga 2 jam. Penurunan massa daun selama 3 jam dari 10 gram menjadi 4 gram. Entalphy yang dihasilkan selama penelitian dari 81,2 sampai 190,9 kJ/kg. Dan Absolut Humidity 0,0153 – 0,0528 kg/kg.

Kata Kunci : Pengeringan, Daun Gaharu, *Thermoelectric Cooler* (TEC).

Kepustakaan : 26 (1996-2021)

SUMMARY

DRYING PROCESS OF GAHARU LEAVES WITH CFB METHOD USING THERMOELECTRIC COOLER

Scientific Writing in the form of a thesis, Juli 2022

Michael Pratama Edika;

Supervised of Ir. Hj. Marwani, M.T

Proses Pengeringan Daun Gaharu Dengan Metode Cfb Menggunakan Thermoelectric Cooler

XXVI + 41 pages, 8 tables, 22 images

Drying is defined as the removal of a liquid from a solid by thermal application. Factors related to drying media include temperature, volumetric velocity of drying air, and humidity. The drying process reduces the water content so that it slows down the decay process so as to facilitate long-term storage because the activity of microorganisms and enzymes is inhibited. In addition, drying can aim to reduce the mass and volume of a material so as to minimize packaging, storage and transportation costs. Drying at constant temperature and low relative humidity (controlled conditions) using conventional hot air drying significantly improves product quality. However, this technique requires investment and also consumes a lot of energy. Most medicinal plants require a drying temperature in the range of 30-45 and a relative humidity (RH) of less than 50% so that the vitamin content of medicinal plants is not damaged. The benefits of gaharu tree or Aquilaria malaccensis as herbal medicine have been known for centuries. Claimed to be a cure for gout, diabetes, and stroke. Not only that, the benefits of gaharu leaves for health include processed herbal teas to reduce stress, relieve muscle spasms, perfume raw materials to calm the mind, treat joint diseases, and also for skin health. In this study, the dryer using the Thermoelectric Cooler

(TEC) module was the solution to the use of hot and cold methods. The working principle of TEC is to utilize the Peltier effect to produce heating. TEC has other advantages such as compact structure, quiet working conditions and high reliability. Because of these advantages, TEC is highly favored in practices such as heating ovens and medical equipment. This study aims to calculate the time and temperature required for the drying process of gaharu leaves and calculate the mass of water before drying and after drying gaharu leaves. This research will be carried out by making test equipment and utilizing TEC as a heat source for agarwood leaves. After testing, the temperature, relative humidity, forced convection heat transfer, final leaf mass, and psychometric graphs were obtained. At a time variation of 0.5 to 2 hours, the average temperature is 48.5 C, the average relative humidity is 39.5%. The increase in the value of the forced convection displacement from 0.12 to 1.94 W from a time variation of 0.5 to 2 hours. Leaf mass is reduced for 3 hours from 10 grams to 4 grams. The enthalpy produced during the study was 81.2-190.9 kJ/kg. And Absolute Humidity 0.0153 – 0.0528 kg/kg.

Keywords : Drying, Gaharu Leaf, Thermoelectric Cooler (TEC).

Literature : 26 (1996-2021)

DAFTAR ISI

	Halaman
SKRIPSI	iii
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERSETUJUAN	ix
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xiii
KATA PENGANTAR	xv
RINGKASAN.....	xvii
SUMMARY.....	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL.....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN	xxvii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang.....	1
1.2	Rumusan Masalah	3
1.3	Batasan Masalah.....	3
1.4	Tujuan Penelitian.....	4
1.5	Manfaat.....	4

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Perpindahan Kalor	5
2.1.1	Perpindahan Kalor konduksi	5
2.1.2	Perpindahan Kalor konveksi.....	6
2.1.2.1	Perpindahan kalor konveksi alami	6
2.1.3	Perpindahan kalor konveksi paksa	7
2.1.4	Perpindahan kalor radiasi	8
2.2	Pengeringan Padatan	8
2.3	Perhitungan Proses Pengeringan	9
2.4	Sistem Pengeringan Konvensional	9

2.4.1	Pengering Konvektif	10
2.4.2	Pengeringan Kontak.....	10
2.4.3	Pengeringan Menggunakan Medan Energi.....	10
2.5	Thermoelectric	11
2.5.1	Efek Seebeck	11
2.5.2	Efek Peltier	12
2.6	Prinsip kerja Thermoelectric Cooler.....	12
2.7	Diagram Psikrometrik.....	14
2.8	CFB (Circulating Fluidized Bed).....	15

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Diagram Alir Penelitian.....	18
3.2	Persiapan Instalasi Pengering	19
3.3	Desain Pengering Mini dan Ruangan Pemanas dan Setup <i>Thermoelectric Coller</i>	20
3.4	Prosedur Penelitian	20
3.5	Pengolahan dan Analisis Data	25

BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Pengujian	27
4.1.1	Grafik Temperatur	27
4.1.2	Relative Humidity Chart.....	28
4.2	Perhitungan Daya Masuk.....	30
4.3	Perpindahan Kalor Konveksi Paksa.....	31
4.4	Pengurangan Massa Daun.....	35
4.5	Psychometric Chart.....	36
4.5.1	Perhitungan Elthaphi	38
4.5.2	Perhitungan Absolut Humidity	39

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran	41

DAFTAR RUJUKAN **43**

LAMPIRAN **47**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kecepatan dan lapisan batas termal selama perpindahan panas konveksi untuk aliran di atas pelat datar.(Basu, 2016)	7
Gambar 2.2 Cara kerja termoelektrik atau elemen Peltier. (Laird, 2020)	13
Gambar 2.3 Aliran arus listrik yang menimbulkan temperatur dingin dan panas. (Ramdan et al., 2018).....	14
Gambar 2.4 Diagram Psikrometrik (Andriyanto, 2010).....	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	18
Gambar 3.2 Skema Instalasi Kotak Pengering Mini	20
Gambar 3.3 Skema pemasangan dan perangkaian alat	22
Gambar 3.4 Daun gaharu yang tidak di cacah dan daun gaharu yang dicacah.	23
Gambar 3.5 Daun gaharu yang tidak di cacah dan daun gaharu yang dicacah	24
Gambar 3.6 Daun gaharu yang tidak di cacah dan daun gaharu yang dicacah	24
Gambar 3.7 Daun gaharu yang tidak di cacah dan daun gaharu yang dicacah	24
Gambar 3.8 Daun gaharu yang tidak di cacah dan daun gaharu yang dicacah	24
Gambar 3.9 Daun gaharu yang tidak di cacah dan daun gaharu yang dicacah	24
Gambar 3.10 Daun gaharu yang tidak di cacah dan daun gaharu yang dicacah	24
Gambar 3.11 Daun gaharu yang tidak di cacah dan daun gaharu yang dicacah	24
Gambar 3.12 Daun gaharu yang tidak di cacah dan daun gaharu yang dicacah	24
Gambar 4.1 Grafik temperatur pada kotak pengering mini.....	27
Gambar 4.2 Grafik <i>relative humidity</i> pada kotak pengering mini.....	29
Gambar 4.3 Grafik Perpindahan Kalor Konveksi Paksa Rangkaian Seri dan Paralel.....	34
Gambar 4.4 Grafik penurunan massa daun	35
Gambar 4.5 Grafik Pengurangan Massa Daun Gaharu	35

Gambar 4.6 Grafik Psycrometric Chart Dengan Waktu Pengeringan 1 Jam Rangkaian Seri	36
Gambar 4.7 Grafik Keterangan Nilai Diagram Psikrometrik Dengan Waktu Pengeringan 1 Jam Rangkaian Seri	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data hasil dengan menggunakan rangkaian	21
Tabel 3.2 Data hasil dengan menvariasikan rangkaian listrik	21
Tabel 3.3 Pengujian Pengeringan Konvensional Pada Daun Gaharu (Daun Dicacah)	24
Tabel 3.4 Pengujian Pengeringan Konvensional Pada Daun Gaharu (Daun Tidak Dicacah	24
Tabel 4.1 Daya listrik dan beban keluar di modul TEC	31
Tabel 4.2 Perpindahan konveksi paksa pada pengujian kotak pengering mini TEC	34
Tabel 4.3 Perhitungan Elthaphy Saat Pengujian Kotak Pengering Mini TEC .	38
Tabel 4.4 Perhitungan Absolut Humidity Pengujian Kotak Pengering Mini TEC	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Daya Masuk Pada Modul TEC	47
Lampiran 2. Tabel A-9 (karakteristik Fluida udara (SI Unit).....	48
Lampiran 3. Perhitungan Perpindahan Kalor Konveksi Paksa.....	49
Lampiran 4. Psychrometric Chart.....	57
Lampiran 5. Gambar Pengambilan Data	61

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengeringan didefinisikan sebagai penghilangan cairan dari padatan dengan aplikasi termal. Umumnya, faktor yang mempengaruhi karakteristik pengeringan berasal dari media pengering dan bahan yang akan dikeringkan. Faktor-faktor yang berkaitan dengan media pengeringan meliputi temperatur, kecepatan volumetrik udara pengeringan, dan kelembaban udara. Proses dari pengeringan mengurangi kadar air, sehingga memperlambat proses pembusukan untuk memudahkan penyimpanan untuk waktu yang lama.

Faktor-faktor yang berkaitan dengan bahan yang akan dikeringkan meliputi ukuran, struktur, kadar air awal, ketebalan, dan tekanan parsial dalam bahan. Pengeringan memungkinkan produk dapat disimpan lebih lama karena aktivitas mikroorganisme dan enzim dihambat melalui pengeringan. Selain itu, pengeringan dapat bertujuan untuk mengurangi massa dan volume suatu bahan sehingga dapat meminimalkan pengemasan, biaya penyimpanan dan transportasi.

Pengeringan pada temperatur konstan dan kelembaban relatif rendah (kondisi terkontrol) menggunakan pengeringan udara panas (dihasilkan baik dari listrik atau biomassa) dan pengeringan inframerah secara signifikan meningkatkan kualitas produk. Namun, teknik ini membutuhkan investment dan juga mengkonsumsi banyak energi. Sebagian besar tanaman obat memerlukan temperatur pengeringan dalam kisaran 30–45 °C dan kelembaban relatif (RH) kurang dari 50%, agar kandungan vitamin pada tanaman obat tidak rusak.

Manfaat pohon gaharu atau *Aquilaria malaccensis* sebagai obat herbal sudah diakui sejak berabad-abad silam. Klaimnya bisa menjadi obat untuk asam urat, diabetes, hingga stroke. Tak hanya itu, manfaat daun gaharu dan bagian lain dari pohon ini juga diproses menjadi produk komersil seperti parfum. Manfaat

daun gaharu untuk kesehatan meliputi olahan teh herbal untuk meredakan stres, meredakan kejang otot, bahan baku parfum menenangkan pikiran, mengobati penyakit sendi, dan juga untuk kesehatan kulit.

Alat pengeringan seperti hair dryer dan mesin oven memerlukan daya listrik yang lebih besar dikarenakan semakin tinggi temperatur yang digunakan maka akan semakin besar daya listrik yang digunakan oleh heater tersebut. Hal ini yang menjadi salah satu kerugian penggunaan mesin pengering yaitu memelurkan biaya yang cukup tinggi dalam menggunakan heater tersebut.

Untuk itu, pengering memakai modul *Thermoelectric Cooler* (TEC) adalah solusi dari penggunaan metode panas dan dingin. Ada dua macam fenomena yang terjadi pada Thermoelectric yaitu Efek Seebeck dan Efek Peltier. Prinsip kerja dari TEC yang memanfaatkan efek Peltier untuk menghasilkan pemanasan. Efek Peltier adalah kebalikan dari efek Seebeck. Efek Seebeck adalah ketika listrik terbentuk di antara termokopel pada saat kedua ujung dikenakan perbedaan temperatur atau Efek Seebeck bisa dikatakan menggambarkan pembangkitan tegangan listrik ketika ada perbedaan temperatur antara ujung termokopel.

Efek Peltier adalah ketika dua bahan semikonduktor secara termal di hubungkan secara paralel dan seri listrik dan arus diterapkan ke sirkuit,maka akan terjadi aliran panas dari satu permukaan ke permukaan lainnya. Teknologi pengeringan TEC yang di mana alih-alih heater elektronlah yang bergerak dalam sistem digunakan sebagai pembawa dingin untuk mengekstrak dingin dari beban pemanasan. Hal ini menunjukkan keunggulan signifikan dibandingkan teknologi pengeringan konvensional dengan pengoperasian yang tenang, tidak ada heater, masa pakai yang lama, dan kemudahan integrasi.

TEC memiliki berbagai macam keunggulan lain yaitu struktur yang kompak, kondisi kerja alat yang hening, keandalan yang tinggi dan dikarenakan keunggulan tersebut TEC sangat disukai dalam praktik seperti, pemanasan pada oven, perangkat medis, dan industri dirgantara.

Perangkat ini juga memiliki keunggulan lain seperti memiliki bobot yang ringan dan harganya yang relatif murah dan efek pemanasannya berlangsung cepat atau tidak memakan waktu lama keunggulan inilah yang membuat

teknologi pemanas termoelektrik sangat cocok untuk mengatasi penggunaan daya listrik yang besar.

Untuk itu, pada penelitian ini, saya membuat pengering mini menggunakan TEC yang dapat menjadi solusi sistem pengering konvensional yang menghabiskan banyak energi dan memiliki harga yang mahal.

Berdasarkan uraian di atas tersebut maka penulis mengambil tugas akhir skripsi berjudul “PROSES PENGERINGAN DAUN GAHARU DENGAN METODE CFB MENGGUNAKAN THERMOELECTRIC COOLER”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini antara lain :

1. Proses pengeringan daun gaharu dibutuhkan agar dapat mengurangi kadar air tanpa menghilangkan kandungan zat yang ada dalam daun gaharu
2. Seberapa besar untuk kerja pengering TEC dalam menghasilkan temperatur untuk proses pengeringan ?
3. Berapakah waktu dan energi yang di perlukan TEC untuk mengerikan daun gaharu ?
4. Bagaimana cara memanfaatkan sisi panas dari pengering TEC dengan sebaik mungkin.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian tersebut dapat lebih fokus, maka penulis memberikan beberapa batasan masalah, antara lain:

1. TEC yang digunakan adalah TEC1-12706.sebanyak 2 unit
2. Dianggap tidak ada kebocoran di instalasi penelitian.

3. Kotak ruangan pengering dalam kondisi adiabatik.
4. Membahas energi *balance* efek hasil pengering daun gaharu dengan modul TEC.
5. Masa pakai modul TEC diabaikan.
6. Permukaan sisi dingin modul TEC diletakan pada udara ambien

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Menghitung waktu dan temperatur yang di perlukan untuk mendapatkan perpindahan kalor konveksi paksa pada proses pengeringan daun gaharu.
2. Menghitung kadar air sebelum pengeringan dan sesudah pengeringan daun gaharu.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan penelitian ini, antara lain:

1. Untuk mengetahui bahwa antara air dan temperatur memiliki kemampuan pemanasan pada sisi panas *thermoelectric cooler* yang berbeda.
2. Memberikan solusi kepada masyarakat bahwa *thermoelectric cooler* dapat digunakan sebagai mesin pengering yang hemat energi.
3. Memanfaatkan modul TEC sebagai alternatif desain pengering yang hemat energi.

DAFTAR RUJUKAN

- Afendi, A. A., Fuadi, M. J., & Sonhaji, M. (2012). *Perhitungan Beban Pendinginan, Pemilihan dan Pemasangan Air Conditioning di Ruang Autocad.* 1–29.
- Balaji, C., Srinivasan, B., & Gedupudi, S. (2021). *Chapter 6 - Natural convection* (C. Balaji, B. Srinivasan, & S. B. T.-H. T. E. Gedupudi (eds.); pp. 173–198). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818503-2.00006-X>
- Balmer, R. T. (2011a). *Chapter 14 - Vapor and Gas Refrigeration Cycles* (R. T. B. T.-M. E. T. Balmer (ed.); pp. 535–590). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374996-3.00014-2>
- Balmer, R. T. (2011b). *Chapter 4 - The First Law of Thermodynamics and Energy Transport Mechanisms* (R.-M. E. T. Balmer (ed.); pp. 99–146). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374996-3.00004-X>
- Barrozo, M. A. S., Mujumdar, A., & Freire, J. T. (2014). Air-Drying of Seeds: A Review. *Drying Technology*, 32(10), 1127–1141. <https://doi.org/10.1080/07373937.2014.915220>
- Basu, P., & Fraser, S. A. (1991). *CHAPTER 1 - INTRODUCTION* (P. Basu & S. A. B. T.-C. F. B. B. Fraser (eds.); pp. 1–17). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-9226-7.50005-0>
- Basu, S. (2016). Chapter 1 - Introduction and Fundamental Concepts. In S. B. T.-N.-F. R. H. T. A. N. V. G. Basu (Ed.), *Micro and Nano Technologies* (pp. 1–44). William Andrew Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-42994-8.00001-5>
- Bejan, A. (1995). *Heat transfer, second edition.*
- Cengel, Y. a. (2004). Thermodynamics: An Engineering Approach. In *McGraw-Hill.*
- Cengel, Y. a. (2002). *Heat Transfer, Complete Solution Manual to Accompany.* 1300.

- Chojnacka, K., Mikula, K., Izidorczyk, G., Skrzypczak, D., Witek-Krowiak, A., Moustakas, K., Ludwig, W., & Kułażyński, M. (2021). Improvements in drying technologies - Efficient solutions for cleaner production with higher energy efficiency and reduced emission. *Journal of Cleaner Production*, 320(January). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128706>
- Ghassemi, M., & Shahidian, A. (2017). *Chapter 3 - Biosystems Heat and Mass Transfer* (M. Ghassemi & A. B. T.-N. and B. H. T. and F. F. Shahidian (eds.); pp. 31–56). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803779-9.00003-0>
- Grace, J. R., & Lim, C. J. (2013). 4 - Properties of circulating fluidized beds (CFB) relevant to combustion and gasification systems. In F. B. T.-F. B. T. for N.-Z. E. C. and G. Scala (Ed.), *Woodhead Publishing Series in Energy* (pp. 147–176). Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1533/9780857098801.1.147>
- Hemmat Esfe, M., Esfandeh, S., & Kamyab, M. H. (2020). *Chapter 1 - History and introduction* (H. M. B. T.-H. N. for C. H. T. Ali (ed.); pp. 1–48). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819280-1.00001-X>
- Incropera, F. P., & DeWitt, D. P. (1996). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer* (p. 890). <https://doi.org/10.1016/j.aplthermaleng.2011.03.022>
- Knowlton, T. M. (2013). 10 - Fluidized bed reactor design and scale-up. In F. B. T.-F. B. T. for N.-Z. E. C. and G. Scala (Ed.), *Woodhead Publishing Series in Energy* (pp. 481–523). Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1533/9780857098801.2.481>
- Kosasih, E. A., Zikri, A., & Dzaky, M. I. (2020). Effects of drying temperature, airflow, and cut segment on drying rate and activation energy of elephant cassava. *Case Studies in Thermal Engineering*, 19, 100633.
- Kurniawan, Y., Ruslani, R., & Akbar Anggriawan, F. (2017). Analisa Kinerja Sistem Heating Dehumidifier Menggunakan Ac Split Untuk Pengeringan Ikan. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 3(1), 41–47. <https://doi.org/10.31884/jtt.v3i1.8>
- Mirmanto, Syahrul, & Wirawan, M. (2021). *Teori dasar dan aplikasi pendingin*

- termoelektrik (pendingin tanpa freon)* (p. 153). deepublish.
- Pasichnyi, V., Ukrainets, A., Shvedyuk, D., Muhamed Al-Hashimi, H., & Matsuk, Y. (2017). Determination of the Optimal Sterilization Regime of Canned Quail Meat With Hydrocoloids Application. *EUREKA: Life Sciences*, 4(4), 21–25. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2017.00379>
- Sari, P. E. P. (2017). Perangkat Keras Dalam Pemanfaatan Suhu Panas dan Dingin Menjadi Energi Listrik dari Elemen Peltier dengan Sistem Monitoring Berbasasis Android. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Smith, M. cabe and, Edition, F., & Griskey, R. G. (2002). Heat and Mass Transfer rajput.pdf. In *Coulson and Richardson's Chemical Engineering Transport Processes and Unit Operations Smith, M. cabe and, Edition, F., & Griskey, R. G. (2002). Heat and Mass Transfer rajput.pdf. Coulson and Richardson's Chemical Engineering Transport Processes and Unit O* (Vols. 2 &3, p. ii).
- Terasaki, I. (2011). *1.09 - Thermal Conductivity and Thermoelectric Power of Semiconductors* (P. Bhattacharya, R. Fornari, & H. B. T.-C. S. S. and T. Kamimura (eds.); pp. 326–358). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-44-453153-7.00070-5>
- Wae-hayee, M., Yeranee, K., Suksuwan, W., Alimalbari, A., Sae-ung, S., & Nuntadusit, C. (2021). Heat transfer enhancement in rotary drum dryer by incorporating jet impingement to accelerate drying rate. *Drying Technology*, 39(10), 1314–1324. <https://doi.org/10.1080/07373937.2020.1742150>
- Yogendrasasidhar, D., & Pydi Setty, Y. (2018). Drying kinetics, exergy and energy analyses of Kodo millet grains and Fenugreek seeds using wall heated fluidized bed dryer. *Energy*, 151, 799–811. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.03.089>
- Yusfi, M., Gandi, F., & Palka, heru sagito. (2017). Analisis Pemanfaatan Dua Elemen Peltier Pada Pengontrolan Temperatur Air. *Spektra: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 2(1), 9–14. <https://doi.org/10.21009/spektra.021.02>