TUGAS AKHIR

# ALAT PENGERING DAUN KELOR DENGAN MEMANFAATKAN UDARA PANAS DARI *KONDENSOR* AC

Diajukan Untuk Memenuhi Sebahagian Dari Syarat-Syarat Yang Diperlukan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)


**BAYNI**

Nim : 1605903010035

Bidang Studi : Teknik Konversi Energi



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,**
**RISET DAN TEKNOLOGI**
**UNIVERSITAS TEUKU UMAR**
**FAKULTAS TEKNIK**
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**2022**

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TEUKU UMAR
**FAKULTAS TEKNIK**
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**
Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59
Laman: www.utu.ac.id, email: teknikmesin@utu.ac.id

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

Tugas Akhir dengan judul "Alat Pengering Daun Kelor Dengan Memanfaatkan Udara Panas Dari *Kondensor* AC",disusun oleh:

| | |
|---|---|
| Nama | : Bayni |
| Nim | : 1605903010035 |
| Bidang Studi | : Teknik Konversi Energi |
| Program Studi | : Teknik Mesin |

Telah disetujui untuk diseminarkan pada tanggal 11 April 2022 guna memenuhi sebagai dari syarat-syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.

Alue peunyareng 09 April 2022

Disetujui,

| Pembimbing I | Mengetahui<br>Ketua Jurusan Teknik Mesin |
|---|---|
| Maeykur, S.Pd., M.T | Maidi Saputra, ST., MT |
| NIP. 198903142019031011 | NIP.198105072015041002 |

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TEUKU UMAR
**FAKULTAS TEKNIK**
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**
Meulaboh - Aceh Barat 23615, PO BOX 59
Laman: www.utu.ac.id, email: teknik@utu.ac.id

## LEMBARAN PENGESAHAN PROGRAM STUDI

Dinyatakan **Lulus** setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Tugas Akhir guna memenuhi salah satu syarat-syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, pada tanggal 11 April 2022

| | | |
|---|---|---|
| Nama | : | BAYNI |
| NIM | : | 1605903010035 |
| Bidang Keahlian | : | Teknik Konversi Energi |
| Program Studi | : | Teknik Mesin |
| Judul | : | Alat Pengering Daun Kelor Dengan Memanfaatkan Udara Panas Dari *Kondensor* AC |

Alue peunyareng, 05 Juli 2022

Disetujui oleh:

1. Masykur, S.Pd., M.T
   Nip. 198903142019031011 — (Pembimbing)
2. Sulaiman Ali, S.T., M.T
   NIDN. 0006078302 — (Penguji I)
3. Joli Supardi, S.T., M.T.
   NIDN. 0112077801 — (Penguji II)

Ketua jurusan

Maidi Sanetra, S.T., M.T
NIP. 198105072015041002



iii

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TEUKU UMAR
**FAKULTAS TEKNIK**
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**
Meulaboh - Aceh Barat 23615, PO BOX 59
Laman: www.utu.ac.id, email: teknik@utu.ac.id

## LEMBARAN PENGESAHAN FAKULTAS

Dinyatakan **Lulus** setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Tugas Akhir guna memenuhi salah satu syarat-syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, pada tanggal 11 April 2022

| | | |
|---|---|---|
| Nama | : | BAYNI |
| NIM | : | 1605903010035 |
| Bidang Keahlian | : | Teknik Konversi Energi |
| Program Studi | : | Teknik Mesin |
| Judul | : | Alat Pengering Daun Kelor Dengan Memanfaatkan Udara Panas Dari *Kondensor* AC |

Meulaboh, 06 Juli 2022

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

**Dr. Ir. M. Isya, M.T**
NIP. 196204111989031002

Menyetujui,
Ketua Prodi Teknik Mesin

**Majdi Saputra, ST, MT**
NIP. 198405072015041002



iv

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

| | |
|---|---|
| Nama Mahasiswa | : Bayni |
| Nim | : 1606903010035 |
| Tempat Tanggal Lahir | : Kabu Blang Sapek, 18 Juli 1998 |
| Alamat | : Gampong Blang Sapek, Kecamatan Suka Makmue, Kabupaten Nagan Raya |

Dengan ini menyatakan sesungguhnya dalam Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri dan tidak terdapat bagian atau satu ksatuan yang utuh dari skripsi, tesis, disertasi, buku atau bentuk lain yang saya kutip dari orang lain tanpa saya sebutkan sumbernya yang dapat dipandang sebagai tindakan penjiplakan. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat reproduksi karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain yang dijadikan seolah-olah karya hasil saya sendiri. Apabila ternyata dalam Tugas Akhir saya terdapat bagian-bagian yang memenuhi unsur penjipalkan, maka saya nyatakan kesediaan untuk dibatalkan sebahagian atau seluruh hak gelar kesarjanaan saya

Demikian surat pernyataan ini saya buatdengar sebenarnya untuk dapat digunakan seperlunya.

Meulaboh, 04 juli 2022

Saya yang membuat pernyataan

METERAI TEMPEL

**BAYNI**

**Nim 1605903010035**

## KATA PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan saya kesehatan serta kekuatan. Sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Dengan rasa syukur yang mendalam, Allah SWT telah memberikan saya nikmat yang luar biasa, karena telah mengadirkan orang-orang yang sangat berarti dalam hidup saya. Yang pada hakikatnya memberikan saya dukungan dan doa. Maka Karya ini, akan saya persembahkan untuk, Ayah "Usman AR" dan Ibunda "Nurmawi" tercinta dan tersayang.

Ayah yang telah saya dipertikan kan ini dalam mampu untuk membalas jasa dan pengorbanan yang telah Ayah dan Ibunda berikan kepada saya. Semoga Ayah atas segala doa dan motivasi yang selama ini Ayah dan Ibunda berikan. Karya sederhana ini saya persembahkan kepada Ayah dan Ibunda, sebagai rasa terima kasih atas segala usaha serta pengorbanan karena telah membesarkan, mendidik, dan membiayai hidup saya, serta telah memberikan semangat kepada saya dalam menyelesaikan cita-cita, dan semoga saya dapat membahagiakan Ayah dan Ibunda.

Kak Nisa, Dek Rizki dan Dekja tersayang

Terkhusus Kak Nisa, Dek Rizki dan Dekja tanda yang paling bermakna dalam kehidupan bersama kalian. Walaupun kita sering bertengkar, adapun sangat hal ini yang selalu mengisi warna yang tidak pernah terganti kan, semoga Ayah atas doa dan bantuan kalian selama ini. Maaf jika saya belum bisa menjadi panutan sesungguhnya untuk kalian, tapi saya akan selalu berusaha menjadi lebih baik lagi untuk kalian semua.

Dosen Pembimbing

Kepada Bapak Marsyar, S.Pd, M. [illegible] yang senantiasa [illegible] saya [illegible] dalam membimbing saya dari awal penyusunan tugas akhir hingga selesai. Semoga Ayah atas bantuanya, nasehatnya dan semua ilmu yang telah bapak limpahkan selama ini kepada saya bermanfaat dikemudian harinya.

Teman terdekat penulis

Kepada teman terdekat penulis "Fadlia Saputri" yang telah setia menemani, memberi dan membantu penulis sehingga dapat terselesaikan penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik, dan terima kasih telah banyak melimpahkan waktunya untuk penulis.

Oleh: Bayu

# KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Puji dan Syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, dengan berkat Rahmat dan hidayah-nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Shalawat berserta salam penulis sanjungkan kepada junjungan alam Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia ini dari zaman jahiliyah menuju zaman islamiah seperti yang kita rasakan saat ini.

Maksud dan tujuan dalam penulisan Tugas Akhir ini yaitu sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh Gelar Sarjana Teknik, Program Studi Teknik Mesin di Universitas Teuku Umar. Pada penulisan tugas akhir ini penulis mengkaji dan melakukan penelitian dengan Judul **"Alat Pengering Daun Kelor Dengan Memanfaatkan Udara Panas Dari *Kondensor* Ac**".

Dalam pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak terselesaikan dengan baik tanpa adanya bantuan dan dukung dari semua pihak, dengan ketulusan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang sangat penulis cintai dengan ketulusan hati yaitu Ayah Usman. AR dan Ibu Nurjanah yang telah membesarkan, memberikan kasih sayang, doa, nasehat dan kesabarannya untuk penulis.
2. Segenap keluarga besar penulis yang selalu mendoakan, menyemangati dan membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.

3. Bapak Prof. Dr. Jasman J. Ma'ruf, S.E., MBA, selaku Rektor Universitas Teuku Umar.
4. Bapak Dr. Ir. M. Isya, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.
5. Bapak Maidi Saputra, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar sekaligus dosen pembimbing akademik penulis yang telah mengarahkan penulis dari awal perkuliahan sampai menyelesaikan studi.
6. Bapak Masykur, S.Pd, M.T, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir terima kasih atas segala bimbingan dan bantuan yang diberikan untuk penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
7. Bapak Sulaiman Ali, S.T., M.T, selaku penguji I dan Bapak Joli Supardi, S.T., M.T, selaku penguji II yang telah memberikan motivasi, arahan serta masukannya dan bersedia meluangkan waktu untuk mengoreksi tugas akhir ini. Sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Teman terdekat penulis "Ferlisa Saputri" yang telah setia menemani, membantu dan mendoakan penulis sehingga dapat terselesaikan penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik, dan terima kasih telah banyak meluangkan waktunya untuk penulis.
9. Sahabat penulis Ardiansyah dan Fahrul Muliadi yang telah membantu penulis dalam penelitian dan terima kasih telah banyak meluangkan waktunya.

10. Semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis juga menyadari bahwa penulisa tugas akhir ini masih kekurangan dan ketidak sempurnaan. Oleh sebab itu, saran dan masukan dari semua pihak selalu penulis harapkan guna menyempurnakan penulisan tugas akhir ini

semoga penelitian tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi penulis dan bagi siapa saja yang membacanya.

Alue Peunyareng, 08  2022

Bayni
1605905010036

# ABSTRAK

Daun kelor adalah tanaman yang sangat bermanfaat bagi kesehatan manusia dan dipercaya memiliki khasiat untuk mencegah berbagai penyakit seperti kanker dan penyakit lainnya. Metode alternatif pengolahan daun kelor yaitu dengan cara dikeringkan kemudian di jadikah teh, kapsul dan lainnya, proses pengeringan dilakukan bertujuan untuk mengeluarkan atau mengurangi sebagian kadar air yang terkandung dalam daun kelor, sehingga daun kelor bisa di simpan dalam jangka waktu yang lama dan tindakan itu juga dapat menghambat pertumbuhan mikroba, bakteri, jamur, dan lain-lain. Kajian terhadap literatur-literatur terdahulu dilakukan dan disimpulkan bahwa metode kuantitatif adalah metode yang tepat guna menganalisa kalor, menganalisa data hasil penelitian seperti data suhu, kelembaban ruang pengering, dan kadar air akhir bahan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh data bahwa udara panas dari kondensor sangat berpotensi digunakan utuk proses pengeringan dengan temperatur ruang pengering rata2 pada pengujian kondensor 1 Pk sebasar 31ºC, kelembaban 68,8%, dan penurunan kadar air sebesar 53%. Sedangkan pengujian kondensor ½ pk temperatur ruang pengering sebesar 30,9ºC, kelembaban 67% dan dan penurunan kadar air sebesar 50% data tersebut dilakukan pengujian selama 7 jam.



**Kata Kunci** : daun kelor, kondensor, kadar air

***Abstract***

*Moringa leaves are plants that are very beneficial for human health and are believed to have properties to prevent various diseases such as cancer and other diseases. An alternative method of processing Moringa leaves is by drying them and making them into tea, capsules, etc. can inhibit the growth of microbes, bacteria, fungi, and others. A review of the previous literature was carried out and concluded that the quantitative method is the right method for analyzing heat, analyzing research data such as temperature data, drying chamber humidity, and final moisture content of the material. Based on the results of research conducted, data obtained that hot air from the condenser has the potential to be used for the drying process with the average drying room temperature on the 1 Pk condenser test of 31$^{o}$C, humidity of 68.8%, and a decrease in water content of 53%. While the condenser test pk drying room temperature of 30.9$^{o}$C, humidity 67% and and a decrease in water content of 50% the data was tested for 7 hours.*

***Keywords****: Moringa leaves, condenser, moisture content*

## DAFTAR ISI

**LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR..... ii**
**LEMBARAN PENGESAHAN PROGRAM STUDI ..... iii**
**LEMBARAN PENGESAHAN FAKULTAS ..... iv**
**SURAT PERNYATAAN ..... v**
**KATA PERSEMBAHAN ..... vi**
**KATA PENGANTAR ..... vii**
**ABSTRAK ..... x**
**ABSTRACT ..... xi**
**DAFTAR ISI ..... xii**
**DAFTAR GAMBAR ..... xiv**
**DAFTAR TABEL ..... xvi**

**BAB I PENDAHULUAN**
1.1. Latar Belakang ..... 1
1.2. Rumusan Masalah ..... 2
1.3. Batasan Masalah ..... 3
1.4. Tujuan Penelitian ..... 3
1.5. Manfaat Penelitian ..... 4

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**
2.1. Penelitian Terdahulu ..... 5
2.2. Tanaman Kelor ..... 10
2.3. Pengertian Pengeringan ..... 11
2.4. Jenis-Jenis Pengering Daun Kelor ..... 12
2.4.1. Pengeringan Di Tempat Teduh ..... 12
2.4.2. Pengeringan Dengan Efek Rumah Kaca ..... 12
2.4.3. Pengering Dengan Menggunakan Oven ..... 13
2.5. Perpindahan Panas ..... 14
2.5.1. Perpindahan Panas Secara Konduksi ..... 14
2.5.2. Perpindahan Panas Secara Konveksi ..... 15
2.5.3. Perpindahan Panas Secara Radiasi ..... 16

2.6. Kadar Air ..... 17
2.7. Pengurangan Massa Daun Kelor ..... 18
2.8. Laju Penguapan Air ..... 18
2.9. *Kondensor Air Conditioner* (Ac) ..... 19

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian ..... 20
3.2. Alat Dan Bahan Penelitian ..... 21
3.2.1. Alat Yang Digunakan ..... 21
3.2.2. Bahan Yang Digunakan ..... 25
3.3. Metode Penelitian ..... 25
3.3.1. Metode Kuantitatif ..... 25
3.3.2. Studi Literatur ..... 25
3.4. Pengumpulan Data ..... 25
3.5. Desain Alat 3d ..... 26
3.6. Tahapan Pembuatan Alat ..... 27
3.7. Jadwal Kegiatan Penelitian ..... 28
3.8. Diagram Alir ..... 29

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Temperatur Udara Dari *Kondensor* ..... 31
4.2. Temperatur Dan Kelembaban Ruang Pengering ..... 32
4.3. Sampel daun kelor ..... 35
4.4. Pengurangan Massa Daun Kelor ..... 36
4.5. Penurunan Kadar Air daun kelor ..... 37

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Kesimpulan ..... 38
5.2. Saran ..... 39

**DAFTAR PUSTAKA ..... 40**
**LAMPIRAN ..... 42**
**DOKUMENTASI ..... 44**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Desain Lemari Pengering Daun Marungga ..... 5
Gambar 2.2 Grafik Perubahan Temperatur Dan Kelembaban ..... 6
Gambar 2.3 Pengering Sistem Rotary ..... 7
Gambar 2.4 Grafik Hasil Penelitian ..... 8
Gambar 2.5 Objek Penelitian ..... 8
Gambar 2.6 Grafik Temperatur Dan Kelembaban Udara *Kondensor* AC..... 8
Gambar 2.7 Cabinet Dryer Dengan Sumber Pemanas Dari Panas Terbuang *Kondensor* AC ..... 9
Gambar 2.8 Sebaran Suhu Pada Pengujian Alat Pengering ..... 9
Gambar 2.9 Pengeringan Di Tempat Teduh ..... 12
Gambar 2.10 Pengering Dengan Menggunakan Efek Rumah Kaca ..... 13
Gambar 2.11 Pengering Dengan Menggunakan Oven ..... 13
Gambar 3.1 Lokasi Tempat Penelitian Yang Akan Dilakukan ..... 20
Gambar 3.2 Termokopel Dan Pembaca Suhu Digital ..... 21
Gambar 3.3 Arduino Uno ..... 22
Gambar 3.4 Sensor DHT22 ..... 22
Gambar 3.5 Motor Servo ..... 22
Gambar 3.6 Timbangan ..... 23
Gambar 3.7 aliran katup tiga arah ..... 23
Gambar 3.8 katup tiga arah ..... 24
Gambar 3.9 pipa exhaust aluminium ..... 24
Gambar 3.7 Desain Alat Pengering Dau Kelor ..... 26
Gambar 3.8 Diagram Alir Proses Penelitian ..... 29
Gambar 4.1 Pemasangan Alat Pengering Pada *Kondensor* AC 1 PK Dan ½ PK ..... 30
Gambar 4.2 Grafik Temperatur Udara *Kondensor* AC 1 Pk Dan ½ Pk. 31
Gambar 4.3 Grafik Temperatur Ruang Pengering Dengan *Kondensor* AC 1 PK ..... 32
Gambar 4.4 Grafik Kelembaban Ruang Pengering Dengan *Kondensor*

AC 1 PK ..... 33
Gambar 4.5 Grafik Tempertur Ruang Pengering Dengan *Kondensor* AC ½ PK ..... 34
Gambar 4.6 Grafik Kelembaban Ruang Pengering Dengan *Kondensor* AC ½ PK ..... 34
Gambar 4.7 Sempel Daun Kelor Timbangan Basah ..... 35
Gambar 4.8 Grafik Penurunan Massa Daun Kelor ..... 36

# DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian ..... 28

# BAB I

# PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

*Moringa oleifera* atau sering juga disebut daun kelor merupakan tanaman yang banyak tumbuh dan tersebar di daerah yang beriklim tropis dan sub-tropis termasuk di Indonesia. Walaupun di indonesia banyak tumbuh dan tersebar luas, namun pemanfaatannya masih terbatas sebagai pakan ternak. Berbeda dengan di Eropa, jenis tanaman ini diteliti lebih mendalam dan diketahui sangat berguna untuk memelihara dan meningkatkan kesehatan sehingga disebut "*miracle tree*"

Salah satu metode alternatif pengolahan daun kelor yaitu dengan cara pengeringan yang selanjutnya dijadikan teh, kapsul dan lain sebagainya. Pengeringan pada daun kelor adalah upaya untuk menurunkan kadar air sampai tingkat yang dipersyaratkan atau spesifikasi yang ditetapkan, sehingga dapat disimpan dalam waktu tertentu tanpa terjadi penurunan mutu. Adapun teknik pengeringan yang dapat dilakukan untuk mengeringkan daun kelor diantaranya adalah pengeringan dibawah sinar matahari tidak langsung, pengeringan di tempat yang teduh dan pengeringan dengan oven. Pada proses pengeringan dengan menggunakan oven suhu yang diperbolehkan antara 30$^{o}$C sampai 55$^{o}$C. Jika suhu melebihi dari 55C, maka daunnya akan terbakar dan warnanya berubah menjadi cokelat. Tingkat kekeringan daun kelor sampai kadar air dibawah 10%.

Pengeringan adalah salah satu cara untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian besar kadar air dari suatu bahan dengan menggunakan

energi panas. Tujuan pengeringan adalah untuk mengurangi kandungan air pada bahan sampai batas tertentu sehingga aman disimpan sampai jangka waktu yang lebih lama.

Pada saat ini, Inkubator Bisnis Teknologi Universitas Teuku Umar telah memanfaatkan daun kelor untuk dibuat dalam bentuk kapsul dan teh moringa. Proses pengeringan daun kelor masih menggunakan cara alami dengan cara dijemur dalam ruangan yang tertutup tanpa terkena sinar matahari langsung, dan membutuhkan waktu pengeringan selama 3 sampai 4 hari penjemuran.

*Air Conditioner* (AC) sudah menjadi suatu produk untuk mendinginkan ruangan. *Air Conditioner* (AC) diperlukan karena indonesia merupakan negara beriklim tropis dengan kondisi udara yang cenderung panas dan lembab, tidak nyaman untuk beraktivitas. Namun penggunaan *Air Conditioner* (AC) ini hanya digunakan udara dinginnya saja untuk mendinginkan ruangan, tetapi udara panas yang dibuang tidak dimanfaatkan sehingga terbuang begitu saja.

Maka dari permasalahan diatas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengeringan daun kelor dengan memanfaatkan udara panas dari *kondensor* AC di kampus Universitas Teuku Umar dengan Judul "Alat Pengering Daun Kelor Dengan Memanfaatkan Udara Panas Dari *Kondensor* AC".

## 1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah penulis uraikan diatas, maka dalam hal ini penulis merumuskan permasalahan antara lain sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang alat pengering daun kelor dengan menggunakan udara panas dari *kondensor* AC ?
2. Bagaimana perbandingan proses pengeringan daun kelor dengan menggunakan alat pengering yang memanfaatkan udara panas dari *kondensor* AC 1 PK dan *kondensor* AC ½ PK ?
3. Berapakah kadar air akhir daun kelor setelah melakukan pengeringan dengan menggunakan *kondensor* AC 1 PK dan *kondensor* AC ½ PK setelah dilakukan pengeringan selama 7 (tujuh) jam ?

## 1.3. Batasan Masalah

Batasan Masalah yang penulis tetapkan dalam penulisan ini yaitu:

1. Penelitian tentang alat pengering daun kelor dengan menggunakan udara panas *kondensor* AC hanya menggunakan *kondensor* AC Panasonic 1 PK dan *kondensor* AC LG ½ PK.
2. Temperatur pengeringan dibatasi agar tidak melebihi $55^0$C.
3. Kapasitas daun kelor yang digunakan sebanyak 100 gram pada setiap rak.

## 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang penulis lakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui bagaimana tahapan – tahapan proses perancangan alat dan pembuatan alat agar alat pengering daun kelor dengan menggunakan udara panas dari *kondensor* AC bisa berkerja secara maksimal.

2. Untuk mengetahui perbandingan pengeringn daun kelor dengan menggunakan *kondensor* AC 1 pk dan *kondensor* AC ½ PK.
3. Untuk mengetahui kadar air akhir daun kelor setelah melakukan pengeringan selama 7 jam dengan menggunakan udara panas dari *kondensor* AC 1 pk dan *kondensor* AC ½ PK.

## 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat dari penelitian alat pengering daun kelor dengan memanfaatkan udara buang AC diantaranya adalah sebagai berikut:

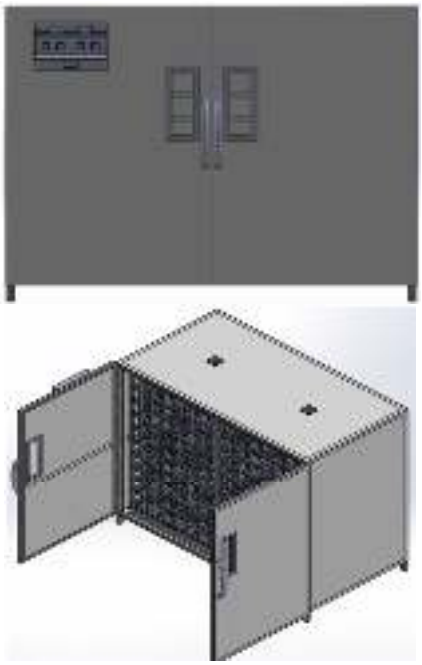
1. Dapat dijadikan referensi bagi mahasiswa untuk melakukan penelitia lanjutan tentang alat pengering daun kelor.
2. Diharapkan rancangan alat pengering daun kelor dengan memanfaatkan udara buang *kondensor* AC yang dibuat dapat dimanfaatkan untuk pengeringan daun kelor di kantor Inkubator Bisnis Teknologi Universitas Teuku Umar (IBT-UTU) yang menggunakan daun kelor sebagai bahan utama pembuatan teh dan kapsul.

# BAB II

# TINJAUAN PUSTAKA

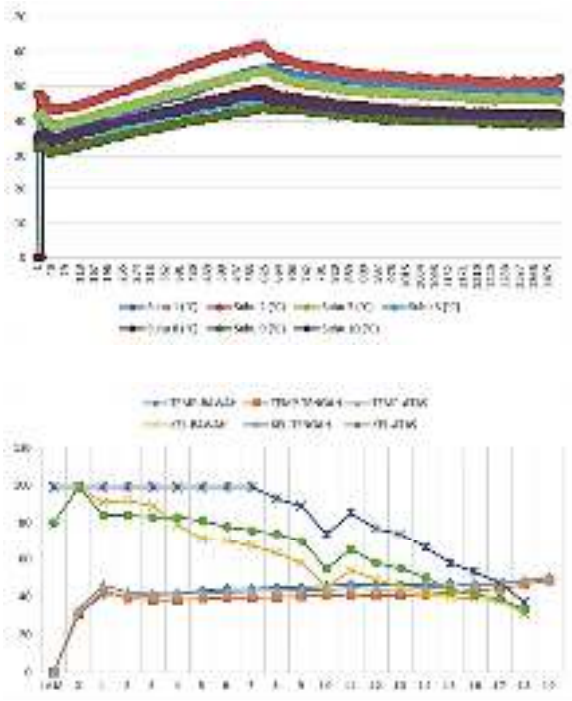
## 2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Ben Vasco Tarigan, dkk (2020). Dengan penelitiannya yang berjudul "Rancang Bangun Lemari Pengering Daun Morungga (*Moringa Oleifera*)" Menurut hasil penelitian yang sudah dilakukan, proses pengeringan selama 19 jam diperoleh hasil penurunan kelembaban tidak bisa dilakukan secara cepat. Hal ini disebabkan karena temperatur dalam ruangan tidak mampu memanaskan udara sekitar dengan cepat sehingga proses pengeringan cenderung lebih lambat. Dengan beban pengeringan 20 kg daun Marungga mentah, diperoleh sekitar 3 kg daun kering.



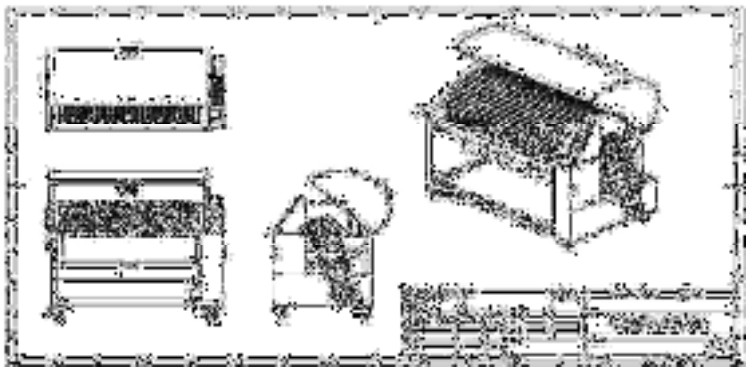
Gambar 2.1 Desain Lemari Pengering Daun Marungga

(Sumber : Ben Vasco Tarigan, 2020)



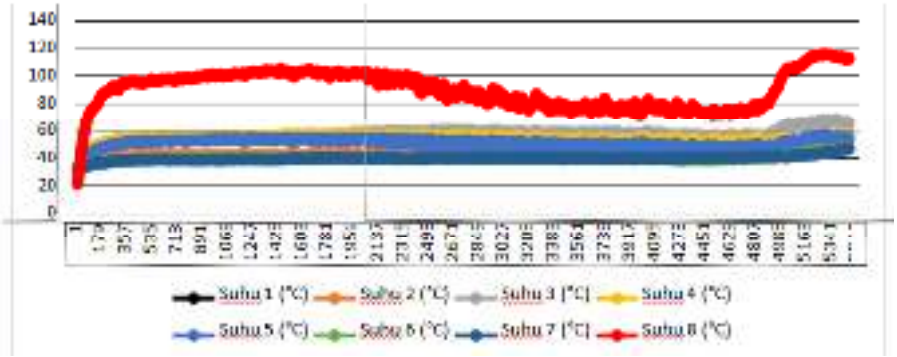
Gambar 2.2 Grafik Perubahan Temperatur Dan Kelembaban
(Sumber : Ben Vasco Tarigan, 2020)

Selanjutnya Penelitian yang dilakukan oleh Andi Mata Taga, dkk (2020) dalam penelitiannya yang berjudul "Analisa Perpindahan Panas Pada Alat Pengering Daun Kelor Sistem *Rotary*". Berdasarkan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan bahwa suhu dalam ruang pengering bervolume 0,3419 $m^3$ mengalami peningkatan dan penurunan sebanding dengan kecepatan alat pengering mengeluarkan kadar air daun kelor. Sensor temperatur yang ditempatkan diseluruh bagian ruang pengering mencatat pola suhu yang sama, ini berarti bahwa kalor yang dihasilkan lampu pemanas dialirkan secara merata keseluruh bagian ruang pengering sehingga dengan daya lampu 750 watt dapat mengeringkan daun kelor yang berkadar air awal 80 % menjadi 20 % dalam waktu pengeringan selama 8 jam.



Gambar 2.3 Pengering sistem rotary

(Sumber : Andi Mata Taga, 2020)



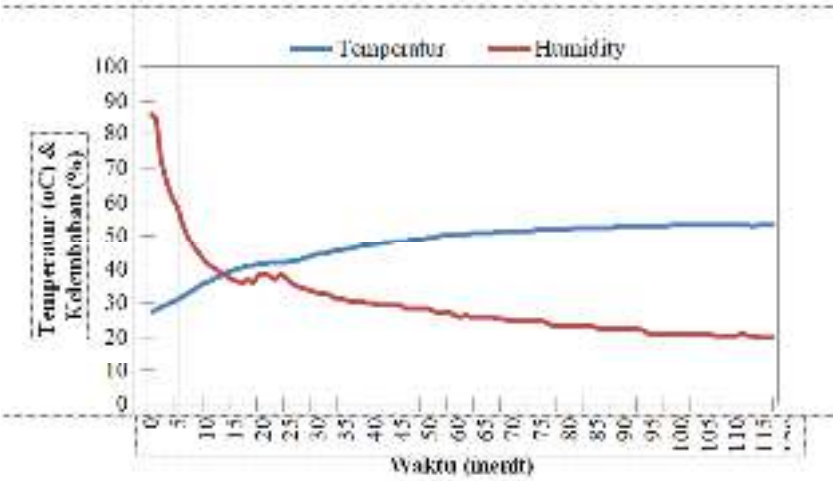

Gambar 2.4 Grafik hasil penelitian

(Sumber : Andi Mata Taga, 2020)

Adapun penelitian yang dilakukan oleh Indra Hermawan dan iswandi idris, (2014). Hasil penelitiannya mengatakan bahwa panas yang di buang (dilepaskan) dari *kondensor* AC temperaturnya dapat mencapai maksimum 53,5$^0$C dan rata-ratanya adalah 47,47$^0$C, sedangkan kalor (energi) yang dilepaskan sebesar 0,84 kW, atau udara yang melewati kondensor setiap 1 kg udara kering menyerap panas sebesar 34,471 kJ dengan volume 0,936 m$^3$. Potensi penyerapan uap air oleh udara adalah 2 g/kg udara kering atau 91,76 gr uap air per menit.

Gambar 2.5 Objek penelitian

(Sumber : Indra Hermawan Dan Iswandi Idris, 2014)



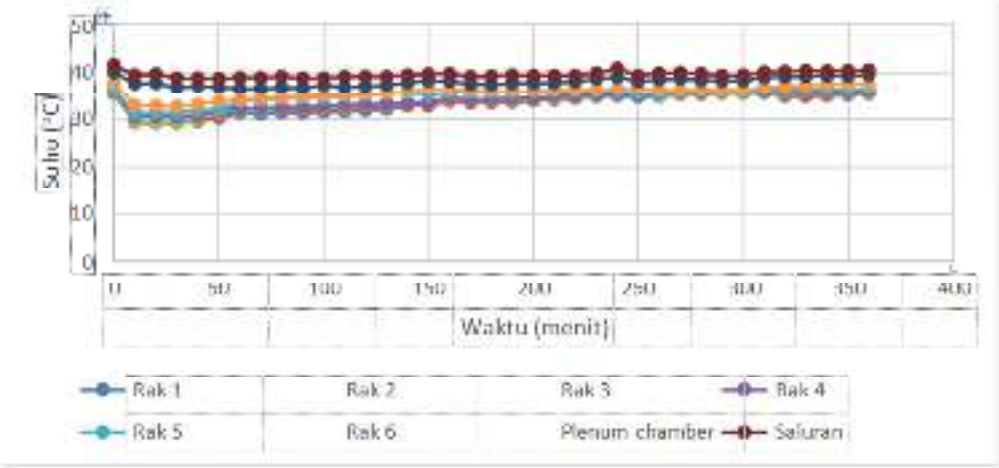

Gambar 2.6 Grafik temperatur dan kelembaban udara dari kondensor AC

(Indra Hermawan Dan Iswandi Idris, 2014)

Penelitian yang dilakukan oleh Husain Syam dkk, (2019). Dalam penelitiannya tentang "Potensi Pasan Terbuang *Kondensor* AC Sebagai Sumber Pemanas Pada *Kabinet Drayer*". Hasil penelitian menunjukkan bahwa panas terbuang *kondensor* AC sangat potensial digunakan untuk mengeringkan bahan herbal, karena pengeringan berjalan dalam suhu yang relatif rendah. Panas keluaran dari *kondensor* dapat mencapai 42.$^{0}$c dan kelembaban udara 31%. Untuk herbal tanaman kunyit pengeringan dapat berlangsung selama 6 jam hingga bahan mencapai kadar air 5-6% sesuai SNI.

Gambar 2.7 *Cabinet Dryer* Dengan Sumber Pemanas Dari Panas Terbuang *Kondensor* AC

(Sumber : Husain Syam, 2019)




Gambar 2.8 Sebaran suhu pada pengujian alat pengering

(Sumber : Husain Syam, 2019)

Persamaan dari penelitian diatas dengan penelitian peneliti yaitu terletak pada subjek yang diteliti yaitu alat pengering daun kelor. Sedangkan perbedaannya yaitu terletak pada pemanas, pemanas yang digunakan pada alat pengering ini adalah menggunakan panas dari udara buang AC dan bahan yang dikeringkan adalah daun kelor.

## 2.2. Tanaman Kelor

Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*) merupakan salah satu jenis tanaman tropis yang mudah tumbuh di daerah tropis seperti Indonesia. Kelor dikenal di seluruh dunia sebagai tanaman bergizi dan WHO telah memperkenalkan kelor sebagaisalah satu pangan alternatif untuk mengatasi masalah gizi (malnutrisi). Di Afrika dan Asia daun kelor direkomendasikan sebagai suplemen yang kaya zat gizi untuk ibu menyusui dan anak pada masa pertumbuhan. Semua bagian dari tanaman kelor memiliki nilai gizi, berkhasiat untuk kesehatan dan manfaat dibidang industri.

Tanaman kelor berupa pohon dengan tinggi dapat mencapai 12 m dengan diameter 30 cm. Kayunya merupakan jenis kayu dan memiliki kualitas rendah. Daun tanaman kelor memiliki karakteristik bersirip tak sempurna, kecil, berbentuk telur, sebesar ujung jari. Helaian anak daun memiliki warna hijau sampai hijau kecokelatan, bentuk bundar telur atau bundar telur terbalik, panjang 1-3 cm, lebar 4 mm sampai 1 cm, ujung daun tumpul, pangkal daun membulat, tepi daun rata. Kulit akar berasa dan beraroma tajam dan pedas, bagian dalam berwarna kuning pucat, bergaris halus, tetapi terang dan melintang. Akarnya sendiri tidak keras, bentuk tidak beraturan, permukaan luar kulit agak licin, permukaan dalam agak berserabut, bagian kayu warna cokelat muda, atau krem berserabut, sebagian besar terpisah. Tanaman kelor dapat baik sampai ketinggian 1.000 m dpl pada semua jenis tanah kecuali tanah berlempung berat dengan pH tanah netral sampai sedikit asam.

## 2.3. Pengertian Pengeringan

Pengeringan adalah proses penurunan kadar air sampai tingkat kadar air tertentu. Secara spesifik pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan sampai batas dimana perkembangan mikro organisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan kerusakan (fisika/kimia) terhambat atau terhenti, sehingga bahan dapat mempunyai waktu simpan yang lebih lama. Menurut Hall (1980), pada proses pengeringan komoditas pertanian terjadi dua proses dasar yaitu pindah panas untuk menguapkan cairan bahan dan pindah massa akibat adanya perbedaan tekanan uap.

Proses pengeringan diperoleh dengan cara penguapan air. Cara tersebut dilakukan dengan menurunkan kelembaban absolut udara dengan mengalirkan udara panas di sekeliling bahan, sehingga tekanan uap air bahan lebih besar dari tekanan uap air di udara. Perbedaan tekanan itu menyebabkan terjadinya aliran uap air dari bahan ke udara.

Faktor-faktor yang mempengaruhi penguapan adalah :

1. Laju pemanasan waktu energi panas dipindahkan pada bahan.
2. Jumlah panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air.
3. Temperatur maksimum pada bahan.
4. Tekanan pada saat terjadinya penguapan. Perubahan lain mungkin terjadi di dalam bahan selama proses penguapan berlangsung.

Peristiwa yang terjadi selama pengeringan meliputi dua proses, yaitu :

1. Proses perpindahan panas merupakan proses menguapkan air dari dalam bahan atau proses perubahan bentuk cair ke bentuk gas.

2. Proses perpindahan massa. Merupakan proses perpindahan massa uap air dari permukaan bahan ke udara.

## 2.4. Jenis-Jenis Pengering Daun Kelor

### 2.4.1. Pengeringan Di Tempat Teduh

Pengeringan ini memanfaatkan aliran udara alami untuk penguapan air. Cara ini dapat melindungi aroma dan warna asli daun dan biji kelor. Kekurangan cara pengeringan ini adalah waktu yang lama karena penguapan air lebih lambat dan berpotensi tumbuhnya kapang-khamir.

Gambar 2.9 Pengeringan di tempat teduh
(Sumber : Internet)

### 2.4.2. Pengeringan Dengan Menggunakan Efek Rumah Kaca

Pengering daun kelor tipe efek rumah kaca memanfaatkan energi surya yang dipancarkan oleh matahari. Energi yang dipancarkan matahari dihasilkan dari reaksi fusi yang mengubah hidrogen menjadi helium.

Gambar 2.10 Pengering dengan menggunakan efek rumah kaca
(Sumber : internet)

### 2.4.3. Pengering Dengan Menggunakan Oven

Pengeringan dengan menggunakan alat pengering (oven) dapat diatur pada suhu 30°C-60°C, namun untuk simplisia daun suhu tidak lebih dari 50°C. Sebaiknya proses dilakukan pada kelembaban 30-60% RH. Kelemahan cara ini adalah paparan suhu tinggi dapat mengurangi kualitas bahan yang dihasilkan karena terjadi perubahan biokimia pada bahan serta biaya tinggi karena perlu pasokan energi.

Gambar 2.11 Pengering dengan menggunakan oven
(Sumber : internet)

## 2.5. Perpindahan Panas

Menurut Holman (1995), sistem perpindahan panas dibagi tiga yaitu konduksi, konveksi dan radiasi. Secara umum ketiga perpindahan panas tersebut dibedakan berdasarkan media dalam upaya memindahkan enrgi panas. Konduksi menggunakan media padat, konveksi menggunakan media cair/gas dan radiasi menggunakan media gelombang elektromagnetik.

### 2.5.1. Perpindahan Panas Secara Konduksi

Perpindahan kalor secara konduksi adalah proses perpindahan kalor yang terjadi karena adanya perbedaan suhu pada suatu benda. Kalor mengalir dari daerah yang memiliki suhu lebih tinggi ke daerah yang bersuhu lebih rendah pada suatu benda padat.

Konduksi kalor hanya terjadi jika ada perbedaan temperatur. Dan memang ditemukan percobaan bahwa kecepatan aliran kalor melalui benda sebanding dengan perbedaan temperatur antara ujung-ujungnya. Kecepatan aliran kalor juga bergantung pada ukuran dan bentuk benda konduksi kalor antara daerah dengan temperatur T1 dan T2. Jika T1 lebih besar dari T2 kalor mengalir ke kanan (Giancoli, 2001). Dengan persamaan sebagain berikut.

$$q_{Cond} = -KA\frac{dT}{dx} \tag{2.1}$$

Dimana :

$q_{Cond}$ : Laju perpindahan panas konduksi(kj/dt. W)

K : konduktifitas termal bahan (W/m.$^0$C)

A : luas penampang (m$^2$)

dt : gradien suhu ($^0$C. $^0$K)

dx : perbedaan jarak (m/det)

Dimana q adalah laju perpindahan kalor dan dT/dx adalah gradien temperatur perpindahan kalor. Konstanta positif k disebut konduktifitas atau kehantaran termal, sedangkan tanda minus disisipkan agar memenuhi hukum kedua termodinamika, yaitu bahwa kalor mengalir ketempat yang lebih rendah dalam skala temperatur. (J.P. Holman, hal: 2)

Penerapan Hukum Fourier (persamaan 2.1) pada suatu dinding datar, jika persamaan tersebut diintegrasikan maka didapatkan:

$$q_{Cond} = -\frac{KÆ}{\Delta x}(T_2 - T_1) \qquad (2.2)$$

Bila mana konduktifitas termal (Thermal Conductifity) dianggap tetap dan tebal dinding adalah Δx, sedangkan T1 dan T2 adalah temperatur muka dinding. (J.P. Holman )

### 2.5.2. Perpindahan panas secara konveksi

Perpindahan panas kalor yang terjadi karena perpindahan fluida (zat cair atau gas) yang menerima kalor disebut konveksi. Konveksi juga merupakan proses dimana kalor ditransfer dengan pergerakan molekul dari satu tempat ke tempat yang lain. Sementara konduksi melibatkan molekul (elektron) yang hanya bergerak dalam jarak yang kecil dan bertumbukan, konveksi melibatkan pergerakan molekul dalam jarak yang besar.

Perpindahan fluida pada konveksi ada yang terjadi secara alamiah, ada yang terjadi karena dialirkan (perpindahan). Konveksi alamiah terjadi dengan sendirinya. Misalnya, konveksi pada saat memasak air. Aliran ini terjadi karena massa jenis air mengecil karena itu bagian zat cair ini naik dan digantikan oleh zat cair yang massa jenisnya lebih besar. Perpindahan panas konveksi merupakan hukum Newton tentang pendinginan (*Newton's Law of Cooling*) yaitu:

$$q_{Conv} = h \,.\, A\ (T_{\mathrm{w}} - T_{\infty}) \qquad (2.3)$$

Dimana :

q*conv* : Laju perpindahan panas konveksi (W)

*h* : Koefisien perpindahan panas konveksi (W/m$^2$. °K atau W/m$^2$. °C)

*As* : Luas permukaan perpindahan panas (m$^2$)

*Tw* : Temperatur permukaan (°K atau °C)

$T_{\infty}$ : Temperatur fluida (°K atau °C)

### 2.5.3. Perpindahan panas secara radiasi

Perpindahan panas secara radiasi adalah metode perpindahan panas dari suatu tempat ke tempat yang lain dalam bentuk gelombang yang disebut dengan gelombang elektromagnetik. Radiasi yang dipancarkan benda biasa tidak hanya bergantung pada suhu, tetapi juga pada sifat-sifat lainnya, seperti rupa atau jenis benda, permukaannya, dan bahan pembuatnya.

Perpindahan panas secara radiasi merupakan perpindahan panas tanpa melalui media perantara atau mediumnya. Besarnya radiasi yang dipancarkan olehpermukaan suatu benda nyata (*real*) (qrad.g), adalah:

$$q_{rad.g} = s.\ \sigma\ .\ T_s^4\ .\quad A \qquad (2.4)$$

Sedangkan untuk benda hitam sempurna (*black body*), jika nilai emisifitas (s =1), memancarkan radiasi ($q_{rad.b}$), sebesar:

$$q_{rad.g} = \sigma\ .\ T_s^4\ .\quad A \qquad (2.5)$$

Dimana:

$q_{rad}$ : Laju pertukaran panas radiasi (W)

S : Nilai emisifitas suatu benda ($0 \leq \varepsilon \leq 1$)

$\sigma$ : Konstanta Stefan Boltsmann ($5{,}67 \times 10^{-8}$ W/m$^2$. K$^4$)

$A$ : Luas bidang permukaan (m$^2$)

Ts : Temperatur benda (K)

## 2.6. Kadar Air

Salah satu faktor yang mempengeruhi proses pengeringan adalah kadar air. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan sehingga menghambat perkembangan organisme yang menyebabkan pembusukan suatu bahan. Kadar air suatu bahan berpengaruh terhadap banyaknya air yang diuapkan dan lamanya proses pengeringan. Struktur bahan secara umum dapat didasarkan pada kadar air yang biasa ditunjukan dalam persentase dalam persentase kadar air basis basah atau basis kering. Adapun persamaan dalam menentukan kadar air adalah sebagai berikut.

$$M = \frac{w(t)-d}{w} \times 100\% \quad (2.6)$$

$$X = \frac{w(t)-d}{d} \quad (2.7)$$

Dimana :

M : kadar air basis basah (%)

X : kadar air basiskering ($g_{air}/g_{bahan\ kering}$)

d : massa bahan kering (g)

w(t) : massa bahan pada waktu

w : massa bahan awal (g)

## 2.7. Pengurangan Massa Daun Kelor

Besaran masa daun kelor dapat ditentungan dengan persamaan sebagai berikut

$$\Delta m_s = m_1 - m_2 \quad (2.8)$$

Dimana

$\Delta m_s$ : massa daun kelor (g)

$m_1$ : massa daun kelor sebelum pengeringan (g)

$m_2$ : massa daun kelor sesudah pengeringan (g)

## 2.8. Laju Penguapan Air

Besaran laju penguapan air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\dot{m}_a = \frac{\Delta ms}{t} \quad (2.9)$$

dimana

$\dot{m}_a$ : laju penguapan air (g/s)

$\Delta m_s$ : massa daun kelor (g)

t : waktu (s)

**2.9. Kondensor Air Conditioner (AC) 1 Pk Dan ½ Pk**

PK AC adalah singkatan dari *pard kracht* atau juga sering disebut dengan *horse power* (tenaga kuda). Umumnya AC 1 PK standar memakan daya sebesar 840 Watt sedangkan untuk AC ½ PK standar memakan daya sebesar 400 Watt,

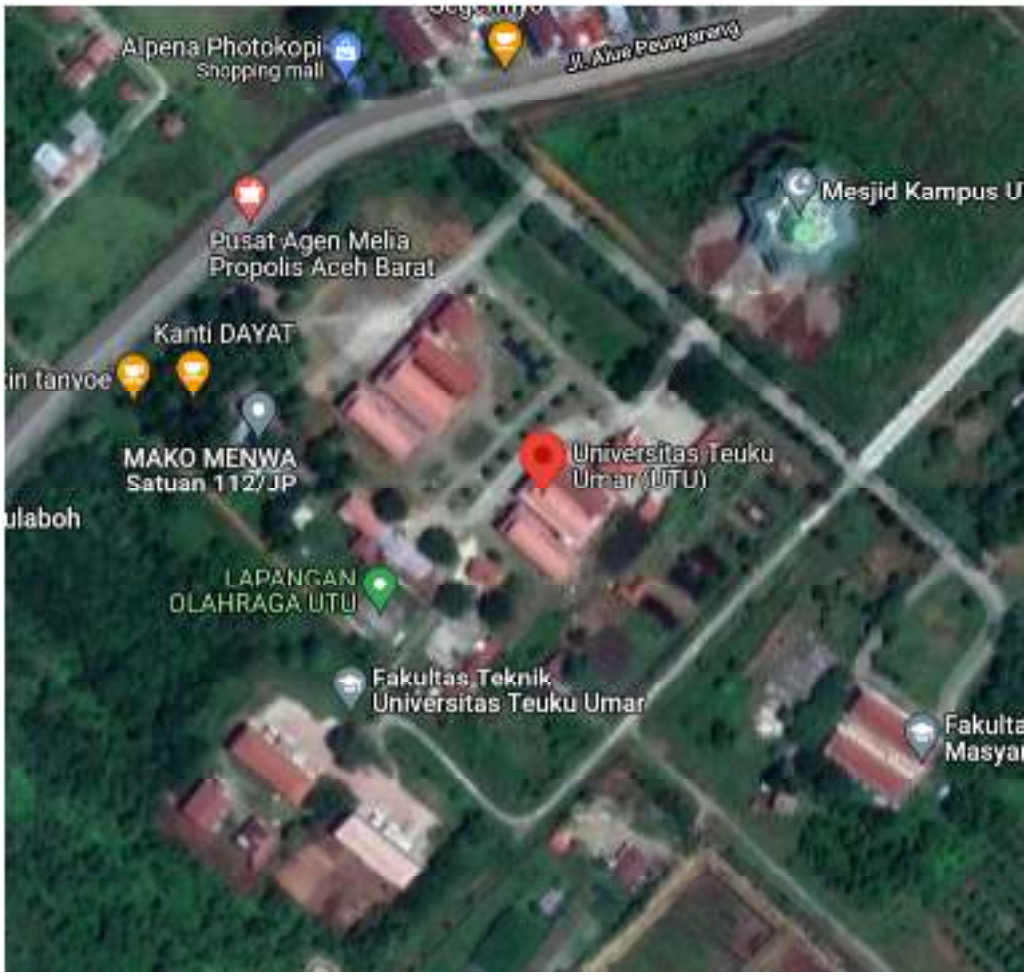
Kondensor adalah sebuah alat yang memiliki fungsi sebagai penukar kalor atau panas, mengubah bentuk *refrigerant* dari bentuk gas hingga menjadi cair, dan menurunkan suhu temperature *refrigerant*. *Kondensor* berfungsi untuk membuang udara panas dari *Freon* yang digunakan yang berasal dari kompresor AC. Perpindahan panas yang terjadi pada *kondensor* adalah perpindahan panas konveksi paksa dimana panas yang dialirkan tersebut berasal dari luar seperti *blower* atau pompa.

# BAB III

# METODOLOGI PENELITIAN

## 3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian

Proses pengambilan data dalam penelitian ini dikalukan di Laboratorium Teknim Mesin Universitas Teuku Umar dan kantor Inkubator Bisnis Teknologi Universitas Teuku Umar. Pelaksanan penelitian ini dilakukan dalam jangka waktu selama 6 (Enam) bulan.




Gambar 3.1 Lokasi Tempat Penelitian Yang Akan Dilakukan

(Sumber : Google Maps)

## 3.2. Alat Dan Bahan Penelitian

### 3.2.1. Alat Yang Digunakan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Sensor termokopel

Sensor termokopel adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mengukur suhu pada saat penelitian. Cara kerjnya yaitu ujung termokopel diletakkan pada bagian yang akan diukur, maka temperatur akan tertampil pada layar penampil suhu digital.

Gambar 3.2 Termokopel dan Termodispaly
(Sumber : penelitian)

2. Komponen Pengetur Suhu Otomatis

a. Arduino

Arduino merupakan sebuah sistem mikrokontroler mempunyai sifat open-source yang tidak sedikit digunakan guna membagun suatu project elektronika. Arduino berfungsi sebagai pengetur suhu dalam ruang pengering.

Gambar 3.3 Arduino Uno

(Sumber : penelitian)

b. Sensor DHT22

Sensor DHT22 berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban didalam ruangan. Sensor DHT22 di hubungkan dengan mikrocontroler Arduino Uno dengan pendeteksi suhu -40$^0$C sampai 100$^0$C.

Gambar 3.4 Sensor DHT22

(Sumber : penelitian)

c. Motor Servo

Motor Servo adalah Motor listrik yang menggunakan sistem closed loop. Motor servo berfungsi untuk membuka dan menutup katup masuknya udara panas dari kundensor AC ke ruang pengering.

Gambar 3.5 Motor servo

(Sumber : penelitian)

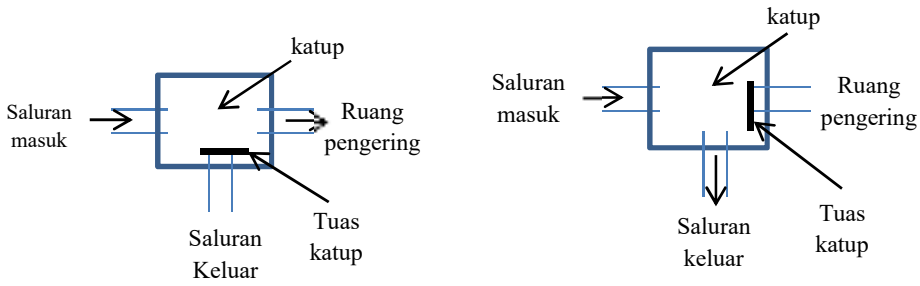
3. Timbangan

Timbangan berfungsi untuk mengukur bobot awal dan bobot akhir bahan yang telah dikeringkan sehingga dapat diketahui berapa besaran kadar air akhir pada sampel daun kelor yang telah dikeringkan.

Gambar 3.6 Timbangan
(Sumber : penelitian)

4. Katup 3 arah

Katup tiga arah berfungsi untuk mengatur temperatur dalam ruang pengering agar tidak melebih pada suhu di atas 50º C.




a. Katup terbuka b. Katup tertutup

Gambar 3.7 aliran katup 3 arah
(Sumber : penelitian)

Dari gambar diatas cara kerja katup tiga arah pada alat pengering daun kelor yaitu saat katup terbuka tuas katup menutup saluran keluar/pembuangan sedangkan saluran keruang pengering terbuka, udara panas dari kondensor AC

masuk melalui saluran masuk dan kemudian langsung ruang pengering. Ketika suhu dalam ruang pengering mencapai 50ºC, tuas katup mentutup saluran masuk ke dalam ruang pengering dan saluran keluar terbuka sehingga udara panas dari kondensor terbuang melalui saluran keluar.

Gambar 3.8 Katup Tiga Arah
(Sumber : penelitian)

5. Pipa exhaust aluminium

Gambar 3.9. pipa Exhaust aluminium
(Sumber : penelitian)

Pipa exhaust aluminium berfungsi untuk menyalurkan atau mentranferkan udara panas dari kondensor ke dalam lemari pengering, pipa yang digunakan yaitu berbahan aluminium flexibel dengan diameter pipa sebesar 3 inchi. Pengunaan pipa jenis ini adalah mudah dalam pemasangan dan dapat di tekuk dengan bebas agar sesuai dengan berbaga sudut pemasangan

tahan panas sampai suhu 150ºC. Pengunaan pipa berdiameter 3 inchi ini adalah aliran udara lebih cepat dan stabil, penurunan panas yang tidak terlalu besar.

### 3.2.2. Bahan Yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pengering daun kelor dengan memanfaatkan udara buang AC, *Air Conditioner* (AC) dan daun kelor mentah.

## 3.3. Metode Penelitian

### 3.3.1. Metode Kuantitatif

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode kuantitatif yaitu menganalisa data yang meliputi data temperatur dalam ruang pengering, data kelembaban, tata tingkat penurunan kadar air, data perbandingan massa daun sebelum dan sesudah dikeringkan, dan waktu yang dibutuhkan untuk penurunan kadar air hingga dibawah 10 %.

### 3.3.2. Studi Literatur

Studi literatur adalah studi yang dilakukan untuk mempelajari tentang teori-teori yang bersangkutan dengan penelitian. Sumber literatur diperoleh melalui buku-buku, jurnal, dan Tugas Akhir yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu.

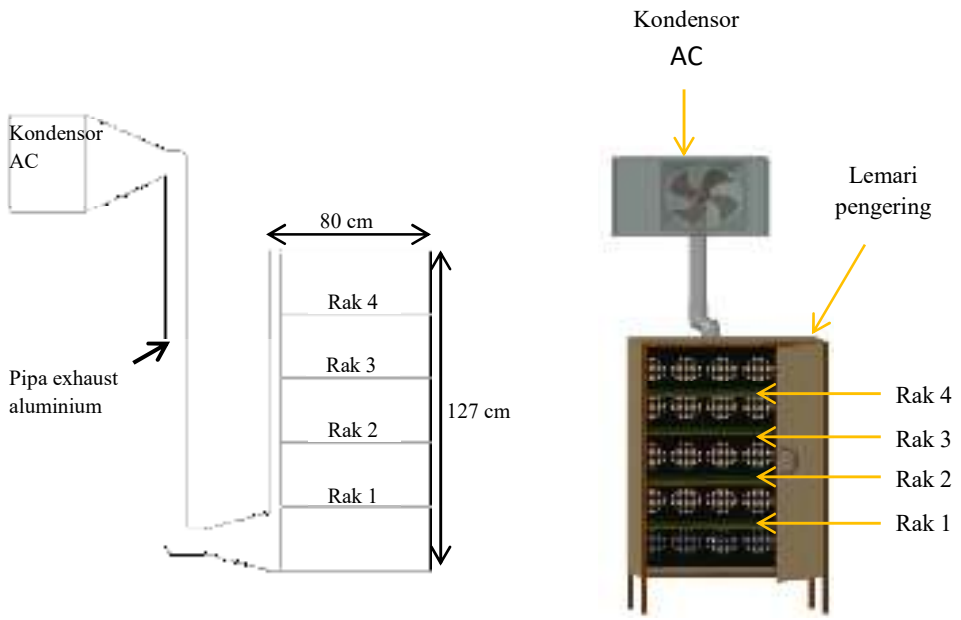
## 3.4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dari penelitian ini dilakukan pengukuran dari udara panas *kondensor* AC untuk mengetahui berapa temperatur yang dihasilkan dari kondensor AC. Selanjutnya dilakukan pengukuran suhu dalam ruang

pengering, kemudian melakukan pengukuran tingkat penurunan kadar air yang terkandung dalam daun kelor, pengukurannya dilakukan setiap 1 jam sekali yang bertujuan untuk mengetahui seberapa penuruna kadar air pada daun kelor selama pengeringan berlangsung dalam waktu 7 jam.

### 3.5. Desain Alat 3d

Desain alat 3D yang telah di buat dengan menggunakan *sofware Autocad* 2019 yang selanjutnya di buat dengan menggunakan alat dan bahan yang sudah direncanakan sehingga menghasilkan alat pengering dengan lebar 80 cm × 80 cm dan tinggi 127 cm. Adapun rak dalam ruang pengering dibagi menjadi 4 rak dengan kapasitas rak sebear 100 gram sampel basah, dan kapasitas keseluruhan dalam ruang pengering adalah sebear 400 gram daun kelor basah.




Gambar 3.10 Desain Alat Pengering Daun Kelor

(Sumber : penelitian)

### 3.6. Tahapan Pembuatan Alat

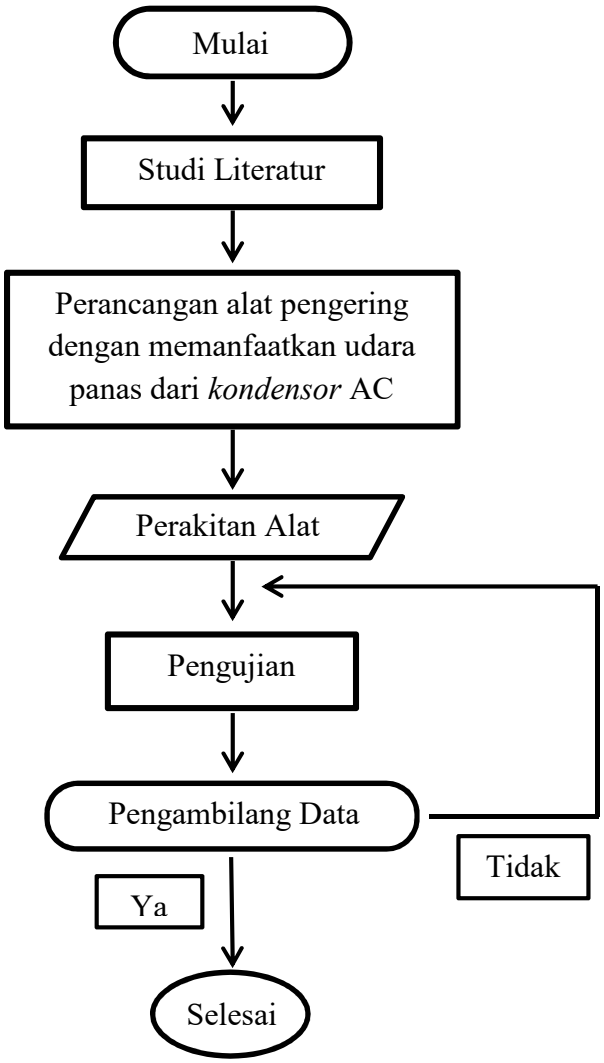
Tahapan pembuatan alat sesuai dengan konsep dan desain yang telah dirancang dengan menggunakan *sofware Autocad*, kemudian dilakukan pembuatan dengan memakai peralatan bengkel dan bahan utama seperti, triplek film, balok, plat seng, pipa *exhaust aluminium* dan lain-lain. Sehingga alat tersebut bisa digunakan untuk tahapan pengujian dan pengambilan data penelitian.

### 3.7. Jadwal Kegiatan Penelitian

Tabel 3.1 Tabel jadwal kegiatan penelitian

| No | Jenis Kegiatan | Bulan Ke 1 | | | | Bulan Ke 2 | | | | Bulan Ke 3 | | | | Bulan Ke 4 | | | | Bulan Ke 5 | | | | Bulan Ke 6 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Studi Pustaka | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Tahap Pendahuluan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Tahapan Pengumpulan Data | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Desain Dan Pembuatan Alat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Seminar Proposal/ Progres | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Pengambilan Data | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Pengolahan Data | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Pembahasan Hasil Dan Kesimpulan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Seminar Hasil | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

### 3.8. Diagram Alir




Gambar 3.11 Diagram alir proses penelitian
(sumber : penelitian)

# BAB IV

# HASIL DAN PEMBAHASAN

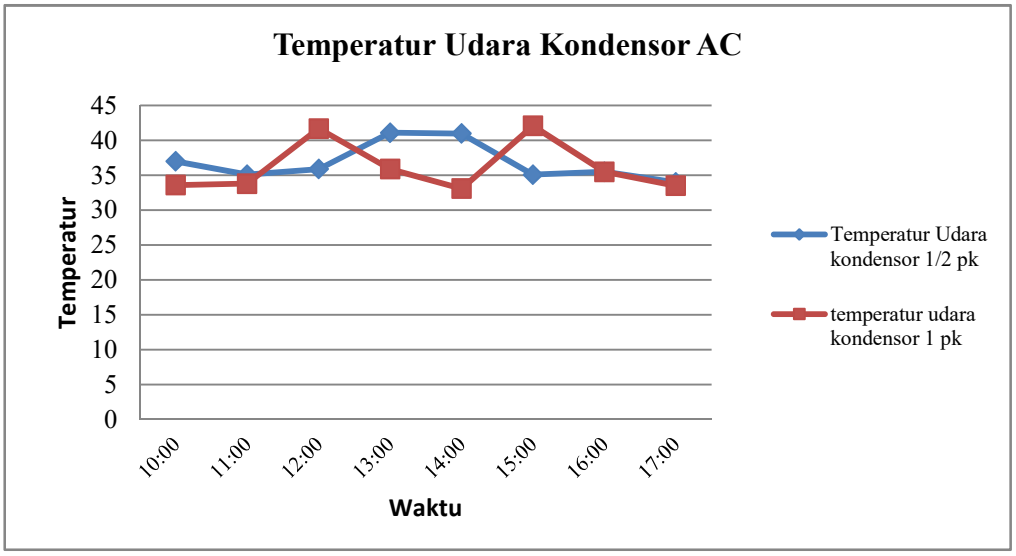
Bab ini membahas hasil dan pembahasan dari hasil penlitian yang telah dilakukan. Adapun pengambilan data dilakukan pada *kondensor* AC ruang Laboratorium Teknik Mesin dan *kondensor* AC kantor Inkubator Bisnis Teknologi Universitas Teuku Umar yang dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.

Gambar 4.1 Pemasangan alat pengering pada *kondensor* AC 1 pk dan ½ PK
(Sumber : penelitian)

Pengambilan data dilakukan pada dua tempat, dimana pengmbilan data meliputi, suhu keluar dari *kondensor* AC, suhu rak 1, suhu rak 2, suhu rak 3, suhu rak 4, berat/kadar air pada daun kelor dari rak 1 sampai rak ke 4 serta pengukuran kelembaban.

## 4.1. Temperatur Udara Dari *Kondensor*

Pengambilan data dilakukan pada *kondensor* AC agar mengetahui temperatur udara yang dihasilkan oleh *kondensor* AC dengan menggunakan termokopel yang di pasang pada *kondensor*. Pengujian suhu pda *kondensor* bertujuan untuk mengetahui sejauh mana potensi panas *kondensor* AC dapat digunakan sebagai sumber pemanas pada proses pengeringan terutama untuk dimanfaatkan pada alat pengering daun kelor yang memiliki beberapa rak. Hasil dari pengujian suhu *kondensor* dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.

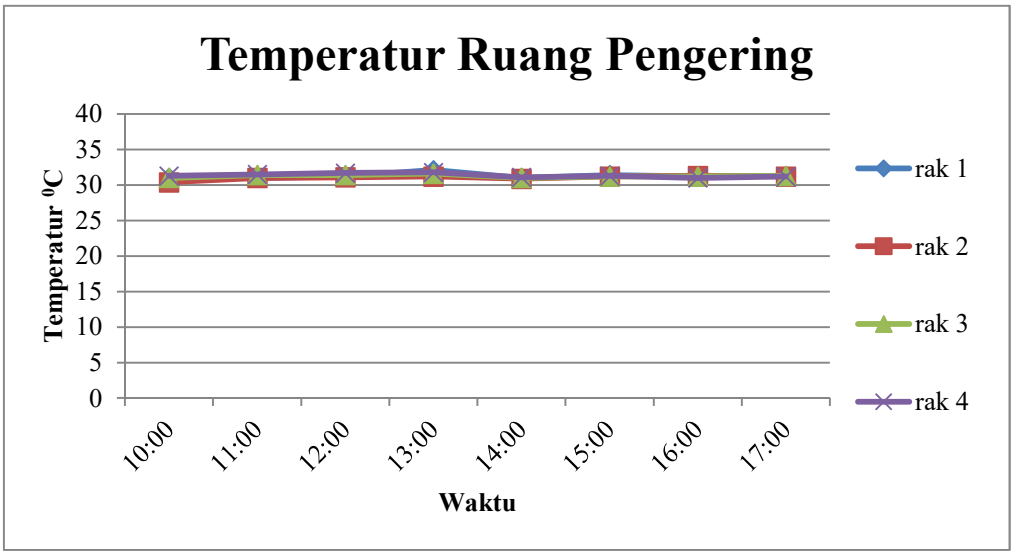



Gambar 4.2 grafik temperatur udara *kondensor* AC 1 PK dan 1/2 PK (sumber : penelitian)

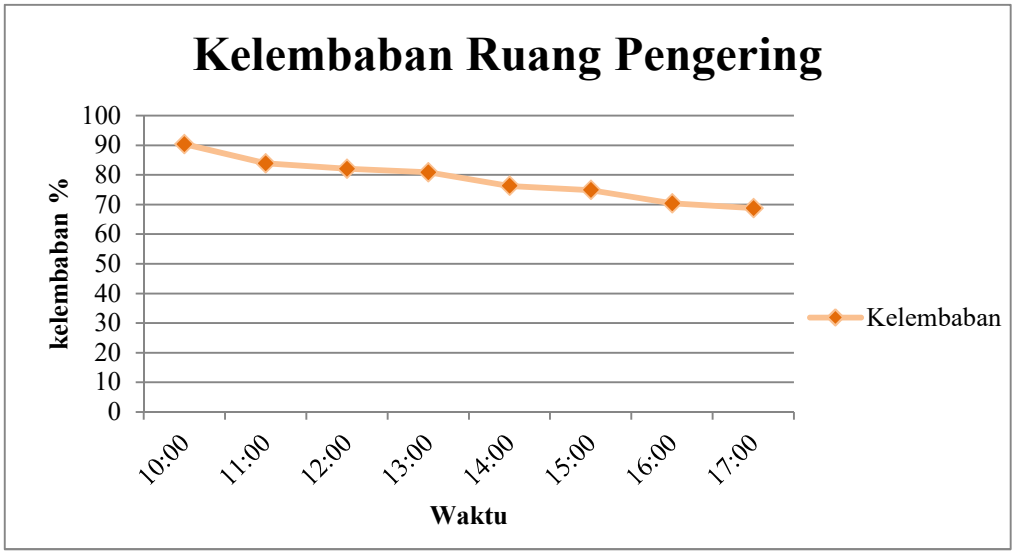
Dari gambar di atas dapat dijelaskan bahwa pengambilan data dilakukan pada jenis *kondensor* AC yang berbeda, pengambilan data tersebut dimulai dari pukul 10:00 WIB sampai pukul 17:00 WIB, dengan interval waktu pengukuran dilakukan selama 1 jam sekali. Hasil pengujian yang dilakukan diketahui bahwa *kondensor* AC 1 Pk mencapai suhu tertinggi sebesar 42,1$^0$C sedangkan pada *kondensor* AC ½ Pk suhu tertinggi hanya mencapai suhu 41,1$^0$C.

Penyebab naik dan turunnya suhu pada *kondensor* AC terjadi karena suhu dalam ruangan terjadi kenaikan temperatur kemudian suhu panas tersebut dihisap oleh kipas sentrifugal yang terdapat pada *evaporator* selanjutnya udara bersentuhan dengan pipa *evaporator* yang berisi cairan *refrigerant*, tekanan uap yang berasal dari *evaporator* di sirkulasikan menuju *kondensor*. Pada saat suhu *kondensor* terjadi penaikan maka kompresor bekerja untuk menghembuskan udara dingin ke dalam ruangan sedangkan kondensor membuang udara panas yang terjadi pada pipa *evaporator*, dan pada saat suhu ruangan sudah mencapai pada suhu yang sudah ditentukan, maka kompresor akan mati dan kipas dari *kondensor* tidak lagi menghisap udara panas yeng tinggi. Hal tersebut yang menyebabkan suhu pada *kondensor* naik dan turun.

### 4.2. Temperatur Dan Kelembaban Ruang Pengering



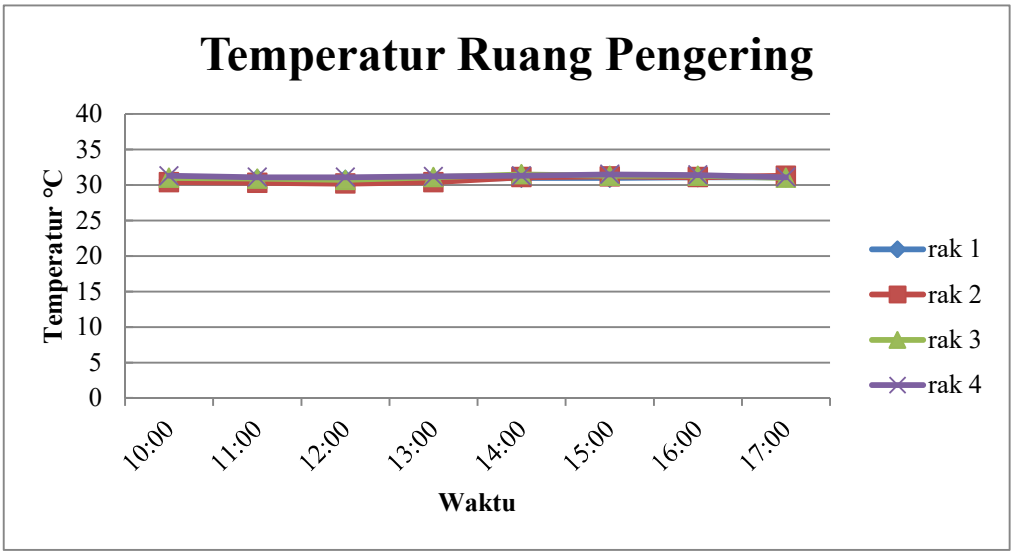

Gambar 4.3 grafik temperatur ruang pengering dengan *kondensor* AC 1 pk
(Sumber : penelitian)




Gambar 4.4 Grafik kelembaban ruang pengering dengan *kondensor* AC 1 PK (Sumber : Penelitian)

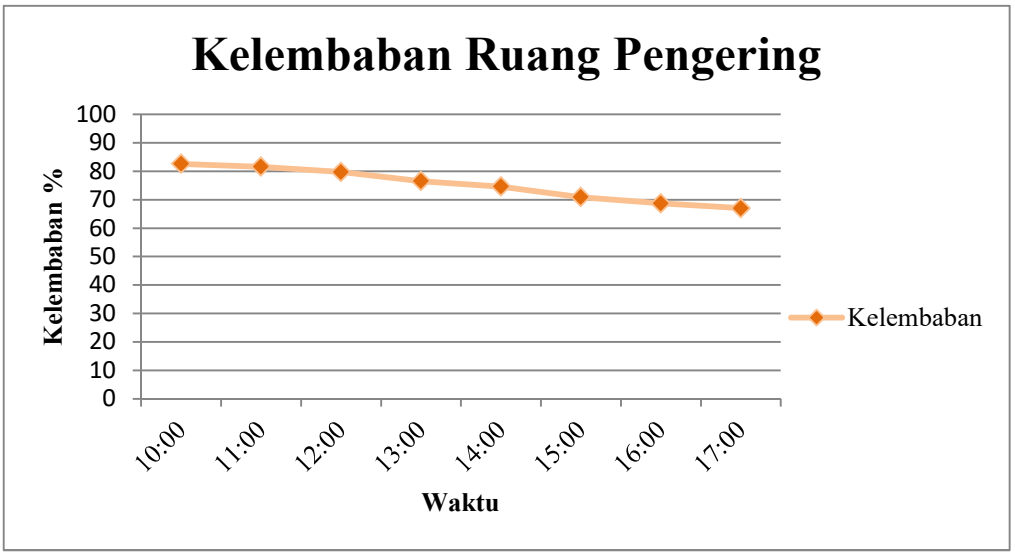
Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa hasil dari pengujian temperatur pada rak pengering dengan menggunakan *kondensor* AC 1 PK dapat dilihat pada gambar 4.3 maka panas yang masuk ke dalam ruang pengering hanya mampu mencapai suhu yaitu 31.0$^0$C pada rak 1, 30.4$^0$C pada rak 2, 31.0$^0$C pada rak 3, dan 31.3$^0$C pada rak 4. Setelah pengujian selama 7 jam peningkatan suhu tidak jauh berbeda dengan suhu awal proses pengeringan yaitu sebesar 31.3$^0$C pada rak 1, 31.3$^0$C pada rak 2, 31.3$^0$C pada rak 3, 31.2$^0$C pada rak 4.

Pada gambar 4.4 kelembaban udara dalam ruang pengering yaitu sebesar 90,4 % setelah dilakukan pengeringan selama 7 jam, kelembaban udara turun menjadi 68,8 %. Hal ini terjadi karena adanya penguapan air yang terjadi pada daun kelor yang menyebabkan semakan banyk air yang menguap maka kelembabannya semakin menurun.




Gambar 4.5 grafik temperatur ruang pengering dengan *kondensor* AC ½ PK

(Sumber : Penelitian)




Gambar 4.6 grafik kelembaban ruang pengering dengan *kondensor* AC ½ PK

(Sumber : penelitian)

Pada gambar 4.5 temperatur ruang pengering dengan menggunakan *kondensor* AC ½ pk suhu ruang pengering hanya mencapai 30.7$^0$C pada rak 1 ,

30.4$^0$C pada rak 2, 31.0$^0$C pada rak 3, 31.4$^0$C pada rak 4. Dan kelembaban sebesar 82,6 %. Setelah dilakukan pengujin selama 7 jam suhu yang terjadi pada setiap rak pengering tidak ada peningkatan yang berbeda dari hasil pengujuan awal proses pengeringan adalah sebesar 31.1$^0$C pada rak 1, 31.3$^0$C pada rak 2, 31.0$^0$C pada rak 3, 31.1$^0$C pada rak 4 dan kelembaban 67,0 %.

Dari hasil pengujian diketahui bahwa temperatur ruang pengering dengan menggunakan *kondensor* AC 1 pk dan ½ pk menghasilakn suhu yang tidak jauh berbeda dan tingkat penuruan kelebaban yang relatif sama.

Dalam hal ini temperatur dalam ruang pengering terjadi penurunan suhu, hal ini disebabkan karena penggunaan pipa penghubung dari *kondensor* AC dan ruang pengering yang terlalu panjang maka terjadinya kehilangan temperatur pada pipa penghubung. Temperatur dan kelembaban ruang pengering dengan menggunakan *kondensor* AC 1 pk pada gambar (a) dan *kondensor* AC ½ pk pada gambar (b) tidak jauh berbeda dikarenakn bobot sampel yang digunkan pada setiap rak pengering adalah sebesar 100 gram.

**4.3. Sampel Daun Kelor**

Gambar 4.7 sempel daun kelor timbangan basah dan kering
(Sumber : penelitian)

Adapun bobot sampel daun kelor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 100 gram daun kelor basah yang di letakkan pada setiap rak pengering seperti yang terlihat pada gambar diatas.

### 4.4. Pengurangan Massa Daun Kelor

Besarnya laju pengurangan massa daun kelor yaitu:

a. Pengurangan massa daun kelor dengan *kondensor* AC 1 pk

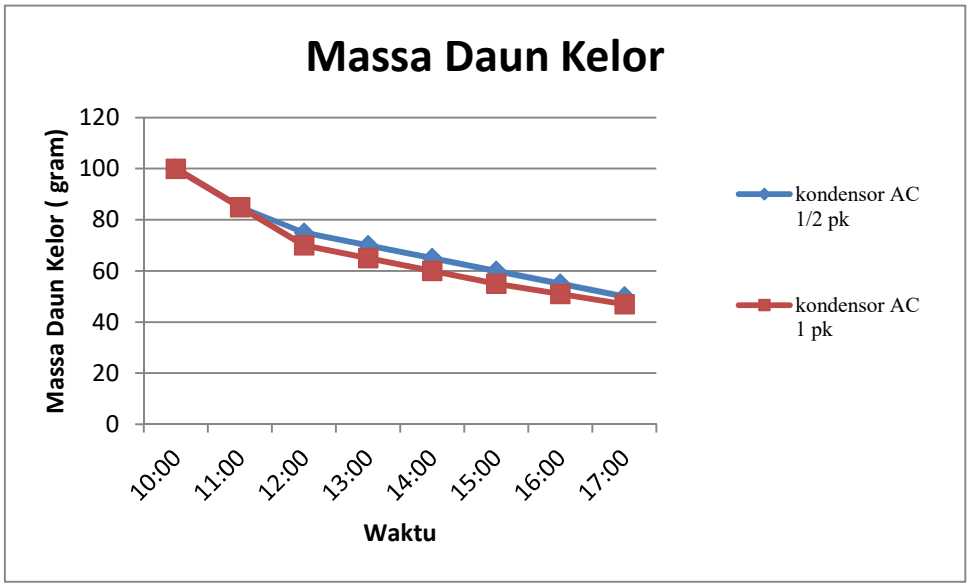
$\Delta m_s = 100\ g - 47\ g$

$\Delta m_s = 53\ gram$

b. Pengurangan massa daun kelor dengan *kondensor* AC ½ pk

$\Delta m_s = 100\ g - 50\ g$

$\Delta m_s = 50\ gram$




Gambar 48 Grafik penurunan massa daun kelor

Sumber : penelitian

Dari gambar 4.5 diketahui bahwa penurunan massa bahan yang sangat besar terjadi pada 2 jam proses pengeringan, hal ini disebabkan karena penguapan air terjadi sangat cepat pada awal proses pengeringan.

### 4.5. Penurunan Kadar Air Daun Kelor

Proses pengukuran kadar air pada penelitian ini menggunakan metode perhitungan kadar air basis basah. Kadar air basah adalah perbandingan antara berat air di dalam bahan tersebut dengan bahan keringnya.

Pada umumnya kadar air daun kelor yang telah dilakukan pengeringan dengan semua jenis perlakuan yang memenuhi standar SNI yaitu maksimal 10%, dengan kadar air awal bahan adalah sebesar 69,58% sampai 76,92 %. Besaran kadar air pada daun kelor yang telah dikeringkan yaitu.

a. Kadar air akhri daun kelor dengan menggunakan *kondensor* AC 1 PK

$$M = \frac{w(t)-d}{w} \times 100\%$$

$$M = \frac{100\ g - 47\ g}{100\ g} \times 100\%$$

$$M = 53\ \%$$

b. Kadar air akhir daun kelor dengan menggunakan *kondensor* AC ½ pk

$$M = \frac{w(t)-d}{w} \times 100\%$$

$$M = \frac{100\ g - 50\ g}{100\ g} \times 100\%$$

$$M = 50\ \%$$

# BAB V

# KESIMPULAN DAN SARAN

## 5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian pada alat pngering daun kelor dengan memanfaatkan udara panas dari *kondensor* AC adalah sebagai berikut

a. Proses dan tahapan pembuatan alat pengering daun kelor terbuat dari bahan triplek, kayu, seng, dan pipa *exhaust* aluminium dengan cara kerjanya udara dari kondensor ac di salurkan melalui pipa exhaust aluminium, kemudia masuk ke dalam ruang pengering.
b. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa panas terbuang kondensor AC 1 pk yaitu sebesar 33,1$^0$C sampai 42,1$^0$C sedangkan temperatur kondensor AC ½ Pk sebesar 34,0$^0$C sampai 41,1$^0$C.
c. Penurunan kadar air daun kelor setelah pengeringan selama 7 jam dengan menggunakan *kondensor* AC 1 pk yaitu 53 % kadar air yang keluar dan laju penguapan air sebesar 0,00210 g/s. sedangkan pada penggunaan *kondensor* AC ½ kadar air daun kelor dengan menggunakan *kondensor* AC ½ pk yaitu sebesar 50 %, dan laju penguapan air sebesar 0,00198 g/s.
d. Udara panas yang masuk ke dalam ruang pengering terjadi penurunan temperatur dengan suhu rata-rata sebesar 31$^0$C, hal ini disebabkan karena terjadi pipa penghubung *kondensor* AC dengan lemari pengering yang terlalu panjang. Namun temperatur pada setiap rak pengering terjadi secara merata.

## 5.2. Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah:

a. Perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan bahan herbal lain untuk mengetahu apakah alat pengering ini bisa digunakan herbal lain selain daun kelor.
b. Perlu adanya kajian ulang bagaimana agar temeratur dalam ruang pengering tidak terjadinya penuruan walaupun dengan menggunakan pipa penghubung yang panjang.

## DAFTAR PUSTAKA

Aloysius V.p piamat. (2021). Pengujian Rumah Pengering Daun Kelor Dengan Efek Rumah Kaca (*Solar Dryer*) Melalui Mekanisme Konveksi Alamiah. Universitas Nusa Cendana.

Andi Mata Taga; dkk (2020). Analisa Perpindahan Panas Pada Alat Pengering Daun Kelor Sistem *Rotary*. Jurnal Prosiding Seminar Nasional Unimus, 03: 977- 984

Ben Vesco Tarigan; dkk (2020). Rancang Bangun Lemari Pengering Daun Marungga (*Moringa Oleifera*). Jurnal Fisika, Fisika Sains Dan Aplikasinya, 5(2): 96-99

Dedy eko rahmanto, i dewa made subrata, sutrisno. (2011). "Pemanfaatan panas *kondensor* AC untuk pengering bahan pangan: studi pengering chips kentang".prosiding seminar nasional perteta. : 187-197

Dimas ariyanto catur nugroho. (2018) mesin pengering pakaian sistem udara terbuka dengan menggunakan komponen AC split dengan satu kipas dan tanpa kipas. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

Giancoli, D.C. 2001. Fisika Edisi Kelima Jilid 1, ( Jakarta, Erlangga, 2001)

Hall, C.W. 1980. Drying And Storage Of Agricultural Crops. AVI Publishing Company.Inc. Westport. Connecticut

Hermawan I, dan Idris I. (2014). Kajian Potensi Energi Pana Buangan Dari *Air Conditioner* (AC). Jurnal Teknovasi, 01(02), 1-7.

Holman, J.P. 1995. Perpindahan Kalor, Edisi Keenam. Erlangga. Jakarta

Lestari, N., Samsuar., Novitasari, E., dan Rahman, K. (2020). Kinerja Cabinet Dryer Pada Pengering Jahe Merah Dengan Memanfaatkan Panas Terbuang Kondensor Pengering Udara. Jurnal Agritechno. 13(1): 57-70

*Serial The Power Of* Obat Asli Indonesia, Kelor *Moringa Oliifera* Lam. Badan Pengawasan Obat Dan Makanan 2016.

Syam, H., Jamaluddin, Rais, M., dan Lestari, N. 2019. Potensi panas terbuang kondensor AC sebagai sumber pemanas pada cabinet dryer. *Prosiding Seminar Nasional LP2M UNM 2019*. 759-764.

Taufan A, dkk, (2020). Studi Exsperimental Dan Modal Matematika Pengeringan Kelor (*Moringa Oleifera*) Dengan Emat Tipe Pengering. Jurnal Riset Teknologi Industri. 14(2): 341-352

# LAMPIRAN PENELITIAN

Pengambilan Data Hari Pertama Dengan Menggunakan *Kondensor* AC 1 Pk

| waktu | T Kondensor | V kondensor | T pipa | Temperatur Ruang Pengering | | | | Berat/Kadar Air | | | | (Rh) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | rak 1 | rak 2 | rak 3 | rak 4 | rak 1 | rak 2 | rak 3 | rak 4 | |
| 10:00 | 33,6 $^0$C | 5.8 m/s | 32,0 $^0$C | 31,0 $^0$C | 30,4 $^0$C | 31,0 $^0$C | 31,3 $^0$C | 100 g | 100 g | 100 g | 100 g | 90.40 % |
| 11:00 | 33,8 $^0$C | 5.8 m/s | 32,1 $^0$C | 31,0 $^0$C | 31,0 $^0$C | 31,4 $^0$C | 31,5 $^0$C | 85 g | 85 g | 85 g | 85 g | 83.90 % |
| 12:00 | 41,7 $^0$C | 5.8 m/s | 40,2 $^0$C | 31,2 $^0$C | 31,1 $^0$C | 31,4 $^0$C | 31,7 $^0$C | 70 g | 70 g | 70 g | 70 g | 82.10 % |
| 13:00 | 35,9 $^0$C | 5.8 m/s | 33,9 $^0$C | 32,1 $^0$C | 31,2 $^0$C | 31,6 $^0$C | 31,8 $^0$C | 65 g | 65 g | 65 g | 65 g | 80.90 % |
| 14:00 | 33,1 $^0$C | 5.8 m/s | 31,8 $^0$C | 31,0 $^0$C | 30,9 $^0$C | 31,0 $^0$C | 31,1 $^0$C | 60 g | 60 g | 60 g | 60 g | 76.30 % |
| 15:00 | 42,1 $^0$C | 5.8 m/s | 40,7 $^0$C | 31,4 $^0$C | 31,2 $^0$C | 31,2 $^0$C | 31,3 $^0$C | 55 g | 55 g | 55 g | 55 g | 74.90 % |
| 16:00 | 35,5 $^0$C | 5.8 m/s | 33,5 $^0$C | 31,2 $^0$C | 31,3 $^0$C | 31,2 $^0$C | 31,0 $^0$C | 51 g | 51 g | 51 g | 51 g | 70.40 % |
| 17:00 | 33,5 $^0$C | 5.8 m/s | 31,9 $^0$C | 31,3 $^0$C | 31,2 $^0$C | 31,3 $^0$C | 31,2 $^0$C | 47 g | 47 g | 47 g | 47 g | 68.80 % |

Pengambilan Data Hari Kedua Dengan Menggunakan *Kondensor* AC ½ Pk

| waktu | T Kondensor | V kondensor | T pipa | Temperatur Ruang Pengering | | | | Berat/Kadar Air | | | | (Rh) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | rak 1 | rak 2 | rak 3 | rak 4 | rak 1 | rak 2 | rak 3 | rak 4 | |
| 10:00 | 37,0 $^0$C | 4.0 m/s | 35,8 $^0$C | 30,7 $^0$C | 30,4 $^0$C | 31,0 $^0$C | 31,3 $^0$C | 100 g | 100 g | 100 g | 100 g | 82.60 % |
| 11:00 | 35,1 $^0$C | 4.0 m/s | 33,9 $^0$C | 30,8 $^0$C | 30,3 $^0$C | 30,9 $^0$C | 31,1 $^0$C | 85 g | 85 g | 85 g | 85 g | 81.60 % |
| 12:00 | 35,9 $^0$C | 4.0 m/s | 34,2 $^0$C | 30,7 $^0$C | 30,2 $^0$C | 30,7 $^0$C | 31,1 $^0$C | 75 g | 75 g | 75 g | 75 g | 79.70 % |
| 13:00 | 41,1 $^0$C | 4.0 m/s | 39,9 $^0$C | 30,8 $^0$C | 30,4 $^0$C | 31,1 $^0$C | 31,2 $^0$C | 70 g | 70 g | 70 g | 70 g | 76.50 % |
| 14:00 | 41,0 $^0$C | 4.0 m/s | 39,8 $^0$C | 31,0 $^0$C | 31,1 $^0$C | 31,5 $^0$C | 31,3 $^0$C | 65 g | 65 g | 65 g | 65 g | 74.60 % |
| 15:00 | 35,1 $^0$C | 4.0 m/s | 33,7 $^0$C | 31,0 $^0$C | 31,2 $^0$C | 31,3 $^0$C | 31,5 $^0$C | 60 g | 60 g | 60 g | 60 g | 70.90 % |
| 16:00 | 35,5 $^0$C | 4.0 m/s | 33,5 $^0$C | 31,1 $^0$C | 31,1 $^0$C | 31,3 $^0$C | 31,4 $^0$C | 55 g | 55 g | 55 g | 55 g | 68.70 % |
| 17:00 | 34,0 $^0$C | 4.0 m/s | 32,9 $^0$C | 31,1 $^0$C | 31,3 $^0$C | 31,0 $^0$C | 31,1 $^0$C | 50 g | 50 g | 50 g | 50 g | 67.00 % |

**DOKUMENTASI**

Gambar 1. Proses Pembuatan Alat

Gambar 2. Proses Pemasangan Alat pengering pada *kondensor* AC

Gambar 3. proses pengambilan data

Gamar 4. sampel penelitian