PERBANDINGAN UNJUK KERJA ALAT PENGERING *SOLAR COLLECTOR* DENGAN *PHASA CHANGE MATERIAL* DAN TANPA *PHASA CHANGE MATERIAL* (PCM)

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

IRFATURREZI
NIM :1705903010026

Bidang Studi : Teknik Konversi Energi

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TEUKU UMAR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK KONVERSI ENERGI
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

LEMBARAN PENGESAHAN BIDANG

Tugas Akhir ini dengan judul "Perbandingan Unjuk Kerja Alat Pengering *Solar Collector* dengan *Phasa Change Material* dan Tanpa *Phasa Change Material* (PCM) ", disusun oleh:

Nama	: Irfaturrezi
NIM	: 1705903010026
Bidang Studi	: Teknik Konversi Energi
Program Studi	: Teknik Mesin

Telah disetujui untuk diseminarkan pada tanggal 31 Maret 2022 dan dinyatakan LULUS serta dapat melanjutkan pada Sidang Tugas Akhir, guna memenuhi sebagian dari syarat-syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Progam Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.

Alue Peunyareng, 14 Maret 2022

Disetujui, Pembimbing	Mengetahui Ketua Program Studi,
Maidi Saputra, ST, MT NIP. 198105072015141002	Maidi Saputra, ST., MT NIP. 198105072015141002

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

LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini dengan judul "Perbandingan Unjuk Kerja Alat Pengering *Solar Collector* dengan *Phasa Change Material* dan Tanpa *Phasa Change Material* (PCM)", disusun oleh:

Nama	: Irfaturrezi
NIM	: 1705903010026
Bidang Studi	: Teknik Konversi Energi
Program Studi	: Teknik Mesin

Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 09 Juni 2022, guna memenuhi sebagian dari syarat-syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Progam Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar.

Alue Peunyareng, 09 Juni 2022

Disetujui Pembimbing,	Mengetahui Ketua Program Studi,
Maidi Saputra, ST,, MT NIP. 198105072015141002	Maidi Saputra, ST., MT NIP. 198105072015141002

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

LEMBARAN PENGESAHAN PROGRAM STUDI

Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan di depan 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 09 Juni 2022

Nama	: Irfaturrezi
NIM	: 1705903010026
Bidang Studi	: Teknik Konversi Energi
Program Studi	: Teknik Mesin
Judul	: Perbandingan Unjuk Kerja Alat Pengering *Solar Collector* dengan *Phasa Change Material* dan Tanpa *Phasa Change Material* (PCM).

Alue Peunyareng, 09 Juni 2022
Disetujui oleh:

1. Maidi Saputra, ST., MT .....
   NIDN. 198105072015141002 (Pembimbing I)
2. Dr. Pribadyo, ST., MT .....
   NIDN. 0118067401 (Penguji I)
3. Herri Darsan. ST., MT .....
   NIP. 198507272019031011 (Penguji II)

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Maidi Saputra, ST., M
NIP. 198105072015141002

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TEUKU UMAR
FAKULTASTEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
Meulaboh, Aceh Barat 23615, PO BOX 59
Laman: www.utu.ac.id, email: teknikmesin@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 09 Juni 2022

Nama	: Irfaturrezi
NIM	: 1705903010026
Bidang Studi	: Teknik Konversi Energi
Program Studi	: Teknik Mesin
Judul	: Perbandingan Unjuk Kerja Alat Pengering *Solar Collector* dengan *Phasa Change Material* dan Tanpa *Phasa Change Material* (PCM).

.

Alue Peunyareng, 09 Juni 2022

Mengetahui,	Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik	Ketua Program Studi,
Dr. Ir. M. Isya, MT	Maidi Saputra, ST., MT
NIP. 196204111989031002	NIP. 198105072015141002

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Segala puji hanya bagi Allah Ta'ala semata. Shalawat dan salam semoga selalu dilimpahkan kepada Nabi Muhammad ﷺ, juga kepada keluarga dan para Sahabat beliau.Mu'adz bin Jabal Radhiallahu 'anhu berkata, " Pelajarilah ilmu, karena mempelajarinya karena Allah adalah rasa takut, mencarinya adalah ibadah, mengingatnya dalah tasbih, mengkajinya adalah jihad, mengajarkan kepada orang orang yang tidak mengetahuinya adalah sedekah dan memberikan kepada orang yang berhak adalah sebuah pendekatan diri kepada Allah."

Kupersembahkan karya sederhana ini hanya untuk orang paling tangguh yaitu cinta pertamaku sekaligus orang paling sabar di dunia ini Ayahanda dan wanita paling cantik yang menjadi matahariku Ibunda tercinta

SYAMSUMAR IRJAR dan HUSNIAR

Begitu agung do'a dan harapanmu dalam mengiringi langkahku.Tetesan keringatmu adalah cambuk keberhasilanku, kata dan do'a yang tak terhenti terucap menjadi permata yang senantiasa mengiringi asahku. Dengan apa aku membalas segalanya kecil untuk dibandingkan.

Dosen Pembimbimbing Tugas Akhirku...
Bapak Maidi Saputra, ST., MT selaku dosen pembimbing tugas akhir saya, terimakasih banyak..

Seluruh Dosen Pengajar di Fakultas Teknik
Terima kasih banyak untuk semua ilmu dan didikannya dan pengalaman yang sangat berarti yang telah kalian berikah kepada ku...

Terimaksih kuucapkan kepada Nelia Safitri, Fajri Irfandi, S.T, Hani Muslim, S.T, Riandi, S.T dan Imam Ari Wahyudi, Ariza, Rudi Andika dan Okta Fianda
Tanpa kalian mungkin masa-masa kuliah saya akan menjadi biasa-biasa saja, maaf jika saya banyak salah dengan maaf yang tidak terucap. Terimakasih untuk support dan luar biasa, sampai saya menyelesaikan skripsi ini.

Sampai Allah SWT berkata " waktunya pulang"
Hanya sebuah karya kecil dan untaian kata-kata ini yang dapat Kupersembahkan kepada kalian semua, Terimakasih beribu terimakasih kuucapkan. Atas segala kekhilafan salah dan kekuranganku, kerendahkan hati serta diri menjabat tangan meminta beribu-ribu kata maaf tercurah.
Skripsi ini Kupersembahkan

Meulaboh 22 Juni 2022

Irfaturrezi, S.T

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Irfaturrezi
Tempat/Tanggal Lahir	: Desa Cot Bak-U, 20 April 1999
NIM	: 1705903010026
Alamat	: Desa Cot Bak-U, Kec. Lembah Sabil, Kab. Aceh Barat Daya

Dengan ini menyatakan sesungguhnya bahwa di dalam Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan tidak terdapat bagian atau satu kesatuan 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 plagiasi.

Sepanjang pengetahuansaya juga tidak terdapat reproduksi karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain yang dijadikan seolah-olah karya asli saya sendiri.

Apabila ternyata dalam skripsi saya terdapat bagian-bagian yang memenuhi unsur plagiasi, maka saya menyatakan kesediaan untuk dibatalkan sebahagian atau seluruh hak gelar sarjana saya.Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Meulaboh, 22 Juni 2022
Saya yang membuat pernyataan,

IRFATURREZI, S.T
NIM. 1705903010026

Perbandingan Unjuk Kerja Alat Pengering *Solar collector* Dengan *Phasa Change Material* Dan Tanpa *Phasa Change Material* (PCM)

IRFATURREZI
1705903010026
Jurusaan Teknik Mesin,Universitas Teuku Umar
Email : rilfatur1999@gmail.com

ABSTRAK

Phase Change Material (PCM) adalah zat dengan panas fusi yang tinggi, yang dapat meleleh dan membeku pada suhu tertentu, dan mempunyai kemampuan menyimpan maupun melepaskan sejumlah energi yang cukup besar dalam jangka waktu yang cukup lama tanpa perubahan temperatur. Oleh karena itu, diperlukan suatu penelitian Perbandingan Unjuk Kerja Alat Pengering *Solar collector* Dengan *Phasa Change Material* Dan Tanpa *Phasa Change Material* (PCM). Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui perbandingan unjuk kerja alat pengering solar collector dengan *phase change material* dan tanpa *phasa change material* (pcm). Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu metode kuantitatif, teknik pengumpulan data, prosedur pengujian. Jadi untuk hasil pengeringan daun kelor dan daging ikan tongkol menggunakan PCM, Massa awal adalah daun kelor sebelum dikeringkan 1760 gram, setelah pengeringan Massa akhir adalah 249 gram, jadi jumlah penurunannya adalah 1.511 gram dengan mengunakan PCM, Berat bahan pcm adalah 5002 gram. Sedangkan daging ikan tongkol Massa awal sebelum di keringkan adalah 487.5 gram, setelah dikeringkan Massa akhir adalah 365.5 gram, Jadi jumlah penurunannya adalah 122 gram. Dengan menggunakan bahan pcm dengan beratnya 1006 gram.

Kata kunci *: Solar collector, phase chenge material (PCM),* daun kelor, daging ikan tongkol.

Comparison Of Performance Of Solar Collector Dryer With Phase Change Material And Without Phase Change Material (PCM)

IRFATURREZI
1705903010026
Department of Mechanical Engineering, Teuku Umar University
Email : rilfatur1999@gmail.com

ABSTRACT

Phase Change Material (PCM) is a substance with a high heat of fusion, which can melt and freeze at a certain temperature, and has the ability to store or release a large amount of energy over a long period of time without changing the temperature. Therefore, we need a comparative study of the performance of the solar collector dryer with phase change material and without phase change material (PCM). This study aims to determine the comparison of the performance of the solar collector dryer with phase change material and without phase change material (pcm). The research methods carried out in this study are quantitative methods, data collection techniques, testing procedures. So for the results of drying Moringa leaves and tuna meat using PCM, the initial mass is Moringa leaves before drying 1760 grams, after drying the final mass is 249 grams, so the total reduction is 1.511 grams using PCM, the weight of the PCM material is 5002 grams. While tuna meat, the initial mass before drying was 487.5 grams, after drying the final mass was 365.5 grams, so the total decrease was 122 grams. By using pcm material with a weight of 1006 grams.

Keywords: Solar collector, phase chenge material (PCM), moringa leaves, tuna meat.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat melaksanakan danmenyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar.

Shalawat dan salam kepada Junjungan Alam Nabi Besar Muhammad Sallallahu 'Alaihi Wasallam, keluarga dan sahabat Rasulullah beserta para 'alim ulama yang telah membawa umat manusia dari alam kegelapan kealam yang berilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan pada saat ini.

Maksud dan tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu syarat mahasiswa untuk menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Strata Satu (S1) di Universitas Teuku Umar kabupaten Aceh Barat provinsi Aceh. Pada penulisan ini, penulis mengkaji dan melakukan penelitian dengan judul "**Perbandingan Unjuk Kerja Alat Pengering Solar Collector Dengan Phasa Change Material Dan Tanpa Phasa Change Material (PCM)".** Selama pelaksanakan dan penyusunan penulisan tugas akhir ini, berbagai hambatan dan kendala selalu penulis hadapi. Akan tetapi atas berkat izin Allah SWT dan berkat bimbingan, bantuan serta dorongan dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat melalui hambatan yang dihadapi hingga akhirnya penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan. Pada kesempatan ini, Penulis

mengucapkan banyak terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua penulis yang selalu mendoakan dan memberi dukungan kepada penulis dan menafkahi lahir batin serta mendidik anak satu-satunya ini dari kecil hingga sampai saat ini dengan penuh ketabahan dan keikhlasan.
2. Segenap keluarga besar penulis yang telah mendoakan, menyemangati dan membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. M. Isya, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar
4. Bapak Maidi Saputra, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik universitas Teuku Umar sekaligus dosen Pembimbing Akademik penulis yang telah mengarahkan penulis dari awal perkuliahan hingga menyelesaikan studi.
5. Bapak Maidi Saputra, ST., MT selaku dosen Pembimbing Tugas Akhir penulis dan sekaligus sebagai dosen Pembimbing Akademik penulis yang telah mengarahkan penulis dari awal perkuliahan hingga menyelesaikan studi.
6. Bapak Dr. Pribadyo, S.T,. MT selaku dosen penguji I penulis yang telah memberibanyak masukan, arahan dan semangat memotivasi penulis.
7. Bapak HerriDarsan, ST., MT selaku dosen penguji II penulis yang telah memberi banyak masukan, arahan dan semangat memotivasi penulis.
8. Seluruh dosen Fakultas Teknik khususnya prodi Teknik Mesin yang telah memberikan ilmunya selama di dunia perkuliahan jenjang S1 di

Universitas Teuku Umar.

9. Fajri Irvandi dan Hanif Muslim selaku rekan penelitian penulis yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan penelitian penulis.
10. Teman-teman se-Universitas Teuku Umar khususnya kepada teman-teman seangkatan Fakultas Teknik Prodi Teknik Mesin yang telah mendukung dan selalu menyemangati penulis. Semoga kita semua dapat menyelesaikan studi kita bersama-sama.

Penulis juga menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan. Oleh sebab itu, saran dan masukan dari semua pihak selalu penulis harapkan guna menyempurnaan penelitian tugas akhir ini.

Semoga penelitian tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi penulisdan bagi siapa saja yang membacanya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alue Penyareng, 22 Juni 2022

IRFATURREZI
NIM: 1705903010026

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN BIDANG ..... **i**
LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR ..... **ii**
LEMBARAN PENGESAHAN PROGRAM STUDI ..... **iii**
LEMBARAN PENGESAHAN FAKULTAS ..... **iv**
PERSEMBAHAN ..... **v**
PERNYATAAN ORIGINALITAS ..... **vi**
ABSTRAK ..... **vii**
ABSTRACT ..... **viii**
KATA PENGANTAR ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **xii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**
DAFTAR TABEL ..... **xv**
DAFTAR SINGKATAN ..... **xvi**

BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.5 Manfaat penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 *Phase Change Material* (PCM) 5
2.2. Aplikasi *Phase Change material* (PCM) 6
2.3 *Phase Change material* (PCM) Hidrat Garam 6
2.4 Sistem Pengeringan 8
2.5 Proses Pengeringan daging Ikan Tongkol 8
2.6 Proses Pengeringan Daun Kelor 10
2.7 Kadar Air 12
2.8 Teori Perpindahan Panas (*Heat Transfer*) 12
2.8.1 Perpindahan Panas Secara Konduksi 12
2.8.2 Perpindahan Panas Secara Konveksi 13
2.8.3 Perpindahan Panas Secara Radiasi Matahari 15
2.9 Komponen-Kompenen Alat Pengering 15
2.9.1 Kolektor Plat 15

2.10 Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Pengeringan 17
2.11 Klasifikasi Kolektor Surya 18
2.12 Keungulan Alat Pengering solar collector 18
2.13 Kekurangan Alat pengering *Solar collector* 18

BAB III METODE PENELITIAN 19
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian 19
3.2 Metode Penelitian 19
3.2.1 Metode Kuantitatif 20
3.3 Teknik Pengumpulan Data 20
3.3.1 Studi literatur 20
3.3.2 Studi lapangan 20
3.4 Alat Dan Bahan 21
3.4.1 Alat 21
3.4.2 Bahan 23
3.5 Prosedur pengujian 25
3.6 Diagram Alir 26

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 27
4.1 Hasil Pengujian 27
4.1.1 Hasil Pengeringan Daun Kelor Tidak Menggunakan PCM 27
4.1.2 Hasil Pengujian Daun Kelor Menggunakan Phasa Change Material (PCM) 29
4.1.3 Hasil Pengujian Daging Ikan Tongkol Tidak Menggunakan PCM 32
4.1.4 Hasil Pengujian Daging Ikan Tongkol menggunakan PCM 34

BAB V PENUTUP 37
5.1 Kesimpulan 37
5.2 Saran 37

DAFTAR PUSTAKA 38
LAMPIRAN 41
BIODATA PENULIS 44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 *Phase Change material* (PCM) Hidrat Garam 7

Gambar 2. 2 Daging IkanTongkol..... 9

Gambar 2. 3 Daun Kelor 11

Gambar 2. 4 Perpindahan Panas Konduksi Melaui Sebuah Plat..... 13

Gambar 2. 5 Konveksi Paksa Dan Konveksi Alamiah..... 14

Gambar 2. 6 Proses Perpindahan Radiasi..... 15

Gambar 2. 7 Kolektor Surya Pelat Datar Sederhana 16

Gambar 3. 1 Lokasi Tempat Penelitian yang akan dilaksanakan 19

Gambar 3. 2 Alat pengering *solar collector*..... 21

Gambar 3. 3 *Thelmocouple* 22

Gambar 3. 4 Anemometer 22

Gambar 3. 5 proses pengeringan daun kelor 23

Gambar 3. 6 Proses Pengeringan daging ikan tongkol..... 24

Gambar 3. 7 wadah pcm di *solar collector* 24

Gambar 3. 8 Diagram Alir Penelitian..... 26

Gambar 4. 1 Grafik temperatur *solar collector* ruang pengering tidak menggunakan pcm, pada daun kelor 1 kali pengujian untuk tiap rak 29

Gambar 4. 2 Grafik temperatur *solar collector* ruang pengering menggunakan pcm, pada daun kelor 1 kali pengujian untuk tiap rak 31

Gambar 4. 3 Grafik Peneltian daging ikan tongkol tidak menggunakan pcm 33

Gambar 4. 4 Grafik Peneltian daging ikan tongkol menggunakan pcm 35

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Temperatur massa daun kelor yang akan di uji tidak menggunakan PCM 28

Tabel 4.2 Pengukuran temperatur *solar collector* ruang pengering tidak menggunakan pcm, pada daun kelor 1 kali pengujian untuk tiap rak 28

Tabel 4.3 Temperatur massa daun kelor yang akan di uji menggunakan PCM 30

Tabel 4.4 Pengukuran temperatur solar collector ruang pengering tidak menggunakan pcm, pada daun kelor 1 kali pengujian untuk tiap rak 31

Tabel 4.5 Pengukuran temperatur solar collector ruang pengering, ikan daging tongkol tidak menggunakan pcm, pada 1 kali pengujian untuk tiap rak 33

Tabel 4.6 Pengukuran temperatur solar collector ruang pengering, ikan daging tongkol menggunakan pcm, pada 1 kali pengujian untuk tiap rak 35

DAFTAR SINGKATAN

PCM = Phase Change Material

PCMS = Phase Change Material Hidrat Garam

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Selama ini masyarakat Aceh Barat melakukan pengeringan daun kelor dan daging ikan tongkol menggunakan sumber sinar matahari tanpa adanya suatu alat pengering yang dapat digunakan untuk menjaga kualitas daun kelor yang dihasilkan (Moulana *et al.*, 2019). Oleh karena itu, diperlukan suatu penelitian yang mengkaji tentang kualitas daun kelor dan daging ikan tongkol yang diperoleh dari pengeringan dengan menggunakan alat pengering solar collector dengan pcm pada sudut optimal.

Akbar sutarya putra, dkk (2021) melakukan penelitian tentang pengaruh kondisi pengeringan dengan kelembaban dan suhu rendah terhadap penyusutan temulawak. Salah satu metode pengawetan bahan ialah dengan cara pengeringan. Pengeringan adalah salah satu proses pengolahan pasca panen hasil pertanian. Tujuan dasar pengeringan adalah untuk mengurangi kadar air bahan secara termal sampai ke tingkat tertentu, dimana kerusakan akibat mikroba dan reaksi kimia dapat diminimalisasi, sehingga kualitas produk keringnya dapat dipertahankan. Agar mencapai kadar air sesuai yang dipersyaratkan yaitu di bawah 10%.

Faizal maya Saputra (2010) Sistem pengeringan kolektor surya dengan media singkong tipe satu laluan dengan perubahan variasi cerobong pengering tanpa variasi kemiringan sudut kolektor surya.

Ekadewi A. Handoyo et.al (2006) mendesain dan mengujian sistem pengering ikan bertenaga surya. Dalam penelitian ini pengujian dilakukan pada

model yang berkapasitas 250 gram. Penelitian ini menggunakan kolektor plat datar dan udara bergerak sebagai fluida kerja dialirkan secara paksa melalui plat kolektor oleh fan agar temperaturnya mencapai 70°C yang selanjutnya dialirkan ke ruang pengering. hasil dari pengujian alat menyatakan kadar air menurun dari 60% menjadi 38% dengan suhu yang dihasilkan 54°C.

Hal ini menyebabkan pengeringan tetap merupakan masalah besar bagi rakyat yang masih mengandalkan cara pengeringan tradisional dengan cara penjemuran langsung.

Maka penelitian ini meneruskan penelitian sebelumnya, Ekadewi A. Handoyo et.al (2006) yang mendesain dan menguji sistem pengering ikan bertenaga surya. Dimana ruang pengering yang dibuat hanya untuk kapasitas 250 gram dan terdiri dari satu tempat pengeringan. Alat pengering energi surya tipe rak adalah salah satu contoh pemanfaatan energi surya yang sangat berguna, namun belum begitu banyak digunakan oleh masyarakat. Dengan menggunakan alat pengering surya tipe ini kita dapat mengeringkan hasil perikanan dan perkebunan tanpa menggunakan bahan bakar fosil yang semakin lama jumlahnya mulai terbatas karena proses pembentukannya yang membutuhkan waktu lama. Alat pengering tipe rak ini mempunyai prinsip kerja 2 dengan menyerap sinar matahari atau ditampung melalui kolektor, kemudian panas yang dihasilkan dari kolektor dibawa oleh sistem aliran udara menuju keruang pengering yang terdiri dari rak-rak.

Dari uraian di atas penulis melakukan penelitian dengan judul "**Perbandingan Unjuk Kerja Alat Pengering *Solar collector* Dengan *Phasa***

***Change Material* Dan Tanpa *Phasa Change Material* (PCM)".** Untuk penelitian ini penulis mengkaji kemampuan seberapa besarkah tingkat keefektifan alat pengering tipe rak *solar colector* dengan pcm dibandingkan dengan pengeringan tanpa pcm yang menggunakan energi matahari, sebagai sumber energinya dengan menggunakan solar kolektor dan material PCM untuk penyerapan panas dan penyimpan panas, dalam kasus pengeringan daun kelor dan daging ikan tongkol.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka masalah dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan unjuk kerja alat pengering *solar collector* dengan *phasa change material* dan tanpa *phasa change material* (pcm)?
2. Bagaimana temperatur yang dapat dicapai kolektor surya plat datar tanpa PCM dan dengan PCM pada alat pengering kolektor surya plat datar dengan PCM ?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah sebelumnya maka batasan masalah ini yaitu:

1. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan pada pengeringan daging ikan tongkol dan daun kelor dengan sumber panas energi Matahari dan pcm.
2. Tidak membahas masalah jenis-jenis daging ikan tongkol dan daun kelor.
3. Tidak membahas udara keluar, kelembapan udara, temperatur kaca, kerucut,besi hollow

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui perbandingan unjuk kerja alat pengering solar collector dengan *phase change material* dan tanpa *phasa change material* (pcm).
2. Mengetahui temperatur yang dapat dicapai kolektor surya plat datar tanpa PCM dan dengan PCM pada alat pengering kolektor surya plat datar dengan PCM

1.5 Manfaat penelitian

Berikut manfaaat dari penelitian ini adalah:

1. Pengembangan alat pengering yang dapat menghatar laju pengeringan
2. Pengembangan alat pengering menggunakan *phase change material* (PCM)
3. Menjadi referensi bagi masyarakat tentang jenis-jenis dan pengunaan alat pengering.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Phase Change Material* (PCM)

Phase Change Material (PCM) adalah zat dengan panas fusi yang tinggi, yang dapat meleleh dan membeku pada suhu tertentu, dan mempunyai kemampuan menyimpan maupun melepaskan sejumlah energi yang cukup besar dalam jangka waktu yang cukup lama tanpa perubahan temperatur. Panas diserap atau dilepaskan saat material berubah dari padat menjadi cair (berubah fasa) dan sebaliknya. PCM diklasifikasikan sebagai penyimpan panas laten (LHS). Durasi penyimpanan panas laten pada solar kolektor plat datar menunjukkan peningkatan, ini berarti pelepasan panas dapat ditunda untuk jangka waktu tertentu, sehingga memberikan panas kedalam ruang pengering yang mencukupi pada saat intetitas matahari tidak mencukupi. PCM dapat melepas panas lebih 4-5 kali setiap satuan volume dibandingkan bahan penyimpan energi konvensional seperti air atau batu. Untuk memperoleh efesiensi solar kolektor plat datar tergantung pada intentitas radiasi matahari dan suhu yang di simpan PCM (Izhar, 2019).

Phase Change Material PCM merupakan suatu material beruba fasa dari padat ke cair dan dari cair ke padat. PCM berdungsi untuk menyimpan energi matahari yang di kumpul oleh plat kolektor dan PCM akana bekerja apabila energi panas matahari yang di kumpul oleh kolektor plat mulai berkurang PCM akan melepas energi yang di simpan. Kemampuan penyimpanan energi dari material

PCM tergantung dari banyak (kg) yang di gunakan. Material PCM yang di pilih ialah hidrat garam (Umar, 2020).

2.2. Aplikasi *Phase Change material* (PCM)

Secara umum aplikasi PCM dapat di bagi menajadi 2 (dua) kelompok utama yaitu perlindungan panas dan penyimpan panas. Perbedaan kedua aplikasi tersebut berkaitan dengan konduktivitas panas dari bahan. Dalam beberapa hal perlindungan panas dibutuhkam nilai konduktivitas panas rendah, sedangkan pada sistem penyimpanan nilai tersebut dapat menimbulkan masalah karena dapat mengeluarkan energi yang memadai tetapi tidak mempunyai kapasitas yang memadai untuk membuang energi secara cepat. Pemilihan PCM untuk kolektor surya menggunakan hidrat garam sebagai penyimpan panas.

2.3 *Phase Change material* (PCM) Hidrat Garam

Hidrat garam dapat dilihat sebagai campuran garam anorganik dengan membuat Kristal tertentu dari formula umum AB.nH2O. perubahan bentuk padat-cair dari hidrat garam merupakan sebuah proses dehidrasi dari hidrasi garam dengan mol air yang sangat kecil. Adapun bentuk dari hidrat garam dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini

Gambar 2. 1 *Phase Change material* (PCM) Hidrat Garam

(Sumber: Penelitian 2022)

Pada titik lelehnya, Kristal-kristal hidrat terpecah menjadi garam anhidrat dan air atau ke dalam hidrat yang lebih rendah dan air. Hidarat-hidrat garam merupakan jenis PCMs paling penting banyak diperlajari pada sistem penyimpanan energi. Sifat-sifat yang paling menonjol dari PCMs jenis ini adalah: panas peleburan laten per-satuan volume tinggi, konduktivitas panas relatif tinggi (hampir dua kali paraffin) dan perubahan volume selama meleleh kecil. PCMs jenis ini juga tidak terlalu korosif, kompatibel dengan plastik hanya beberapa jenis yang beracun. Banyak jenis hidrat garam yang harganya tidak terlalu mahal untuk digunakan sebagai penyimpan panas.

Garam hidrat merupakan salah satu jenis PCM inorganik yang terdiri dari campuran air dan garam, yang mana keduanya berkombinasi membentuk Kristal-kristal *matriks* pada saat mengalami pembekuan. Garam hidrat merupakan jenis PCM lain. Salah satu kelebihan garam hidrat yaitu persediaannya yang melimpah sehingga mudah didapatkan. Selain itu, garam hidrat memiliki nilai ekonomi yang rendah sehingga terjangkau oleh sesama kalangan. Dari segi termofisiknya garam hidrat memiliki nilai panas leten yang tinggi sehingga dapat menyerap panas lebih

banyak tanpa mengalami perubahan temperatur. Tidak hanya itu, garam hidrat juga mengalami proses perubahan phasa yang cepat sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama pada proses penyerapan dan pelepasan panas. Hal ini disebabkan karena garam hidrat memiliki nilai konduktivitas *thermal* yang tinggi

2.4 Sistem Pengeringan

Pengeringan merupakan salah satu proses pasca panen yang umum dilakukan pada berbagai produk pertanian yang ditujukan untuk menurunkan kadar air sampai pada tingkat yang aman untuk penyimpanan atau proses lainnya. Hampir seluruh pengeringan pada produk pertanian dilakukan dengan proses termal dan dapat dikembangkan penerapan pengering surya efek rumah kaca dalam sebuah unit pengolahan kecil untuk berbagai komoditas pertanian dan perikanan *(Syaiful dan Hargono, 2009).*

Proses pengeringan termal umumnya dilakukan dengan cara pemanfaatan atau pembangkitan panas baik dari energi surya maupun energi panas Matahari, energi biomassa dan energi lainnya melalui sebuah aparatus. Pemanfaatan energi tersebut juga dapat dilakukan dengan teknik kombinasi *(hybrid)* untuk memperoleh kinerja yang optimal dan efisien. Demikian pula sistem pengeringan yang akan didesain merupakan kombinasi dari energi panas Matahari (Gede Widayana, 2012).

2.5 Proses Pengeringan daging Ikan Tongkol

Pengeringan daging ikan tongkol adalah pengurangan sejumlah air irisan ikan yang di potong-potong sama rata ukurannya, dapat diambil sebagian atau

seluruhnya sehingga air didalam daging ikan basah mencapai jumlah tertentu yang diinginkan (Perikanan dan Ilmu Kelautan -Pusat Kajian Mitigasi Bencana dan Rehabilitasi Pesisir, 2017).

Kadar air pada daging ikan tongkol dapat ditentukan berdasarkan basis basah dan basis kering. Basis basa pada daging ikan tongkol adalah persen massa air yang terkandung pada komoditi dibandingkan terhadap massa seluruh, yaitu massa bahan kering ditambah massa air yang terkandung

Gambar 2. 2 Daging Ikan Tongkol
(Sumber Penelitian)

$$Ka = \frac{Ba}{(Ba \quad + \quad Bk)} \text{ x } 100\% \quad \text{.....} (2.1)$$

Keterangan:

Ka = kadar air basis basah (%)

Ba = massa air dalam bahan (gram)

Bk = massa bahan kering mutlak (gram)

Laju massas air yang dikeringkan menggunakan perhitungan :

$$W_a = \frac{M_0 \quad M_1}{W} \quad \text{.....} (2.2)$$

Keterangan:

W_a = Laju massa air yang dikeringkan (gram/menit)

M_0 = Massa air dalam bahan (gram)

M_1 = Massa bahan produk kering (gram)

Laju pengeringan rata-rata dapat ditulis dengan persamaan :

$$\frac{M_0}{W} = \frac{\text{pengurangan massa air (gram)}}{\text{waktu pengeringan (menit)}} \quad \text{.....(2.3)}$$

2.6 Proses Pengeringan Daun Kelor

Pengeringan daun kelor adalah pengurangan sejumlah air dari bahan daun kelor yang akan dikeringankan., dalam arti penting dapat kita ambil batang daun kelor kemudian daun dan batang akan dipisahkan dan yang di ambil hanya daun kelornya saja. Sehingga air didalam daun kelor basah mencapai jumlah tertentu yang di inginkan (Novitasari and Riono, 2021).

Kadar air dapat ditentukan berdasarkan basis basah dan basis kering. Basis basah adalah persen massa air yang terkandung pada komoditi dibandingkan terhadap massa seluruh, yaitu massa bahan kering ditambah massa air yang terkandung. Pengeringan adalah proses pengeluaran kadar air untuk memperoleh kadar air yang aman kadar air harus di bawah 10% dan suhu pengeringan antara 30°C sampai 50°C.

Gambar 2. 3 Daun Kelor
(Sumber Penelitian)

$$Ka = \frac{Ba}{(Ba \quad + \quad Bk)} \text{ x } 100\% \quad \text{.....(2.4)}$$

Keteranganerangan:

Ka = kadar air basis basah (%)

Ba = massa air dalam bahan (gram)

Bk = massa bahan kering mutlak (gram)

Laju massas air yang dikeringkan menggunakan perhitungan :

$$\mathrm{W}_a = \frac{\mathrm{M}_0 \quad \mathrm{M}_1}{\mathrm{W}} \quad \text{.....(2.5)}$$

Keteranganerangan:

W_a = Laju massa air yang dikeringkan (gram/menit)

M_0 = Massa air dalam bahan (gram)

M_1 = Massa bahan produk kering (gram)

Laju pengeringan rata-rata dapat ditulis dengan persamaan :

$$\frac{\mathrm{M}_0}{\mathrm{W}} = \frac{\text{pengurangan massa air (gram)}}{\text{waktu pengeringan (menit)}} \quad \text{.....(2.6)}$$

2.7 Kadar Air

Pengeringan daun kelor dan daging ikan tongkol adalah pengurangan sejumlah air dari kelor dan daging ikan tongkol, dalam arti kata dapat diambil sebagian atau seluruhnya sehingga air di dalam kelor dan daging ikan tongkol mencapai jumlah tertentu yang diinginkan. Kadar air bahan dapat ditentukan berdasarkan bobot basah dan bobot kering. Kedua cara ini memungkinkan untuk penghitung kadar air dalam proses pengeringan.

2.8 Teori Perpindahan Panas (*Heat Transfer*)

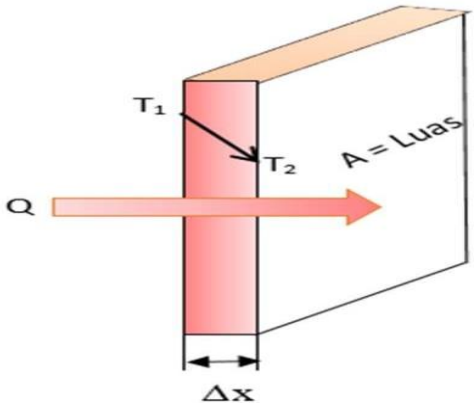
Perpindaahan panas merupakan suatu benda Keteranganika dilakukan pemanasan. Panas akan berpindah dari suatu titik pemanasan awal ke titik benda yang dipanaskan hal ini terjadi karena adanya perbedaan temperatur dari suatu titik ke titik yang lain (SOPHYAN, 2016). Dimana kalor akan berpindah dari media yang bertemperatur tinggi ke media yang bertemperatur rendah.

2.8.1 Perpindahan Panas Secara Konduksi

Keteranganika sebuah tongkat logam digunakan untuk mengatur kayu di perapian, atau sebuah sendok perak diletakkan ke dalam semangkuk sop, dan apabila kita panaskan ujung sebuah tongkat logam sambil memegang ujungnya yang lain, beberapa saat 16 kemudian ujung yang kita pegang akan menjadi panas juga, walaupun tidak bersentuhan langsung dengan sumber panas (Sophyan, 2016).

Hal ini berarti bahwa kalor dapat merambat melalui batang logam tanpa ada bagian-bagian logam yang pindah bersama kalor itu. Kita katakan bahwa kalor dialirkan dari ujung yang panas ke ujung yang lain. Perpindahan kalor secara

kontak langsung tersebut yang terjadi dari suhu yang lebih tinggi ke suhu yang lebih rendah dikenal dengan konduksi. Logam seperti besi, aluminium, tembaga, dan lainnya merupakan konduktor yang baik (Giancoli, 2001)



Gambar 2. 4 Perpindahan Panas Konduksi Melaui Sebuah Plat

(Sumber penelitian)

$$Q_c = -K\,A\left(\frac{dT}{dx}\right) \quad \text{.....(2.7)}$$

Keterangan

Q_c = Laju perpindahan panas (watt)

K = Konduktivitas termal $\left(\frac{\mathrm{w}}{\mathrm{m}}.\mathrm{k}\right)$

A = Luas penampang yang terletak pada aliran panas (m^2)

$\left(\frac{dT}{dx}\right)$ = Gradien temperatur dalam aliran panas (k/m)

2.8.2 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 (Syukri and Suyitno, 2022). Sementara konduksi melibatkan molekul (elektron) yang hanya bergerak dalam jarak yang kecil dan bertumbukan,

konveksi melibatkan pergerakan molekul dalam jarak yang besar (sangadah and Kartawidjaja, 2020). 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. Arus zat alir yang terjadi karena konveksi disebut arus konveksi. Zat cair maupun gas umumnya bukan merupakan penghantar kalor yang sangat baik, namun dapat mentransfer kalor cukup cepat dengan konveksi. Proses pentransferan kalor adalah melalui pergerakan molekul dari satu tempat ke tempat yang lain (Giancoli, 2001)

$$Q_h = h.A.\Delta T \quad \text{.....} (2.8)$$

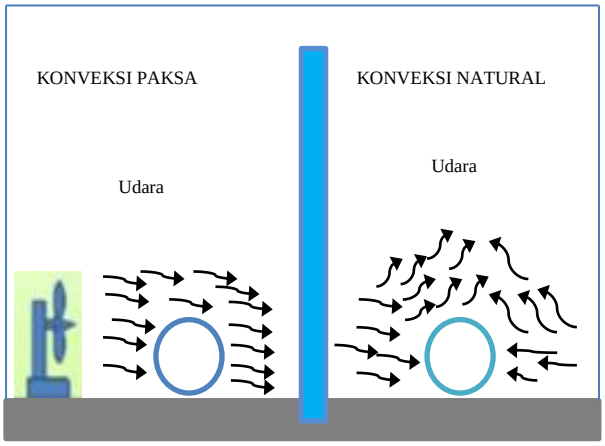
Keterangan:

h = koefisien konveksi (W/m².K)

A = luas permukaan panas (m²)

ΔT = perbedaan temperatur (K)

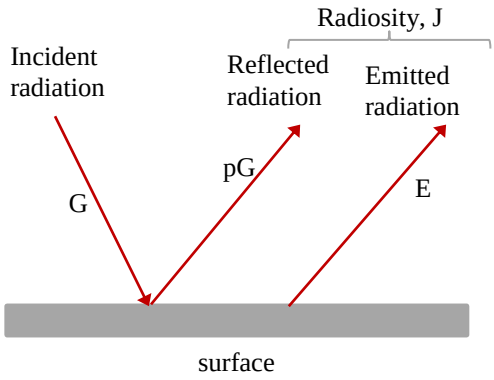
Q_h = laju perpindahan panas (Watt)



Gambar 2. 5 Konveksi Paksa Dan Konveksi Alamiah

2.8.3 Perpindahan Panas Secara Radiasi Matahari

Radiasi berbeda dengan mekanisme perpindahan panas secara konduksi dan konveksi. Perpindahan panas secara radiasi tidak membutuhkan suatu material sebagai media perantara perpindahan panas. Faktanya energi yang ditransfer dengan radiasi adalah yang tercepat (secapat kecepatan cahaya) dan dapat terjadi pada ruangan vakum. Perpindahan panas secara konduksi dan konveksi terjadi dari temperatur yang tinggi ke temperatur yang lebih rendah. Pada radiasi, perpindahan panas dapat terjadi pada 2 benda yang memiliki temperatur yang tinggi yang di pisahkan oleh benda yang memiliki temperatur yang rendah (Irawati, Huda and Kurniawan, 2019).



Gambar 2. 6 Proses Perpindahan Radiasi

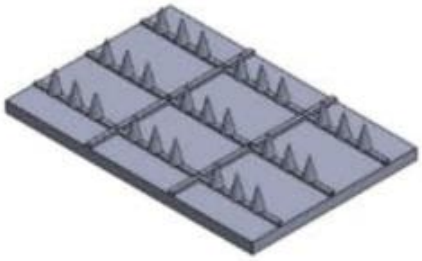
2.9 Komponen-Kompenen Alat Pengering

Beberapa komponen pada alat pengering adalah sebagai berikut :

2.9.1 Kolektor Plat

Kolektor berfungsi untuk meneyerap sinar matahari yang dikumpul kaca transparan, dimana sinar matahari yang diserap kolektor akan di konversi menjadi energi panas(Jusman, 2011). Energi panas dari sinar matahari yang diserap

kolektor akan menuju kedalam ruang pengering secara alamiah untuk mengeringkan bahan. Bahan yang digunakan untuk membuat kolektor dari plat seng berukuran panjang 120 cm x lebar 50 cm.



Gambar 2. 7 Kolektor Surya Pelat Datar Sederhana

Kolektor surya plat datar memiliki komponen-komponen utama yaitu :

a. Frame berfungsi sebagai struktur pembentuk dan penahan beban kolektor
b. Kaca transparan berfungsi untuk mengumpul energi matahari menuju plat
c. Plat absorber berfungsi untuk menyerap panas dari radiasi cahaya matahari
d. Besi hollow berfungsi sebagai tempat krucut dan material PCM, untuk menahan PCM pada sudut kemiringan tertentu
e. Timah krucut berfungsi untuk membantu penyerapan panas pada absorber yang transmisi utamanya energi yang diserap masuk dan dikonversikan untuk disimpan PCM
f. Kanal berfungsi sebagai saluran transmisi fluida kerja
g. Isolator (tripleks) berfungsi meminimalisasi kehilangan panas secara konduksi dari absorber menuju ruang pengering

Dalam kasus plat kolektor surya sebagai perangkap terbaik untuk radiasi matahari adalah permukaan yang di cat hitam (Rickyanto and Tazi, 2012). Pada permukaan ini radiasi diserap dan konversi dari energi cahaya menjadi energi panas. Desain penting yang perlu dipertimbangkan pada kolektor surya adalah meminimalkan kehilangan panas pada kolektor. Untuk keperluan ini biasanya digunakan penutup kaca transparan yang dapat dilalui oleh radiasi surya dan dapat mengurangi konduksi dan konveksi panas yang hilang dengan mempertahankan lapisan udara panas di atas plat kolektor dan juga mengurangi kehilangan panas radiasi kembali dari plat kolektor. Berkurangnnya panas yang hilang dari sebuah plat kolektor surya berarti pula peningkatan efesiensi. Peningkatan efesiensi dari kolektor surya ditentukan oleh penutup transparan. Penutup transparan ideal mempunyai permukaan yang transparan terhadap radiasi matahari yang menipanya, dan memanatulkan radiasi panjang gelombang besar kembali ke permukaan kolektor di mana akan diserap kembali (Erlina & Tazi, 2009).

2.10 Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Pengeringan

Prinsip pengeringan biasanya akan melibatkan dua kerjadian yaitu :

1. Panas harus diberikan pada bahan yang akan dikeringkan
2. Air harus dikeluarkan dari dalam bahan.

Dua fenomena ini menyangkut perpindahan panas ke dalam perpindahan massa keluar. Perpindahan massa adalah memindahkan air keluar dari bahan.

Factor-faktor yang mempengaruhi dalam kecepatan pengeringan adalah :

a. Luas permukaan *solar collector*
b. Perbedaan suhu sekitar

c. Kecepatan aliran uadara

d. Tekanan udara

e. Kelembaban udara

2.11 Klasifikasi Kolektor Surya

Berdasarkan dimensi, geometri dan penyerapannya kolektor surya diberdakan menjadi tiga, yaitu :

1. Kolektor surya pelat datar (*Flat-Pelate Collectors*)
2. *Concentrating Collectors*
3. Kolektor surya jenis *Evacuated Receiver*

2.12 Keungulan Alat Pengering solar collector

1. Bahan lebih tahan lama disimpan
2. Tidak menggunakan listrik
3. Biaya pembuatan nya murah
4. Waktu pengering nya cepat

2.13 Kekurangan Alat pengering *Solar collector*

1. Solar collector harus di pindahkan apabila matahari telah berpindah dari arah timur ke barat
2. temperatur solar collector tergantung pada cahaya matahari

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini di lakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Teuku Umar. Pelaksanan penelitian ini dilakukan dalam jangka waktu selama 3 (tiga) bulan, di mulai dari tanggal 18 November 2021 sampai dengan tanggal 18 Januari 2022.

Gambar 3. 1 Lokasi Tempat Penelitian yang akan dilaksanakan
Sumber: Google Maps, 2022

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian adalah suatu aktivitas yang bermanfaat bagi peneliti yang bisa mencapai tujuan serta mencapai penemuan-penemuan fenomena yang akan di ajuka,. dan dari fenomena tersebut penelitian dapat menentukan pada judul dalam sebuah ivestigasi. Maka dalam penelitian ini metode yang di ambil yaitu metode kuantitatif.

3.2.1 Metode Kuantitatif

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode kuantitatif yaitu menganalisa data yang meliputi data temperatur dalam ruang pengering, dan tingkat penurunan kadar air, serta waktu yang di butuhkan untuk mengeringkan daun kelor dan daging ikan tongkol.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik Pengumpulan data yaitu sebuah metode yang di lakukan oleh seorang peneliti agar bisa mengmpulkan data dan informasi yang bertujuan dan akan berguna sebagai fakta pendukung dalam memaparkan penelitian ini. Maka peneliti memutuskan memilih teknik pengambilan data nya melalui studi literatur.

3.3.1 Studi literatur

Studi literatur adalah studi yang di lakukan untuk mepelajari teori-teori yang bersangkutan dengan penelitian, teori-teori yang mendasari masalah dan bidang yang akan di teliti dapat ditemukan dengan melakukan studi kepustakaan. Sumber literatur di peroleh melalui buku-buku, jurnal dan penulisan tugas akhir yang telah di lakukan oleh peneliti terdahulu.

3.3.2 Studi lapangan

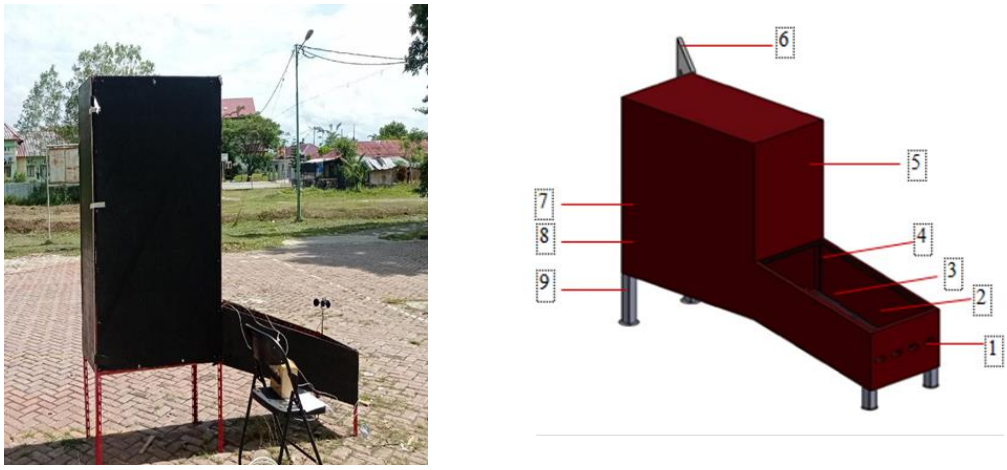
Studi lapangan adalah mengamati secara langsung dilokasi penelitian yang dilandasi pengatahuan untuk mengali dan mengumpulkan data serta melakukan pengolahan dan informasi hasil penelitian yang di peroleh untuk memecahkan masalah yang nantinya akan di tuangkan dalam sebuah laporan penelitian

3.4 Alat Dan Bahan

Dalam penelitian ini alat dan bahan yang akan di pilih hasil musyawarah dan keputusan dari kelompok dan pembimbing, maka alat yang di pilih yaitu alat pengering *solar collector* dan bahan nya yaitu daun kelor, PCM dan daging ikan tongkol.

3.4.1 Alat

Alat uji yang di gunakan dalam penelitian ini di tunjukkan dalam gambar 3.2 berikut



Gambar 3. 2 Alat pengering *solar collector*

Keterangan Gambar

1. Saluran udara masuk
2. Kaca transparan
3. Wadah PCM
4. Kolektor/Plat absorber
5. Rak-rak bertingkat
6. Pintu alat pengering
7. Ruang pengering
8. Dinding keseluruhan (tripleks)
9. Kerangka alat alat pengering

3.4.1.1 *Thelmocouple*

Digunakan untuk pengukuran suhu atau temperatur massa alat pengering mengunakan alat *thelmocauple* yang berfungsi untuk mengetahui temperatur ruang pengering, pada rak 1, rak 2, dan rak 3 pada kolektor. Dengan cara melakukan pengukuran setiap 1 jam sekali pada 4 titik pengujian di antaranya, 3 titik pada rak 1, rak 2 dan rak 3, kemudian 1 titik pada ruang kolektor.

Gambar 3. 3 *Thelmocouple*

3.4.1.2 Anemometer

Digunakan untuk mengukur arah dan kecepatan laju udara masuk pada ruang pengering menggunakan anemometer.

Gambar 3. 4 Anemometer

3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu daun kelor, PCM dan daging ikan tongkol.

3.4.2.1 Daun kelor

Digunakan untuk membuat teh dan tepung yang prosesnya di masukkan ke dalam ruang pengering tersebut kemudian di keringkan untuk penurunan kadar air.untuk pengeringan daun kelor menggunakan pcm berat Massa yang akan dikeringkan seberat 0,598 kg (598 gram), sedangkan untuk daun kelor menggunakan pcm Massa yang akan dikeringkan seberat 1,760 kg (1760 gram), dengan berat pcm adalah 0.5020 kg (5002 gram). Setelah di timbang baru di masukkan ke rak 1, rak 2, dan rak 3, seperti pada gambar 3.5 di bawah ini.

Gambar 3. 5 proses pengeringan daun kelor

3.4.2.2 Daging Ikan Tongkol

Digunakan untuk pembuatan ikan asin dengan cara dimasukkan ke dalam ruang pengering tersebut kemudian di keringkan untuk penurunan kadar air pada daging ikan tongkol. .untuk pengeringan daging ikan tongkol tidak menggunakan pcm berat massa yang akan dikeringkan seberat 0.6405 kg (640,5 gram), sedangkan untuk daging ikan tongkol menggunakan pcm massa yang akan

dikeringkan seberat 0.4875kg (487.5) gram dengan berat pcm adalah 1.0060 kg (1006 gram). Setelah di timbang baru di masukkan ke rak 1, rak 2, dan rak 3, seperti pada gambar 3.6 di bawah ini.

Gambar 3. 6 Proses Pengeringan daging ikan tongkol

3.4.2.3 *Phase change material* PCM

Digunakan untuk menyimpan energi matahari yang di kumpul oleh pelat kolektor dan penyimpanannya tergantung dari banyak kg yang digunakan.

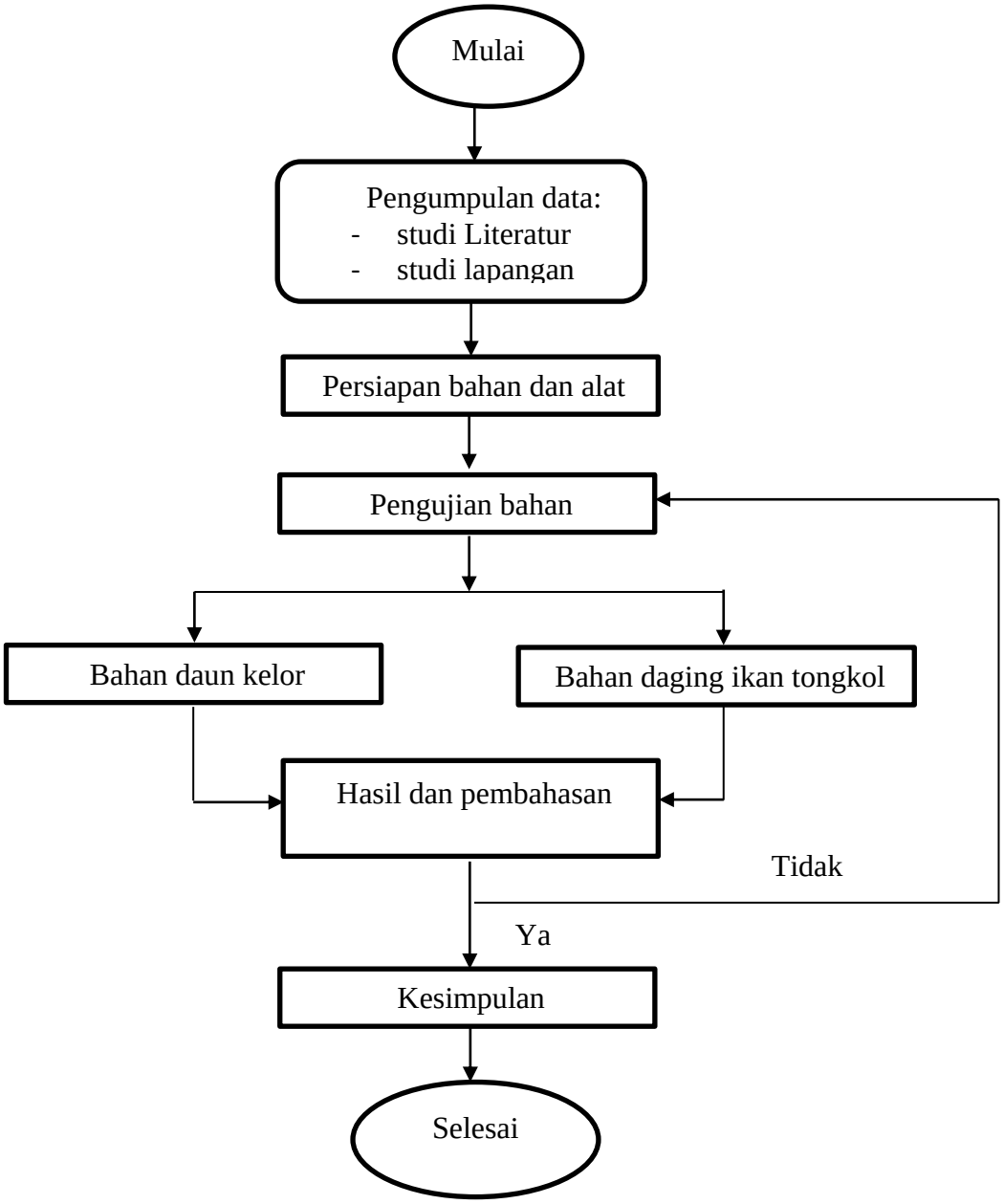
Gambar 3. 7 wadah pcm di *solar collector*

3.5 Prosedur pengujian

1. Pengumpulan bahan berupa daun kelor yang di dapat dari kebun dan daging ikan tongkol yang di beli dari pasar lalu pcm di pesan dari luar kemudian di kumpulkan.
2. Sebelumnya daun kelor yang telah di kumpulkan di pisahakan dari rantingnya kemudian baru di timbang untuk mendapatkan hasil massa awal di keringkan
3. Dan untuk daging ikan tongkol di cuci terlebih dahulu kemudian baru di potong menjadi dua bagian guna untuk mepercepat penurunan kadar air, selanjutnya di timbang untuk mendapatkan hasil massa awal yang di keringkan
4. Setelah itu di masukkan ke dalam ruang pengering untuk di keringkan selama 6 Jam, di mulai dari jam 9:00 wib pagi sampai dengan jam 15:00 wib sore.
5. Setelah itu di gunakan pcm untuk mendapatkan hasil perbandingan daun kelor dan daging ikan tongkol

3.6 Diagram Alir

Tahapan Proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut



Gambar 3. 8 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

Pada penlitian ini untuk hasil pengujiannya adalah sebagai beikut

4.1.1 Hasil Pengeringan Daun Kelor Tidak Menggunakan PCM

a. Massa yang akan dikeringkan = 0,598 kg = 598 gram

b. Massa awal (M_i) = 0,598 kg = 598 gram

c. Massa akhir (M_d) = 0.167 kg = 167 gram

d. Kadar air mula-mula:

Basis basah (Bb) = $\frac{M_i - M_d}{M_i} \times 100\% = \frac{(598 - 167)}{598} \times 100\% = 72{,}07\%$

Basis kering (Bk) = $\frac{M_i - M_d}{M_d} \times 100\% = \frac{(598 - 167)}{167} \times 100\% = 258{,}08\%$

Massa air mula-mula ($W_{air,\ awal}$) = $\frac{Bb}{100} \times m_i = \frac{72{,}07}{100} \times 598$ gram = 430,97 gram

Massa kering = massa awal – massa air mula-mula

598 gram – 430,97 gram = 167,03 gram

Kadar air akhir Basis kering = 10 % (direncanakan)

Massa air akhir ($W_{air,\ akhir}$) = basis kering x massa kering

$\frac{10}{100} \times 167{,}03$ gram = 16,703 gram.= 0,016703 kg

Tabel 4. 1 Temperatur massa daun kelor yang akan di uji tidak menggunakan PCM

Jangka Waktu	Jam (WIB)	Temperatur			
		T1	T2	T3	T4
1	09.00 – 10.00	36,7	24,3	23,9	22,7
2	10.00 – 11.00	29,5	24,6	18,9	31,7
3	11.00 – 12.00	27,9	15,8	17,2	22,1
4	12.00 – 13.00	25,1	12,7	15,5	22,0
5	13.00 - 14 .00	29,2	19,5	24,9	30,5

Keterangan

T1 : Temperature kolektor

T2 : Temperature Rak 1

T3 : Temperature Rak 2

T4 : Temperature Rak 3

Tabel 4. 2 Pengukuran temperatur *solar collector* ruang pengering tidak menggunakan pcm, pada daun kelor 1 kali pengujian untuk tiap rak

Jangka Waktu	Jam (WIB)	Temperatur		
		T2	T3	T4
1	09.00 – 10.00	24,3	23,9	22,7
2	10.00 – 11.00	24,6	18,9	31,7
3	11.00 – 12 00	15,8	17,2	22,1
4	12.00 – 13.00	12,7	15,5	22,0
5	13.00 –14.00	19,5	24,9	30,5
6	14.00 – 15.00	12,7	26,2	25,0

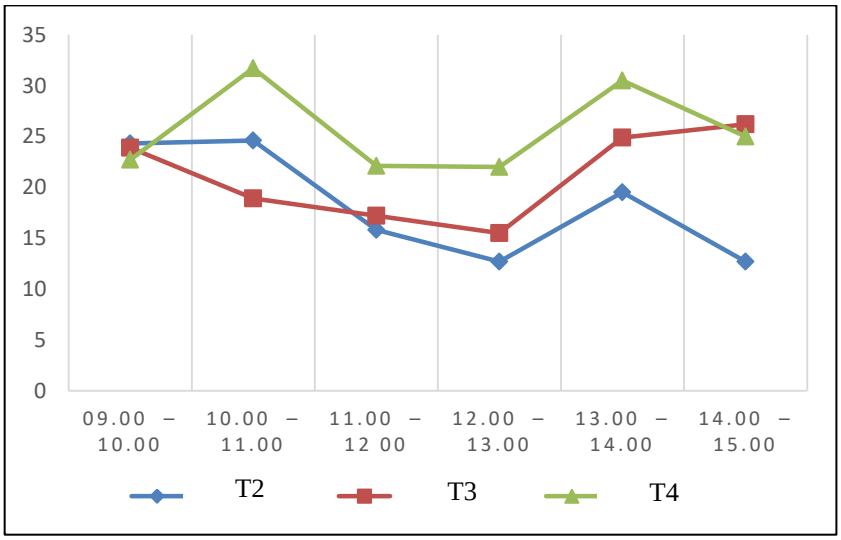
Keterangan

T2 : Temperature Rak 1

T3 : Temperature Rak 2

T4 : Temperature Rak 3

Berdasarkan tabel 4.2 Maka dapat diperoleh grafik pengukuran temperatur solar collector ruang pengering tidak menggunakan pcm, pada 1 kali pengujian untuk tiap rak



Gambar 4. 1 Grafik temperatur solar collector ruang pengering tidak menggunakan pcm, pada daun kelor 1 kali pengujian untuk tiap rak (sumber: penelitian 2022)

Berdasarkan tabel 4.2 dan grafik 4.1 di atas, hasil pengujian temperatur ruang pengering tiap rak, pada 1 kali pengujian untuk tiap rak menunjukkan bahwa suhu mulai meningkat menjadi 30˚C, pada jam 13.00-14.00 WIB. Peningkatan radiasi tersebut terjadi saat waktu menjelang siang hari dan mengalami penurunan saat menjelang sore hari. Namun dapat juga terjadi penurunan yang tidak menentu, seperti saat kondisi cuaca berawan atau mendung

4.1.2 Hasil Pengujian Daun Kelor Menggunakan Phasa Change Material (PCM)

a. Massa yang akan dikeringkan = 1,760 kg = 1760 gram
b. Massa awal (M_i) = 1,760 kg = 1760 gram
c. Berat bahan pcm = 0.5020 kg = 5002 gram

d. Massa akhir (M_d) = 0.249 kg = 249 gram

e. Kadar air mula-mula:

Basis basah (Bb) = $\frac{M_i - M_d}{M_i} \times 100\% = \frac{(1760 - 249)}{1760} \times 100\% = 85{,}85\%$

Basis kering (Bk) = $\frac{M_i - M_d}{M_d} \times 100\% = \frac{(1760 - 249)}{249} \times 100\% = 606{,}82\%$

Massa air mula-mula ($W_{air,\ awal}$) = $\frac{Bb}{100} \times m_i = \frac{85{,}85}{100} \times 1760$ gram = 1,510 gram

Massa kering = massa awal – massa air mula-mula

1760 gram – 1,510 gram = 1758,49 gram

Kadar air akhir Basis kering = 10 % (direncanakan)

Massa air akhir ($W_{air,\ akhir}$) = basis kering x massa kering

$\frac{10}{100} \times 1758{,}49$ gram = 175,84 gram.= 0,17584 kg

Tabel 4. 3 Temperatur massa daun kelor yang akan diuji menggunakan PCM

Jangka waktu	Jam (WIB)	Temperatur			
		T1	T2	T3	T4
1	09.00 – 10.00	34,9	36,5	36,3	28,0
2	10.00 – 11.00	34,4	37,1	36,1	24,3
3	11.00 – 12.00	33,4	36,7	34,7	18,5
4	12.00 – 13.00	28,3	31,5	30,6	18,5
5	13.00 - 14 .00	35,4	36,0	35,0	31,3
6	14.00 – 15.00	32,5	33,0	32,2	23,3

Keterangan

T1 : Temperature Plat

T2 : Temperature Rak 1

T3 : Temperature Rak 2

T4 : Temperature Rak 3

Tabel 4. 4 Pengukuran temperatur solar collector ruang pengering tidak menggunakan pcm, pada daun kelor 1 kali pengujian untuk tiap rak

Jangka Waktu	Jam (WIB)	Temperatur		
		T2	T3	T4
1	09.00 – 10.00	28,0	25,6	29,5
2	10.00 – 11.00	24,3	22,6	24,8
3	11.00 – 12 00	18,5	19,8	33,8
4	12.00 – 13.00	18,5	18,8	21,2
5	13.00 –14.00	31,3	34,4	35,9
6	14.00 – 15.00	23,3	33,1	25,7

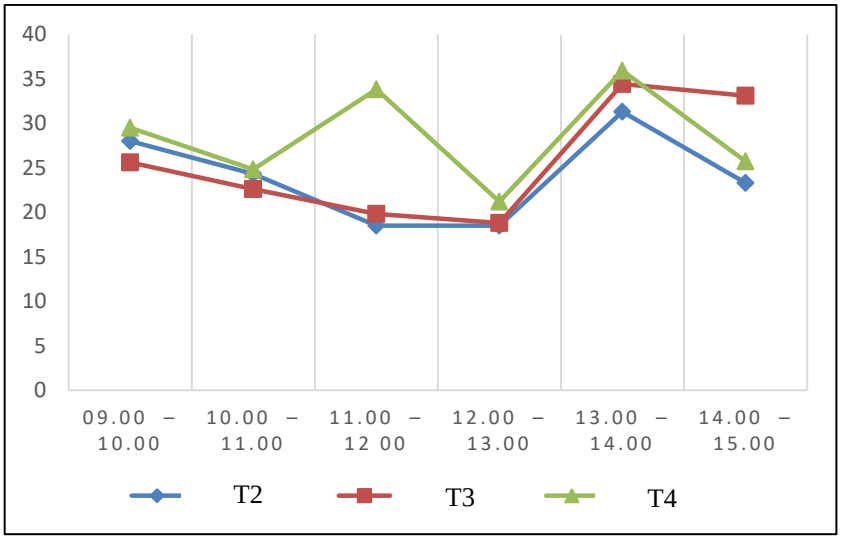
Keterangan

T2 : Temperature Rak 1

T3 : Temperature Rak 2

T4 : Temperature Rak 3

Berdasarkan tabel 4.4 Maka dapat diperoleh grafik pengukuran temperatur solar collector ruang pengering tidak menggunakan pcm, pada 1 kali pengujian untuk tiap rak



Gambar 4. 2 Grafik temperatur *solar collector* ruang pengering menggunakan pcm, pada daun kelor 1 kali pengujian untuk tiap rak
(sumber: penelitian 2022)

Berdasarkan tabel 4.3 dan grafik 4.2 di atas, hasil pengujian temperatur ruang pengering tiap rak, pada 1 kali pengujian untuk tiap rak menunjukkan bahwa suhu mulai meningkat menjadi 31,3˚C, untuk rak 1, rak 2 suhunya 34,4 ˚C dan rak 3 suhunya 35,9 ˚C meningkat pada jam 13.00-14.00 WIB. Peningkatan radiasi panas matahari dan bantuan panas pcm tersebut terjadi saat waktu menjelang siang hari dan mengalami penurunan saat menjelang sore hari. Namun dapat juga terjadi penurunan yang tidak menentu, seperti saat kondisi cuaca berawan atau mendung.

4.1.3 Hasil Pengujian Daging Ikan Tongkol Tidak Menggunakan PCM

a. Massa yang akan dikeringkan = 0.6405 kg = 649,5 gram
b. Massa awal (M_i) = 0.6405 kg = 649,5 gram
c. Massa akhir (M_d) = 0.4555 kg = 455,5 gram
d. Kadar air mula-mula:

Basis basah (Bb) = $\frac{M_i - M_d}{M_i} \times 100\% = \frac{(649,5 - 455,5)}{649,5} \times 100\% = 29,86\%$

Basis kering (Bk) = $\frac{M_i - M_d}{M_d} \times 100\% = \frac{(649,5 - 455,5)}{455,5} \times 100\% = 42,590\%$

Massa air mula-mula ($W_{air,\ awal}$) = $\frac{Bb}{100} \times m_i = \frac{29,86}{100} \times 649,5$gram = 193,9 gram

Massa kering = massa awal – massa air mula-mula

649,5 gram – 193,9gram = 455,6 gram

Kadar air akhir Basis kering = 10 % (direncanakan)

Massa air akhir ($W_{air,\ akhir}$) = basis kering x massa kering

$\frac{10}{100} \times 455,6$gram = 455,6gram.= 0,4556 kg

Tabel 4. 5 Pengukuran temperatur solar collector ruang pengering, ikan daging tongkol tidak menggunakan pcm, pada 1 kali pengujian untuk tiap rak

Jangka Waktu	Jam (WIB)	Temperatur		
		T2	T3	T4
1	09.00 – 10.00	39,4	44,8	47,1
2	10.00 – 11.00	47,1	53,2	52,1
3	11.00 – 12 00	57,6	52,2	53,9
4	12.00 – 13.00	56,9	58,2	55,2
5	13.00 –14.00	52,5	54,2	52,6
6	14.00 – 15.00	46,1	44,1	42,9

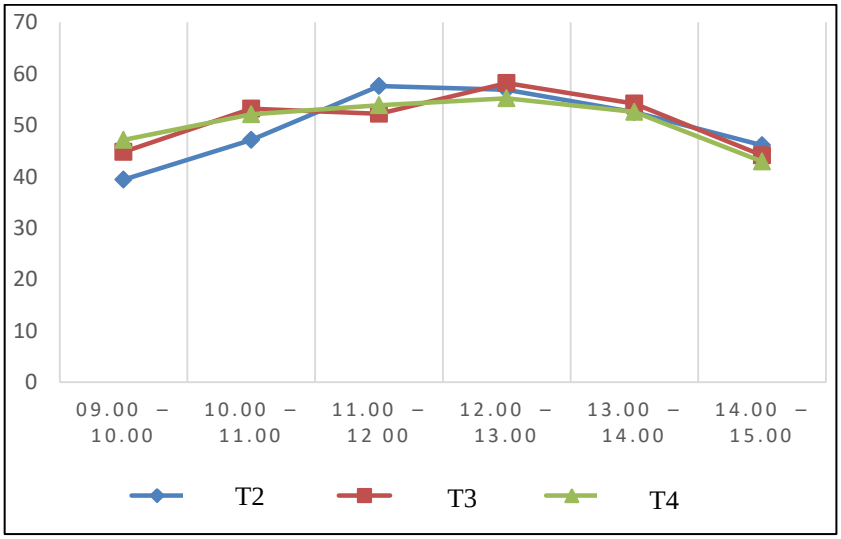
Keterangan

T2 : Temperature Rak 1

T3 : Temperature Rak 2

T4 : Temperature Rak 3

Berdasarkan tabel 4.5 Maka dapat diperoleh grafik pengukuran temperatur solar collector ruang pengering tidak menggunakan pcm, pada 1 kali pengujian untuk tiap rak



Gambar 4. 3 Grafik Peneltian daging ikan tongkol tidak menggunakan pcm (sumber: penelitian 2022)

Berdasarkan tabel 4.5 dan grafik 4.3 di atas, hasil pengujian temperatur ruang pengering tiap rak, pada 1 kali pengujian untuk tiap rak menunjukkan bahwa suhu mulai meningkat menjadi 52,5˚C untuk rak 1 rak 2 suhunya 54,2˚C, dan rak 3 suhunya 52,6˚C, pada jam 13.00-14.00 WIB. Peningkatan radiasi tersebut terjadi saat waktu menjelang siang hari, dan bantuan panas pcm pada solar collector. Namun dapat juga terjadi penurunan yang tidak menentu, seperti saat kondisi cuaca berawan atau mendung

4.1.4 Hasil Pengujian Daging Ikan Tongkol menggunakan PCM

a. Massa yang akan dikeringkan = 0.4875 kg = 487.5 gram
b. Massa awal (M_i) = 0.4875 kg = 487.5 gram
c. Massa akhir (M_d) = 0.3655kg = 365.5 gram
d. Berat Pcm = 1.0060kg = 1006 gram.
e. Kadar air mula-mula:

Basis basah (Bb) = $\frac{M_i - M_d}{M_i} \times 100\% = \frac{(487.5 - 365.5)}{487.5} \times 100\% = 25{,}025\%$

Basis kering (Bk) = $\frac{M_i - M_d}{M_d} \times 100\% = \frac{(487.5 - 365.5)}{365.5} \times 100\% = 33{,}378\%$

Massa air mula-mula ($W_{air,\ awal}$) = $\frac{Bb}{100} \times m_i = \frac{= 25{,}025}{100} \times 487.5$ gram = 121,99gram

Massa kering = massa awal – massa air mula-mula

487.5 gram – 121,99 gram = 365,51 gram

Kadar air akhir Basis kering = 10 % (direncanakan)

Massa air akhir ($W_{air,\ akhir}$) = basis kering x massa kering

$\frac{10}{100} \times 365{,}51$ gram = 36.551gram.= 0.366 kg

Tabel 4. 6 Pengukuran temperatur solar collector ruang pengering, ikan daging tongkol menggunakan pcm, pada 1 kali pengujian untuk tiap rak

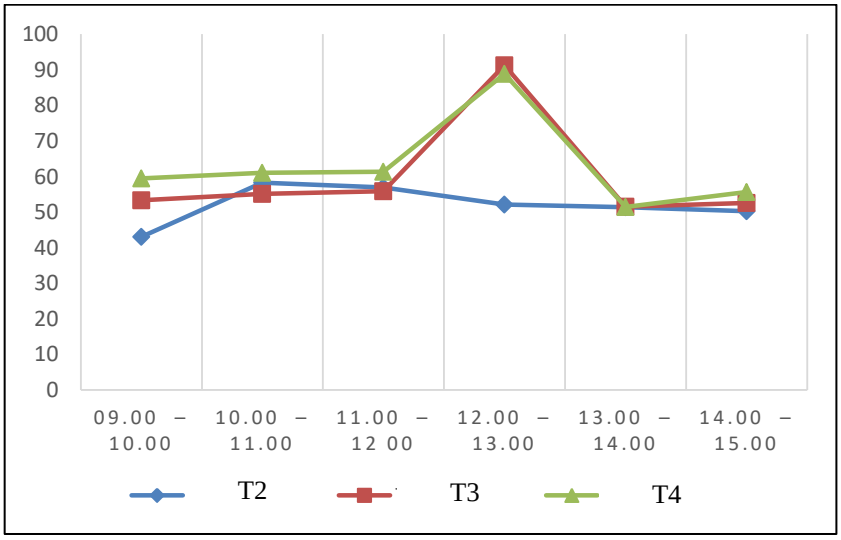
Jangka Waktu	Jam (WIB	Temperatur		
		T2	T3	T4
1	09.00 – 10.00	43,0	53,3	59,4
2	10.00 – 11.00	58,2	55,1	61,0
3	11.00 – 12 00	56,9	55,8	61,3
4	12.00 – 13.00	52,1	91,2	88,8
5	13.00 –14.00	51,3	51,5	51,4
6	14.00 – 15.00	50.2	52.5	55,6

Keterangan

T2 : Temperature Rak 1

T3 : Temperature Rak 2

T4 : Temperature Rak 3



Gambar 4. 4 Grafik Peneltian daging ikan tongkol menggunakan pcm (sumber: penelitian 2022)

Berdasarkan tabel 4.6 dan grafik 4.4 di atas, hasil pengujian temperatur ruang pengering tiap rak, pada 1 kali pengujian daging ikan tongkol untuk temperaturya lebih meningkat bandingkan pengujian tidak menggunakan pcm, dari pengujian tiap rak menunjukkan bahwa suhu mulai meningkat di siang hari 52,3˚C, untuk rak 1, rak 2 suhunya 91,2 ˚C dan rak 3 suhunya 88,8 ˚C meningkat

pada jam 12.00-13.00 WIB. Peningkatan radiasi panas matahari dan bantuan panas pcm tersebut terjadi saat waktu menjelang siang hari dan mengalami penurunan saat menjelang sore hari. Namun dapat juga terjadi penurunan yang tidak menentu, seperti saat kondisi cuaca berawan atau mendung.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian pada alat pengering *solar collector* menggunakan *phasa change material* dan tidak tidak *menggunakan phasa change material* untuk pengeringan daun kelor dan daging ikan tongkol, yaitu:

1. Untuk hasil pengeringan daun kelor tidak menggunakan PCM jumlah penurunan kadar air mencapai 72,07%. Sedangkan hasil pengeringan daun kelor menggunakan PCM jumlah penurunan kadar air mencapai 85,85%.
2. Untuk hasil pengeringan daging ikan tongkol tidak menggunakan PCM, jumlah penurunan kadar air mencapai 29,86%. Sedangkan hasil pengeringan daging ikan tongkol menggunakan PCM jumlah penurunan kadar air mencapai 42,90%

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini yaitu:

1. Dilakukan pengujian menggunakan lampu halogen sebagai pengganti energi radiasi matahari agar hasil lebih akurat dan tidak terpengaruh oleh cuaca.
2. Agar hasil pengeringan merata setiap rak perlu di lakukan rotasi poisi rak

DAFTAR PUSTAKA

Achanta, S., Okos, M.R. 2000. *Quality Changes During Drying Of Food Polymers. In: Mujumdar Arun S (Ed). Drying Technology In Agriculture And Food Science.*

Aminah, Syarifah, Dkk, 2015. *Kandungan Nutrisi Dan Sifat Fungsional Tanaman Kelor (Moringa Oleifera)*. Jurnal Buletin Pertanian Perkotaan

Arikundo, F. R., & Hazwi, M. (2014*). Rancang Bangun Prototype Kolektor Surya Tipe Pelat Datar Untuk Penghasil Panas Pada Pengering Produk Pertanian Dan Perkebunan.*

Arsy, W. F. (2015). *Studi Eksperimen Unjuk Kerja Kolektor Surya Pelat Datar Dengan Penambahan Reflektor Yang Mempunyai Variasi Sudut Kemiringan Kolektor Dan Sudut Kemiringan Reflektor*. (Studi Kasus Jurusan Teknik Mesin Its (Doctoral Dissertation, Institut Teknology Sepuluh Nopember).

Aziz, Azridjal, 2003, *Perancangan Kolektor Surya Tipe Pelat Datar Dengan Flluida Kerja Udara, Jurnal Momentum, Institut Teknologi Padang, Padang.*

Bukle, K. A. 1985. *Ilmu Pangan.* Ui-Press, Jakarta.

Burlian, F. And Firdaus, A. (2011) 'Kaji Eksperimental Alat Pengering Kerupuk Tenaga Surya Tipe Box Menggunakan Kosentrator Cermin Datar', Prosiding Seminar Nasional Avoer, Pp. 26–27.

Caturwati, N. K., Yuswardi, Y., & Nino, S. (2012). *Peningkatan Efisiensi Absorbsi Radiasi Matahari Pada Solar Water Heater Dengan Pelapisan Warna Hitam*. Jurnal Energi Dan Manufaktur.

Dipa, Domi K., Et Al. *Rancang Bangun Dan Analisis Kinerja Rumah Pengering Kopi Tipe Efek Rumah Kaca Dengan Mekanisme Konveksi Paksa*. Lontar Jurnal Teknik Mesin Undana (Ljtmu), 2021

Gede Widayana (2012) 'Pemanfaatan Energi Surya Oleh', *Jptk, Undiksha*, 9, Pp. 37–46.

Harianda, I., & Zaenuri, M. A. (2020). *Rancang Bangun Pengering Jagung Energi Surya Dengan Turbin Ventilator.*

Heldman, Dennis R. Dan R. Paul Singh. (1981). *Food Process Engineering Second Edition*. New York: Avi/ Van Nostrand Reinhold.

Irawati, E., Huda, C. And Kurniawan, W. (2019) 'Pengembangan Alat Peraga Perpindahan Kalor Secara Konduksi, Konveksi, Dan Radiasi Dalam Satu

Set Alat Berbasis Digital', *The 5th Lontar Physics Forum 2019*, Pp. 86–91. Availableat: Http://Conference.Upgris.Ac.Id/Index.Php/Lpf/Article/View/624/372.

Isnan, W., & Muin, N. (2017). *Ragam Manfaat Tanaman Kelor (Moringa Oleifera Lamk.) Bagi Masyarakat. Buletin Eboni*.

Jusman (2011) 'Pengaruh Lama Pengeringan Asam Gelugur Secara Hybrid Dengan Energy Surya Terhadap Kandungan Asam Sitrat', *Architectural Digest*, 68(3), P. 40. Doi: 10.4135/9781412973816.N115.

Kamaruddin, A. (2007). *Teknologi Berbasis Sumber Energi Terbarukan Untuk Pertanian*. Ipb Press, Bogor.

Krisnadi, A.D. 2015. Kelor Super Nutrisi. Blora. Http://Kelorina.Com/Ebook.Pdf. Diakses 10 April 2017.

Letiora, J. A., Sineke, J., & Purba, R. B. (2020). *Tingkat Kesukaan Bubuk Daun Kelor Untuk Formula Makanan Balita Stunting.*

Maulidi, Muhammad Delika (2020) *Analisa Pengaruh Waktu Terhadap Pengeringan Daun Kelor (Moringan Oleifera) Menggunakan Alat Photovoltaic Tray Dryer.*

Moulana, R. *Et Al.* (2019) 'Program Kemitraan Masyarakat Pada Usaha Pengolahan Kelor', 3(1), Pp. 79–83.

Muh. Tahir, S.Tp, M.Si, Amiruddin, S.P., M. S. (2013) Desain Dan Uji Sistem Pengeringan Serta Karakterisasi Pengeringan Komoditas Unggulan Daerah Gorontalo.

Napitupulu (2017) 'Universitas Sumatera Utara Poliklinik Universitas Sumatera Utara', Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota, 1(3), Pp. 82–91.

Novitasari, R. And Riono, Y. (2021) 'Studi Pembuatan Ampyang Dengan Varian Formulasi Tepung Daun Kelor Kering (Moringa Oleifera Lamk) Dan Tepung Ikan Rinuak Kering (Psilopsis Sp) Kering Terhadap Penerimaan Konsumen Terutama Anak-Anak Sebagai Usaha Untuk Mencegah Stunting Pada Anak', *Selodang Mayang: Jurnal Ilmiah Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Indragiri Hilir*, 7(3), Pp. 193–200. Doi: 10.47521/Selodangmayang.V7i3.222.

Paramitha, I. A. (2017) 'Tinjauan Pustaka Tinjauan Pustaka', Convention Center Di Kota Tegal, Pp. 6–37.

Perikanan Dan Ilmu Kelautan -Pusat Kajian Mitigasi Bencana Dan Rehabilitasi Pesisir, F. (2017) 'Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian Perikanan Dan Kelautan Ke-Vi'.

Perjanjian, S. And Penelitian, P. (2009) ‘Lembaga Penelitian Universitas Riau Pekanbaru Tahun 2009’, (166).

Prayitno, H. (2011) ‘Rekayasa Alat Pengering Briketerangan Bioarang Dengan Tenaga Surya.

Rickyanto And Tazi, I. (2012) ‘Pemanfaatan Reflektor Terkontrol Untuk Proses Pemercepat Pengeringan Kayu Mebeler’, *Jurnal Neutrino Vol.4,* 4(2), Pp. 128–141.

Sangadah, Khotimatus And Kartawidjaja, J. (2020) ‘Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Discovery Learning Pada Materi Kalor Di Smp’, *Orphanet Journal Of Rare Diseases*, 21(1), Pp. 1–9.

Sitompul, Y. M. L., Sugitha, I. M., & Duniaji, A. S. (2020). *Pengaruh Lama Perendaman Dalam Air Perasan Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi Linn) Dan Lama Penyimpanan Terhadap Karakteristik Ikan Tongkol (Euthynnus Affinis) Pada Suhu Ruang.*

Sophyan, N. F. (2016) *Rancang Bangun Alat Pengering Ikan Tipe Rak Menggunakan Kolektor Surya*.

Supriyono. 2003. *Mengukur Faktor-Faktor Dalam Proses Pengeringan*. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.

Syaiful, M. Dan Hargono. 2009. *Profil Suhu Pada Proses Pengeringan Produkpertanian Dengan Simulasi Computaional Fluid Dynamics (Cfd*

Syukri, F. A. And Suyitno, B. M. (2022) ‘Analisis Pengaruh Nanofluida Titanium Dioksida (Tio 2) Terhadap Kinerja Fluida Dasar Pada Perpindahan Panas Pada Alat Penukar Panas Pipa Ganda.

Taib, G., G. Said Dan S. *Wiraatmadja. 1987. Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian*. Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.

Umar, H. (2020) ‘Penggunaan Material Berubah Fasa Sebagai Penyimpanan Energi Termal Pada Bangunan Gedung’, *Jurnal Polimesin*, 18(2), Pp. 105–115. Available At:

Yang, S. And Untuk, D. (2019) ‘Study Experimental’.

LAMPIRAN

Gambar 1. Proses pemotongan besi Siku Untuk alat pengering

Gambar 2. Proses perakitan kerangka alat pengering

Gambar 3. Proses pemasangan dinding alat pengering

Gambar 4. Proses pengujian menggunakan PCM

Gambar 5. Proses pengeringan bahan

Gambar 6. Pengambilan data

BIODATA PENULIS

Irfaturrezi, Lahir pada tanggal 20 April 1999 di Cot Bak-U dari pasangan suami istri, Bapak Syamsumar Irja dan (alm) Faurizati. Penulis Telah Menempuh Pendidikan di SD Negeri 4 Lembah Sabir lulus pada tahun 2011, SMP Negeri 1 Lembah Sabir Lulus pada tahun 2014, dan SMA Negeri 2 ABDYA Lulus pada tahun 2017. Pada tahun 2017 Penulis Melanjutkan Pendidikan S1 Universitas Teuku Umar di Jurusan Teknik Mesin Bidang Teknik Konversi Energi, Fakultas Teknik, Melalui jalur SBMPTN.

Semasa Kuliah di UTU penulis juga aktif mengikuti berbagai seminar dan kuliah umum, Penulis juga tergabung dalam organisasi HMMFT-UTU sebagai Kabid Humas, dan Ketua Minat Bakat UKM Tari Teuku Umar. Alhamdulillah penulis telah menyelesaikan studi S1 Teknik Bidang Teknik Konversi Energi (TKE) sebagai bahan Tugas Akhir dengan topik **Perbandingan Unjuk Kerja Alat Pengering *Solar collector* Dengan *Phasa Change Material* Dan Tanpa *Phasa Change Material* (PCM)** dibawah bimbingan Bapak Maidi Saputra, ST., MT.

Jika Ingin Menyampaikan kritik dan saran yang bersifat membangun, penulis dapat dihubungi melalui email : rilfatur1999@gmail.com