

**SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN TANGKI *VIRGIN COCONUT OIL*  
DENGAN MEMANFAATKAN ISOLATOR  
SERBUK KAYU JATI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Strata Satu (S1) Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat*



**Oleh:**

**M. RAMADHAN KASMAN  
181000221201037**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
2022**

HALAMANAN PENGESAHAN

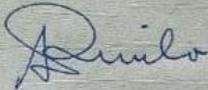
RANCANG BANGUN TANGKI PENGOLAH VIRGIN COCONUT OIL  
DENGAN MEMANFAATKAN ISOLATOR SERBUK KAYU JATI

Disusun Oleh:

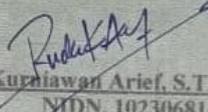
  
M. Ramadhian Kasman  
181000221201037

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I,

  
Armila, S.T., M.T.  
NIDN. 1008017404

Dosen Pembimbing II,

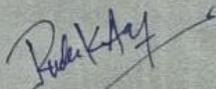
  
Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., Ph.D.  
NIDN. 1023068103

Diketahui Oleh:

Dekan Fakultas Teknik  
UM Sumatera Barat,

  
  
Masril, S.T., M.T.  
NIDN. 1005057407

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin,

  
Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., Ph.D.  
NIDN. 1023068103

## LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini sudah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 31 Agustus 2022 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukittinggi, 31 Agustus 2022  
Mahasiswa,

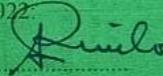


**M. Ramadhan Kasman**  
181000221201037

Disetujui Tim Penguji Skripsi Tanggal 31 Agustus 2022

1. Armila, S.T., M.T.

1.



2. Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., Ph.D.

2.



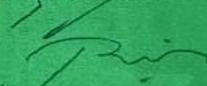
3. Muchlisinalahuddin, S.T., M.T.

3.



4. Riza Muharani, S.T., M.T.

4.



Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Mesin,



**Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., Ph.D.**  
NIDN. 1023068103

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : M. Ramadhan Kasman  
Tempat dan Tanggal Lahir : Bukittinggi, 01 Januari 2000  
NIM : 181000221201037  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Tangki Pengolah *Virgin Coconut Oil* Dengan Memanfaatkan Isolator Serbuk Kayu Jati

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 31 Agustus 2022  
Yang membuat pernyataan,



M. Ramadhan Kasman  
181000221201037

## ABSTRAK

Salah satu produk olahan dari kelapa yang banyak diminati dalam dunia kesehatan dan kecantikan yaitu *virgin coconut oil* atau dikenal dengan VCO. Setelah melakukan pengamatan pembuatan VCO secara konvensional di kalangan industri rumah tangga, penggunaan wadah plastik yang kurang higienis dan penempatan diruang terbuka dapat membuat kualitas VCO menurun. Inovasi yang dilakukan adalah membuat sebuah tangki dari *stainless steel 304* kualitas *food grade* dan pemanfaatan serbuk kayu jati sebagai isolator penghambat panas. Pada perancangan ini akan dilakukan pengamatan pada perubahan temperatur antara bahan uji kelapa dari tiga daerah Palembang, Lubuk Basung dan Pesisir Selatan dengan temperatur dalam tangki dan temperatur lingkungan, serta hasil VCO yang didapatkan. Hasil VCO tertinggi diperoleh oleh kelapa dari Palembang sebanyak 356 ml dan nilai selisih temperatur rata-rata pengujian santan menjadi krim santan sebesar  $0,617^{\circ}\text{C}$  lebih kecil daripada nilai selisih temperatur rata-rata pengujian krim santan menjadi VCO sebesar  $0,654^{\circ}\text{C}$ . Perancangan ini sebaiknya dilakukan pengujian konduktifitas termal terhadap isolator yang dibuat sehingga diketahui nilai konduktivitas termalnya dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya. Hasil VCO yang didapat dari pengujian alat perlu dilakukan analisa lebih lanjut terhadap kualitas dan mutunya, karena analisa dari perancangan ini hanya berfokus pada perubahan temperatur serta kuantitas dari VCO yang didapatkan.

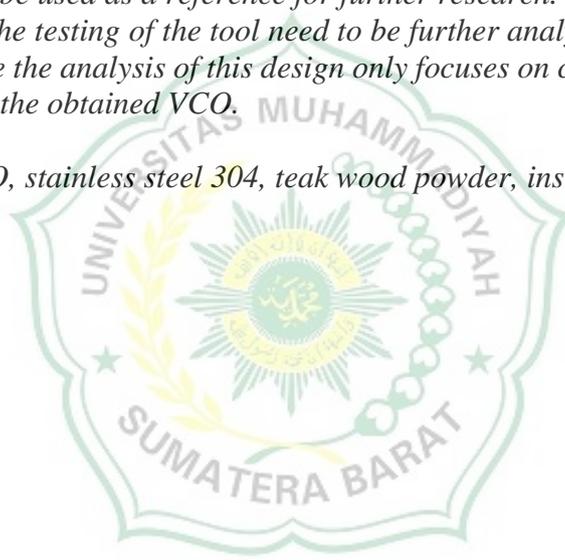
**Kata kunci:** VCO, *stainless steel 304*, serbuk kayu jati, isolator, temperatur



## ABSTRACT

*One of the processed products from coconut that is in great demand in the world of health and beauty is virgin coconut oil or known as VCO. After observing the conventional manufacture of VCO in the home industry, the use of unhygienic plastic containers and placement in open spaces can reduce the quality of VCO. The innovation is to make a tank of food grade quality 304 stainless steel and use teak wood powder as a heat insulator. In this design, observations will be made on changes in temperature between the coconut test material from the three regions of Palembang, Lubuk Basung and Pesisir Selatan with the temperature in the tank and the ambient temperature, as well as the VCO results obtained. The highest VCO results were obtained by coconut from Palembang as much as 356 ml and the value of the average temperature difference for testing coconut milk into coconut cream was 0.617oC, which was smaller than the average temperature difference for testing coconut cream into VCO of 0.654oC. In this design, it is better to test the thermal conductivity of the insulator made so that the thermal conductivity value is known and can be used as a reference for further research. The results of the VCO obtained from the testing of the tool need to be further analyzed for its quality and quantity, because the analysis of this design only focuses on changes in temperature and quantity of the obtained VCO.*

**Keywords:** *VCO, stainless steel 304, teak wood powder, insulator, temperature*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga skripsi ini dapat penulis selesaikan dengan tepat waktu. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (UM Sumatera Barat).

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan do'a dari berbagai pihak, Laporan Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis tuju kepada:

1. Bapak **Masril, S.T, M.T** selaku dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat,
2. Bapak **Rudi Kurniawan Arief, S.T, M.T, Ph.D** selaku Ketua Prodi Teknik Mesin,
3. Ibuk **Armila, S.T, M.T** selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis,
4. Bapak **Rudi Kurniawan Arief, S.T, M.T, Ph.D** selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis,
5. Dan yang paling penting terima kasih untuk diri sendiri yang sudah mampu bertahan sejauh ini,
6. Umi, Ayah, adek dan kawan-kawan serta seluruh keluarga lain yang selalu mensupport penulis sampai dititik ini,
7. Senior, sahabat dan rekan-rekan Mahasiswa jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat atas semangat, kritikan, dan masukan-masukan yang membangun.

Akhir kata penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, saran dari pembaca akan sangat

bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya. Khususnya mahasiswa teknik mesin.

Bukittinggi, 31 Agustus 2022

Penulis



## DAFTAR ISI

### Halaman

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI</b>	
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b>	
1.1   Latar Belakang .....	1
1.2   Maksud dan Tujuan .....	2
1.2.1 Maksud .....	2
1.2.2 Tujuan.....	2
1.3   Batasan Masalah .....	3
1.4   Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II     TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1   Material Tangki .....	5
2.1.1 Plat <i>Stainless Steel</i> .....	5
2.1.2 Pipa <i>Stainless Steel</i> .....	5
2.2   Material Isolator.....	6
2.2.1 Serbuk Kayu Jati .....	6
2.2.2 Resin <i>Poliester</i> .....	6
2.2.3 <i>Plywood</i> .....	7
2.3   Silikon-Akrilik.....	7
2.4   Virgin Coconut Oil (VCO) .....	7

	2.4.1 Proses Pembuatan VCO .....	9
	2.5 Teknologi Insulasi .....	11
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	12
	3.1 Diagram Alir .....	12
	3.2 Desain .....	13
	3.3 Alat dan Bahan .....	14
	3.3.1 Alat .....	14
	3.3.2 Bahan.....	16
	3.4 Pembuatan Alat.....	14
	3.4.1 Langkah Kerja .....	14
	3.5 Perakitan .....	24
	3.6 Pembuatan VCO .....	26
	3.7 Pengambilan Data.....	28
<b>BAB IV</b>	<b>DATA dan ANALISA</b> .....	29
	4.1 Data.....	29
	4.1.1 Data Tangki Pengolah VCO.....	29
	4.1.2 Data Pengujian VCO.....	30
	4.1.2.1 Pengujian Dengan Kelapa Dari Palembang	30
	4.1.2.2 Pengujian Dengan Kelapa Dari Lubuk Basung	35
	4.1.2.3 Pengujian Dengan Kelapa Dari Pesisir Selatan	40
	4.1.3 Data Pembuatan VCO Secara Konvensional .....	45
	4.2 Analisa .....	50
	4.2.1 Analisa Pembuatan VCO Menggunakan Tangki Pengolah VCO.....	50
	4.2.2 Analisa Validasi Hasil Pembuatan VCO Menggunakan Tangki Pengolah VCO Dengan Metode dan Alat Konvensional.....	52
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN dan SARAN</b> .....	55
	5.1 Kesimpulan .....	55
	5.2 Saran .....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

No Tabel	Halaman
Tabel 4.1. Spesifikasi tangki VCO.....	29
Tabel 4.2. Perubahan temperatur santan menjadi krim santan menggunakan kelapa dari Palembang setiap 30 menit .....	31
Tabel 4.3. Perubahan temperatur krim menjadi VCO menggunakan kelapa dari Palembang setiap 30 menit.....	32
Tabel 4.4. Pertambahan tinggi dan volume VCO menggunakan kelapa dari Palembang setiap 1 jam .....	34
Tabel 4.5. Perubahan temperatur santan menjadi krim santan menggunakan kelapa dari Lubuk Basung setiap 30 menit .....	36
Tabel 4.6. Perubahan temperatur krim menjadi VCO menggunakan kelapa dari Lubuk Basung setiap 30 menit.....	36
Tabel 4.7. Pertambahan tinggi dan volume VCO menggunakan kelapa dari Lubuk Basung setiap 1 jam .....	38
Tabel 4.8. Perubahan temperatur santan menjadi krim santan menggunakan kelapa dari Pesisir Selatan setiap 30 menit .....	40
Tabel 4.9. Perubahan temperatur krim menjadi VCO menggunakan kelapa dari Pesisir Selatan setiap 30 menit.....	41
Tabel 4.10. Pertambahan tinggi dan volume VCO menggunakan kelapa dari Pesisir Selatan setiap 1 jam .....	43
Tabel 4.11. Perubahan temperatur santan menjadi krim santan menggunakan metode dan alat konvensional setiap 30 menit.....	46
Tabel 4.12. Perubahan temperatur krim menjadi VCO menggunakan metode dan alat konvensional setiap 30 menit.....	47
Tabel 4.13. Pertambahan tinggi dan volume VCO menggunakan metode dan alat konvensional setiap 1 jam .....	48

## DAFTAR GAMBAR

<b>No Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian .....	12
Gambar 3.2. Gambar 3d tangki VCO.....	13
Gambar 3.3. Gambar potongan samping tangki VCO .....	13
Gambar 3.4. Mesin las argon.....	14
Gambar 3.5. Gerinda tangan.....	14
Gambar 3.6. Meteran.....	15
Gambar 3.7. Gunting baja .....	15
Gambar 3.8. Bor tangan .....	16
Gambar 3.9. Plat <i>stainless steel</i> AISI 304.....	16
Gambar 3.10. Serbuk kayu jati.....	17
Gambar 3.11. Kaca akrilik .....	17
Gambar 3.12. Resin merah.....	18
Gambar 3.13. <i>Plywood</i> .....	18
Gambar 3.14. Pipa <i>stainlees steel</i> .....	19
Gambar 3.15. (a) lem silikon,(b) kran <i>stainless steel</i> dan (c) operan kran.....	19
Gambar 3.16. Tangki <i>stainless steel</i> .....	15
Gambar 3.17. (a) Pemotongan plat <i>stainless steel</i> , (b) proses bending dan (c) hasil akhir tangki .....	21
Gambar 3.18. Isolator .....	21
Gambar 3.19. Proses pembuatan Isolator serbuk kayu jati; (a) serbuk kayu jati, (b) resin merah dan katalisator, (c) hasil akhir.....	22
Gambar 3.20. kover isolator .....	23
Gambar 3.21. Pembuatan kover isolator menggunakan <i>plywood</i> tebal 6 mm; (a) pemotongan <i>plywood</i> , (b) hasil jadi, (c) kover isolator tampak dalam.....	24
Gambar 3.22. Proses perakitan; (a) pemasangan isolator dengan kover isolator, (b) pemasangan tangki <i>stainless steel</i> dengan kover isolator, (c) finishing kover dengan pendempulan dan pengecatan, (d) hasil akhir.....	25

Gambar 3.23. Gambar 3.23. Proses pembuatan VCO; (a) mengukur kelapa, (b) pemerasan santan, (c) memasukan santan ke tangki, (d) pengukuran perubahan temperatur, (e) hasil VCO setelah 24 jam, (f) hasil VCO yang didapat setelah penyaringan.....	27
Gambar 4.1. Tangki pengolah VCO.....	30
Gambar 4.2. Grafik perubahan temperatur santan di dalam tangki selama proses menjadi krim santan, kelapa yang digunakan dari Palembang.....	31
Gambar 4.3. Grafik perubahan temperatur krim santan di dalam tangki selama proses menjadi VCO, kelapa yang digunakan dari Palembang.....	33
Gambar 4.4. Grafik pertambahan tinggi (a) dan volume (b) VCO di dalam tangki, kelapa yang digunakan dari Palembang .....	35
Gambar 4.5. Grafik perubahan temperatur santan di dalam tangki selama proses menjadi krim santan, kelapa yang digunakan dari Lubuk Basung.....	36
Gambar 4.6. Grafik perubahan temperatur krim santan di dalam tangki selama proses menjadi VCO, kelapa yang digunakan dari Lubuk Basung.....	38
Gambar 4.7. Grafik pertambahan tinggi (a) dan volume (b) VCO di dalam tangki, kelapa yang digunakan dari Lubuk Basung.....	39
Gambar 4.8. Grafik perubahan temperatur santan di dalam tangki selama proses menjadi krim santan, kelapa yang digunakan dari Pesisir Selatan.....	41
Gambar 4.9. Grafik perubahan temperatur krim santan di dalam tangki selama proses menjadi VCO, kelapa yang digunakan dari Pesisir Selatan.....	43
Gambar 4.10. Grafik pertambahan tinggi (a) dan volume (b) VCO di dalam tangki, kelapa yang digunakan dari Pesisir Selatan.....	45
Gambar 4.11. Grafik perubahan temperatur santan di dalam wadah plastik selama proses menjadi krim santan .....	46

Gambar 4.12. Grafik perubahan temperatur krim santan di dalam tangki selama proses menjadi VCO menggunakan metode dan alat konvensional..... 48

Gambar 4.13. Grafik penambahan tinggi (a) dan volume (b) VCO di dalam wadah plastik menggunakan metode dan alat konvensional.... 50

Gambar 4.14. Grafik perbandingan antara rata-rata temperatur pengujian santan menjadi krim santan dan temperatur krim santan menjadi VCO..... 51



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel Komposisi asam lemak minyak kelapa VCO
- Lampiran 2. Etiket gambar
- Lampiran 3. Pembuatan tangki
- Lampiran 4. Isolator dan kover isolator
- Lampiran 5. Perakitan isolator dan kover
- Lampiran 6. *Finishing* alat
- Lampiran 7. Pengujian
- Lampiran 8. Kartu konsultasi bimbingan skripsi



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara tropis yang terdiri dari banyak pulau sehingga memiliki sumber daya alam yang berlimpah. Indonesia juga dikenal sebagai produsen agraria terbesar di dunia dengan kualitas yang tinggi, Salah satu sumber bahan alam Indonesia yang sangat melimpah adalah kelapa. Indonesia memiliki lahan tanaman kelapa terluas di dunia yaitu sekitar 3,3746 juta hektar[1]. Oleh sebab itu, Indonesia menyandang status sebagai produsen kelapa terbesar di dunia. Produksi kelapa Indonesia pada tahun 2021 tercatat mencapai 2,8533 juta ton[2]. Kelapa memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi karena hampir semua bagian nya terpakai. Salah satu produk olahan dari kelapa yang banyak diminati dalam dunia kesehatan dan kecantikan yaitu *virgin coconut oil* atau dikenal dengan VCO.

VCO adalah minyak kelapa yang diproses dari kelapa segar tanpa pemanasan dan pemurnian kimia[3]. Dibandingkan dengan minyak kelapa yang diproses dengan pemanasan, VCO memiliki keunggulan kandungan air dan asam lemak bebas yang rendah, tidak berwarna (transparan), aroma yang kuat, dan umur simpan yang lama. Dalam perkembangannya, VCO telah dimanfaatkan sebagai bahan baku obat-obatan, kosmetika dan produk pangan[3].

Dalam produksinya terutama di industri rumah tangga, pembuatan VCO dilakukan secara konvensional. Setelah santan dibuat dari kelapa segar, santan dimasukkan ke dalam wadah plastik yang ditutup rapat kemudian dibungkus dengan beberapa helai kain tebal dan dimasukkan lagi kedalam kotak penyimpanan untuk menjaga temperatur VCO dari temperatur lingkungan. Jika diperhatikan, proses produksi VCO menggunakan wadah plastik tidak dianjurkan karena kurang baik untuk kualitas dari hasil VCO nantinya. Menurut penelitian, pemakaian plastik yang tak sesuai syarat dapat menimbulkan banyak masalah kesehatan, karena dapat memicu kanker dan kerusakan jaringan pada tubuh (karsinogenik)[4].

Pada zaman sekarang ini penggunaan isolator banyak digunakan pada berbagai peralatan baik rumah tangga atau industri dengan tujuan untuk menghambat panas yang merambat dari lingkungan ke dalam alat[5]. Hal ini perlu

dilakukan untuk menjaga kualitas dari suatu produk yang mudah terpengaruh oleh perubahan temperatur[5]. Kualitas VCO juga dipengaruhi oleh temperatur, semakin tinggi temperatur maka semakin tinggi pula kenaikan kadar asam lemak bebas pada VCO[6]. Pembungkusan dengan beberapa helai kain tebal dan memasukan ke dalam kotak penyimpanan akan memakan waktu dan tenaga karena kurang efisien.

Berdasarkan penjelasan diatas, inovasi yang dapat dilakukan yaitu membuat sebuah tangki stainless steel yang memanfaatkan isolator serbuk kayu jati. Logam stainless steel tipe 304 adalah jenis yang paling umum digunakan sebagai material dasar untuk peralatan atau perlengkapan yang berkaitan langsung dengan makanan atau pengolahan makanan[7]. Material *stainless steel* 304 memiliki ketahanan korosi yang lebih baik dibanding dengan material jenis lain[7]. Penggunaan *stainless steel* dalam industri makanan mempunyai banyak keunggulan diantaranya memiliki kontaminasi yang rendah terhadap makanan atau minuman, tahan korosi, mudah dibersihkan, mampu menahan pertumbuhan jamur dan bakteri serta memiliki sifat mekanik yang baik[8]. Serbuk kayu jati merupakan salah satu isolator yang memiliki konduktivitas termal yang baik sehingga dapat menjaga temperatur didalam tangki terhadap temperatur lingkungan[9]. Pemanfaatan limbah serbuk kayu jati disekitar yang biasanya langsung dibakar atau dibuat campuran pupuk, dapat menjadi salah satu cara untuk meningkatkan inovasi serta kreatifitas dalam kemajuan pengetahuan dan teknologi.

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

### **1.2.1 Maksud**

Penelitian ini dimaksudkan untuk merancang bangun sebuah tangki pengolah VCO dengan memanfaatkan isolator serbuk kayu jati dan melakukan pengamatan terhadap hasil VCO dari tiga daerah serta melakukan perbandingan hasil alat dengan metode dan alat konvensional yang biasa dilakukan dalam industri rumah tangga.

### **1.2.2 Tujuan**

1. Mengetahui hasil produksi VCO menggunakan tangki pengolah VCO.
2. Mengetahui perubahan-perubahan temperatur yang terjadi selama proses produksi VCO menggunakan tangki pengolah VCO.

3. Mengetahui perbandingan hasil produksi VCO dari berbagai daerah.
4. Mengetahui hasil perbandingan alat melalui validasi data antara tangki pengolah VCO dengan metode dan alat konvensional yang biasa dilakukan dalam industri rumah tangga.

### **1.3 Batasan Masalah**

Agar perancangan dan pembahasan lebih fokus terhadap tujuan, maka diberlakukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Kapasitas atau volume tangki yang dibuat sebesar 12 liter.
2. Jenis stainless steel yang akan digunakan yaitu plat *stainless steel* AISI 304 dengan ketebalan 0,5 mm.
3. Isolator dibuat dengan campuran serbuk kayu jati dan resin SHCP atau resin merah dengan perbandingan 70 : 30. Kemudian akan dibuat kover menggunakan *plywood* dengan ketebalan 6 mm.
4. Pengujian menggunakan 3 macam kelapa masak dari daerah Palembang, Lubuk Basung dan Pesisir Selatan masing-masing sebanyak 7 buah.
5. Temperatur yang diukur adalah temperatur pati santan menjadi VCO, temperatur tangki dan temperatur lingkungan.

### **1.4 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan skripsi adalah sebagai berikut:

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab I ini terdiri dari latar belakang, maksud dan tujuan, Batasan masalah dan sistematika penulisan.

#### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab II ini dibahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

#### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab III ini berisi mengenai rancangan dari penelitian yang dilakukan, metode dan langkah-langkah dalam penelitian.

#### BAB IV : DATA DAN ANALISA

Pada bab IV ini berisi tentang data hasil perbandingan temperatur dan hasil VCO yang didapatkan dari tiga macam kelapa.

#### BAB V : PENUTUP

Pada bab V ini berisi kesimpulan tentang alat dan data-data yang diperoleh, serta diberikan saran sebagai penunjang maupun pengembangan alat selanjutnya.

Daftar Pustaka

Lampiran



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Material Tangki

#### 2.1.1 Plat *Stainless Steel*

*Stainless steel* adalah paduan logam yang mengandung sekitar 30% dari kromium (Cr) dan sekitar 50% besi (Fe). Jumlah karbon dalam *stainless steel* berkisar dari 0,2% menjadi 2,14%. Sifat mekanik dan ketahanan korosi adalah kriteria utama untuk menentukan kelas dari *stainless steel*. Zat paduan lainnya seperti tembaga, nikel, aluminium, molibdenum, nitrogen, silikon dan titanium ditambahkan untuk meningkatkan sifat *stainless steel*[7]. *Stainless steel* saat ini banyak digunakan dalam kehidupan sehari – hari. Bahan ini dapat digunakan untuk berbagai bidang industri, termasuk industri makanan dan minuman[10].

Plat *stainless steel* merupakan jenis *stainless steel* yang berbentuk lembaran dengan permukaan yang rata. Dalam perancangan ini peneliti menggunakan plat *stainless steel* jenis AISI 304. *Stainless steel* AISI 304 masuk dalam kategori *food grade* merupakan *stainless steel* dengan komposisi 18/8 atau 18/10[11]. Arti kode ini menunjukkan komposisi kandungan kromium dan nikel. Kandungan kromium berfungsi untuk mengikat oksigen di permukaan SS dan melindungi bahan dari proses oksidasi yang dapat menimbulkan karat[11].

Dengan menggunakan plat *stainless steel* jenis AISI 304 pada tangki pengolah VCO, dapat membuat hasil VCO lebih terjamin kualitasnya dibanding pengolahan menggunakan wadah plastik. Dalam perancangan ini peneliti akan menggunakan plat *stainless steel* jenis AISI 304 dengan ketebalan 0,5 mm.

#### 2.1.2 Pipa *Stainless Steel*

Pipa *stainless steel* merupakan selongsong bundar yang terbuat dari *stainless steel* yang memiliki jenis, fungsi dan harga yang berbeda tiap jenisnya. Dalam perancangan ini peneliti akan menggunakan pipa *stainless steel* jenis AISI 304 dengan ukuran ½ inci. Pipa ini akan digunakan sebagai saluran keluar dari tangki yang akan terhubung dengan kran *stainless steel*.

## 2.2 Material Isolator

### 2.2.1 Serbuk Kayu Jati

Jati (*Tectona grandis L.f.*) merupakan kayu komersial bermutu tinggi yang termasuk ke dalam suku *Verbenaceae* yang berasal dari India, Myanmar, dan Thailand. Jati pertama kali ditanam di Indonesia yakni di Pulau Jawa diperkirakan pada abad kedua masehi yang dilakukan oleh para penyebar agama hindu. Jati dapat tumbuh baik pada temperatur rata-rata yang optimum berkisar 22-27°C. Pohon jati dapat mencapai tinggi 45 meter dengan panjang batang bebas cabang 15-20 meter, diameter dapat mencapai 220 cm, dengan bentuk batang tidak teratur dan beralur[12]. Manfaat kayu jati bagi manusia banyak sekali, kita sering menjumpai kayu jati di sekitar kita digunakan sebagai bahan untuk membangun rumah, seperti: pintu, jendela, atap, meja, kursi dan masih banyak lagi[13].

Serbuk kayu jati merupakan salah satu isolator yang memiliki konduktivitas termal yang baik sehingga dapat menjaga temperatur didalam tangki terhadap temperatur lingkungan[9]. Serbuk kayu jati merupakan limbah dari pemakaian kayu jati untuk perabotan dan furnitur. Serbuk kayu jati biasanya dibakar atau dimanfaatkan kembali dengan mencampurnya bahan tertentu untuk dijadikan pupuk tanaman atau papan serbuk.

### 2.2.2 Resin Poliester

Resin *Poliester* ini dibuat dengan mereaksikan dihidrik alkohol dengan asam dikarboksilat. Hasilnya dapat jenuh (*saturated*) atau tak jenuh (*unsaturated*), tergantung ada tidaknya ikatan rangkap dalam polimer liniernya. *Poliester* jenuh kebanyakan dipergunakan untuk pembuatan serat, bukan untuk perekat[14]. *Poliester* atau bisa disebut juga sebagai fiberglass merupakan salah satu variasi resin yang dijual dengan harga sangat murah. Resin *poliester* yang mengeras bisa menghasilkan permukaan yang sangat keras dan kuat. Aroma yang dihasilkan dari resin ini bisa sangat berbahaya, gunakan masker apabila sedang menggunakan *poliester*[15].

Penggunaan dari resin *poliester* tak jenuh (*unsaturated*) beragam sesuai dengan karakteristik tiap resin. Resin Upcast dengan kode 108 dan 3126 adalah resin yang paling umum dijual di pasaran dengan istilah resin bening. Resin Upcast

Bening ini biasanya digunakan sebagai bahan pelapisan tipis (*coating*) atau bisa juga sebagai bahan utama pembuatan kerajinan tangan (*handcraft*), misalnya gantungan kunci, nametext, piala dan lain sebagainya.

### **2.2.3 Plywood**

*Plywood* adalah papan material yang tersusun dari beberapa lapis kayu melalui proses perekatan dan pemampatan tekanan tinggi. Disebut juga kayu lapis karena terdiri dari kombinasi lapisan serat kayu dan kulit kayu (*venir*) dengan lapisan permukaan luar lebih kuat daripada lapisan tengah yang berfungsi untuk mereduksi pemuaian dan tekanan tekuk.

*Plywood* adalah lembaran kayu yang tipis direkatkan bersama dengan arah serat yang diatur sedemikian rupa untuk menciptakan hasil yang lebih kuat. Biasanya saling bersilangan ( $90^\circ$ ) antar lapisan yang berdekatan. Sifat dasar *plywood* tidak mudah untuk di tekuk, lebih tahan cuaca dan mudah dibentuk terutama untuk pembuatan furnitur rumah tinggal[16].

### **2.3 Silikon-Akrilik**

Akrilik secara visual mirip seperti kaca, namun akrilik ternyata memiliki beberapa sifat yang membuatnya terlihat lebih unggul dari kaca dan yang paling utama adalah kelenturannya jika dibandingkan dengan kaca. Akrilik juga tidak mudah pecah, ringan, mudah untuk dipotong, dikikir, dibor, dihaluskan maupun dicat.

Akrilik juga dapat dibentuk menjadi berbagai macam bentuk yang cukup kompleks dan salah satu metode yang paling sering digunakan adalah pembentukan secara termal. Sifat tahan pecah akrilik menjadikannya material yang ideal untuk tempat-tempat yang pecahnya material bisa berakibat fatal namun di sisi lain tetap menginginkan akses visual seperti pada jendela kapal selam[17].

### **2.4 Virgin Coconut Oil (VCO)**

Minyak kelapa murni atau bahasa ilmiahnya *virgin coconut oil* adalah minyak perawan yang berasal dari sari pati kelapa, diproses secara higienis tanpa sentuhan api secara langsung dan bahan kimia tambahan.

VCO sangat kaya dengan kandungan asam laurat (laurat acid) berkisar 50-70 %. Di dalam tubuh manusia asam laurat akan diubah menjadi monolaurin yang bersifat antivirus, antibakteri dan antiprotozoal serta asam-asam lain seperti asam kaprilat, yang didalam tubuh manusia diubah menjadi monocaprin yang bermanfaat untuk penyakit yang disebabkan oleh virus HSV-2 dan HIV-1 dan bakteri *neisseria gonorrhoeae*. Virgin Coconut Oil juga tidak membebani kerja pancreas serta dalam energi bagi penderita diabetes dan mengatasi masalah kegemukan/obesitas. Oleh karena pemanfaatannya yang cukup luas, maka dengan pembuatan minyak kelapa VCO ini dapat menjadi salah satu obat alternatif, selain itu juga dapat meningkatkan nilai ekonomi.

Dilihat dari warnanya, minyak kelapa murni jauh lebih bening seperti air mineral. Selain itu kadar air dan asam lemak bebasnya kecil, serta kandungan asam lauratnya tinggi. Minyak kelapa murni mengandung anti oksidan bebas sehingga mampu menjaga kekebalan tubuh.

Proses pembuatan minyak kelapa murni ini sama sekali tidak menggunakan zat kimia organis dan pelarut minyak. Dari proses seperti ini, rasa minyak yang dihasilkan lembut dengan bau khas kelapa yang unik. Jika minyak membeku, warna minyak kelapa ini putih murni. Sedangkan jika cair, VCO tidak berwarna (bening). Minyak kelapa murni tidak mudah tengik karena kandungan asam lemak jenuhnya tinggi sehingga proses oksidasi tidak mudah terjadi. Namun, bila kualitas VCO rendah, proses ketengikan akan berjalan lebih awal. Hal ini disebabkan oleh pengaruh oksigen, keberadaan air, dan mikroba yang akan mengurangi kandungan asam lemak yang berada dalam VCO menjadi komponen lain.

Secara fisik, VCO harus berwarna jernih. Hal ini menandakan bahwa di dalamnya tidak tercampur oleh bahan dan kotoran lain. Apabila didalamnya masih terdapat kandungan air, biasanya akan ada gumpalan berwarna putih. Keberadaan air ini akan mempercepat proses ketengikan. Selain itu, gumpalan tersebut kemungkinan juga merupakan komponen blondo yang tidak tersaring semuanya. Kontaminasi seperti ini secara langsung akan berpengaruh terhadap kualitas VCO.

Minyak kelapa VCO mempunyai banyak manfaat terutama dalam bidang kesehatan diantaranya:

1. Merupakan antibakteri, antivirus, anti jamur dan antiprotozoal alamiah.
2. Membantu meredakan gejala-gejala dan mengurangi resiko kesehatan yang dihubungkan dengan diabetes.
3. Membantu melindungi diri terhadap serangan penyakit osteoporosis.
4. Membantu mencegah tekanan darah tinggi.
5. Membantu mencegah penyakit liver.
6. Menjaga kesehatan jantung dan pembuluh darah.
7. Membantu mencegah penyakit kanker.
8. Membantu menurunkan berat badan.
9. Menjaga stamina tubuh.
10. Memelihara kesehatan kulit dan rambut.

#### **2.4.1 Proses Pembuatan VCO**

Membuat VCO tidak sesulit yang dibayangkan. Bahkan, teknologi pembuatan VCO telah dilakukan oleh nenek moyang kita secara turun-temurun. Namun, cara tradisional perlu dibenahi agar kualitas VCO yang dihasilkan lebih baik. Disamping teknologi yang diterapkan sangat sederhana, bahan baku pun tersedia melimpah di Indonesia. Oleh karenanya pembuatan VCO sangat memungkinkan untuk diterapkan oleh petani di pedesaan sekalipun[18].

Kandungan kimia yang paling utama (tinggi) dalam sebutir kelapa yaitu air, protein, dan lemak. Ketiga senyawa tersebut merupakan jenis emulsi dengan protein sebagai emulgatornya. Emulsi adalah cairan yang terbentuk dari campuran dua zat atau lebih yang sama, di mana zat yang satu terdapat dalam keadaan terpisah secara halus atau merata di dalam zat yang lain. Sementara yang dimaksud dengan emulgator adalah zat yang berfungsi untuk mempererat (memperkuat) emulsi tersebut. Dari ikatan tersebut protein akan mengikat butir-butir minyak kelapa dengan suatu lapisan tipis sehingga butir-butir minyak tidak akan bisa bergabung, demikian juga dengan air. Emulsi tersebut tidak akan pernah pecah karena masih ada tegangan maka protein air yang lebih kecil dari protein minyak. Minyak kelapa (VCO) baru bisa keluar jika ikatan emulsi tersebut dirusak. Untuk merusak emulsi

tersebut banyak sekali cara, yaitu dengan sentrifugasi, pengasaman, enzimatis, dan pancingan[18]. Masing-masing cara tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan. Namun, secara umum teknologi tersebut sangat aplikatif.

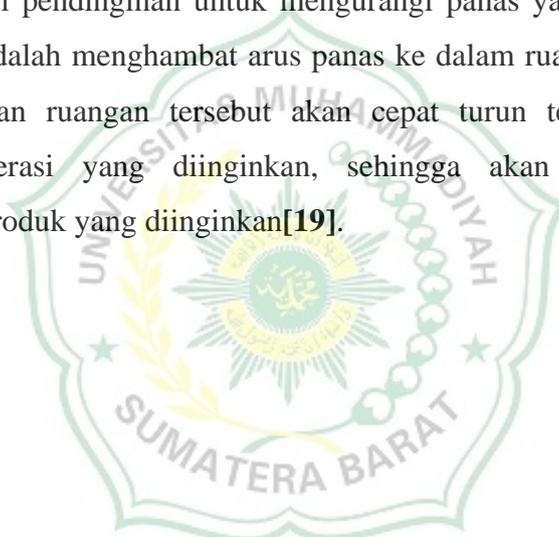
Proses pembuatan minyak kelapa VCO secara umum dapat dijelaskan [18] sebagai berikut:

1. Kelapa dikupas dengan cara memisahkan antara daging buah dengan kulit sabut dan tempurungnya, lalu airnya dibuang. Kelapa yang sudah dikupas ditempatkan di dalam satu wadah dan siap untuk diparut.
2. Kelapa diparut dan dikumpulkan dalam wadah yang cukup besar, agar hasil parutan tidak berhamburan.
3. Parutan kelapa dicampur dengan air bersih, lalu diperas. Hasil perasan kelapa ditampung di dalam toples plastik. Proses pemerasan kelapa ini dilakukan dua kali. Jadi, ampas hasil perasan pertama dicampur lagi dengan air bersih, lalu diperas dan hasil perasan disaring dan ditampung di dalam toples plastik. Proses pemerasan ini sangat penting dan harus segera dilakukan, karena jika hasil parutan kelapa terlalu lama didiamkan rasanya akan asam dan tidak bisa menghasilkan VCO.
4. Air hasil perasan yang ada di toples plastik didiamkan sekitar 3 jam, sehingga terdapat 2 lapisan lapisan atas adalah kanil (krim) dan bagian bawah adalah air (skim).
5. Setelah air terbuang, proses selanjutnya kanil (krim) dapat diolah dengan berbagai metode yaitu sentrifugasi, pancingan, pengasaman, fermentasi, dan enzimatis.
6. Selanjutnya akan terbentuk tiga lapisan. lapisan pertama berada paling bawah adalah air, lapisan kedua berada ditengah adalah blondo dan lapisan ketiga yang paling atas minyak.
7. Minyak yang berada di lapisan atas adalah minyak VCO, karena itu harus ditampung di tempat bersih dan higienis (toples plastik atau lainnya). Cara mengambil minyak dengan memasukkan selang kecil, lalu disedot dan ditampung dalam wadah yang telah disiapkan.

8. Untuk menghindari masuknya bakteri dan membuang kadar air, lakukan penyaringan. Penyaringan ini sangat penting agar selain kadar air bisa mencapai 0,015%, juga supaya minyak tidak berbau tengik.

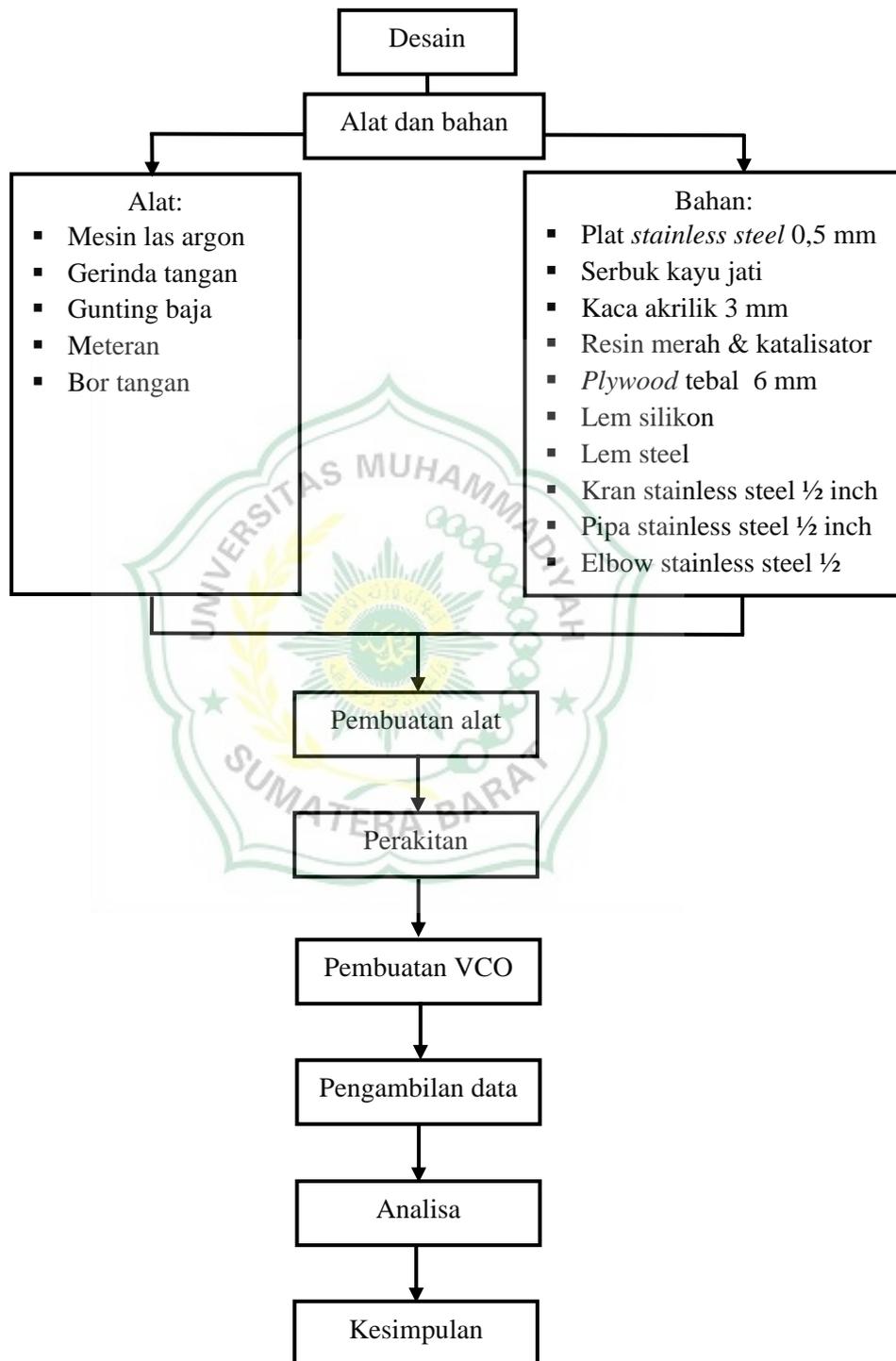
## 2.5 Teknologi Insulasi

Panas merupakan energi yang berpindah karena perbedaan suhu. Panas berpindah dari suhu yang tinggi ke suhu yang rendah. Selain suhu berubah, atau dengan kata lain berubah fasa, panas ini nantinya akan merambat pada daerah lain. Hal ini disebut sebagai perpindahan panas. Cara perpindahan panas terdiri dari konduksi, konveksi, dan radiasi. Pendinginan suatu benda tidak akan banyak berarti apabila panas tidak diupayakan untuk dicegah. Isolasi panas merupakan cara yang efisien di dalam pendinginan untuk mengurangi panas yang akan kembali. Jadi fungsi isolasi adalah menghambat arus panas ke dalam ruangan yang diinginkan, dengan demikian ruangan tersebut akan cepat turun temperaturnya ke arah temperatur operasi yang diinginkan, sehingga akan lebih efisien usaha penyimpanan produk yang diinginkan[19].



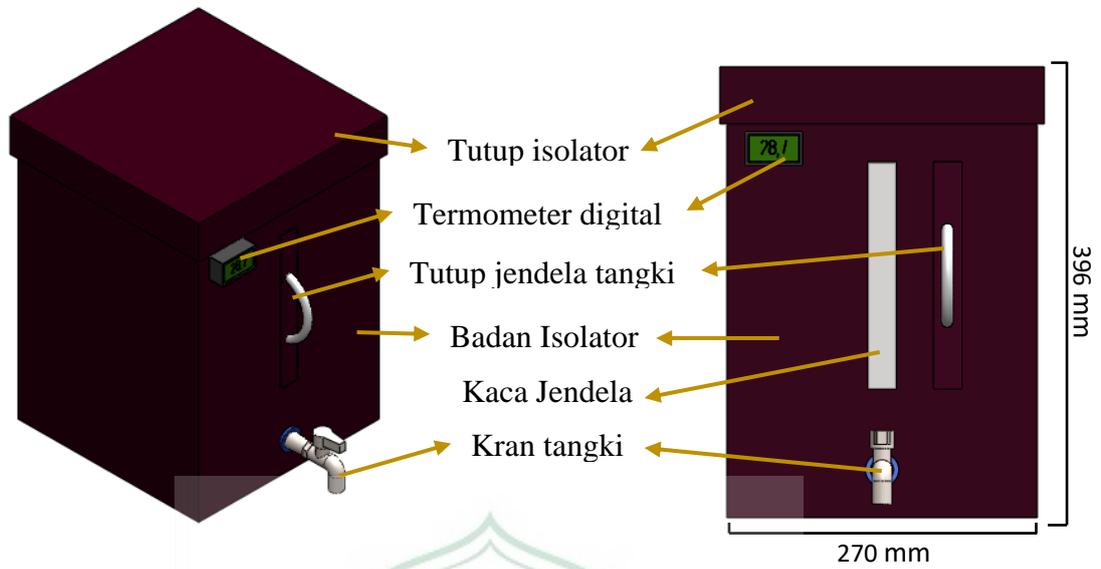
### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir

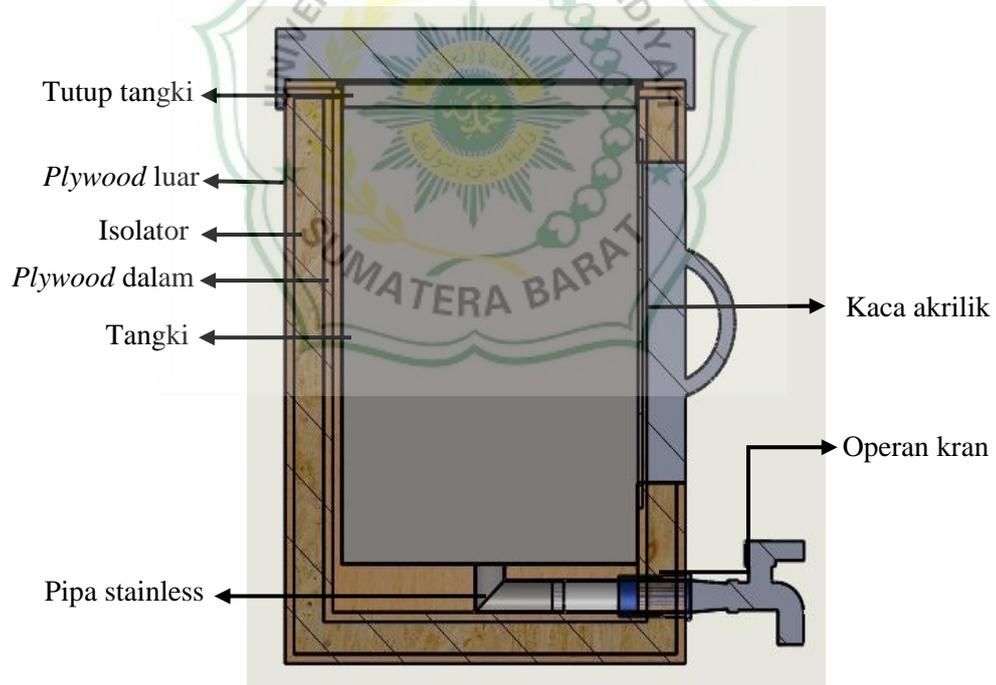


Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

### 3.2 Desain



Gambar 3.2. Gambar 3d tangki VCO



Gambar 3.3. Gambar potongan samping tangki VCO

### 3.3 Alat dan Bahan

#### 3.3.1 Alat

1. Mesin las argon



Gambar 3.4. Mesin las argon

Mesin las argon merupakan mesin las yang memanfaatkan gas argon sebagai gas pelindung (*shielding gas*) dalam pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*). Karena sifat gas mulia (inert) dari argon membuatnya tidak mudah bereaksi dengan lingkungan sekitar. Las argon banyak diaplikasikan pada pengelasan berbahan *stainless steel*.

2. Gerinda tangan



Gambar 3.5. Gerinda tangan

Gerinda tangan merupakan mesin pemotong yang banyak digunakan dalam pemotongan berbagai material. Gerinda tangan membuat semua pekerjaan memotong jadi lebih mudah dan cepat.

### 3. Meteran



Gambar 3.6. Meteran

Meteran merupakan alat ukur yang digunakan untuk pengukuran material dengan panjang lebih dari 1 meter.

### 4. Gunting baja



Gambar 3.7. Gunting baja

Gunting baja merupakan gunting khusus untuk pemotongan material yang keras seperti material plat dan lembaran baja atau sejenisnya.

## 5. Bor tangan

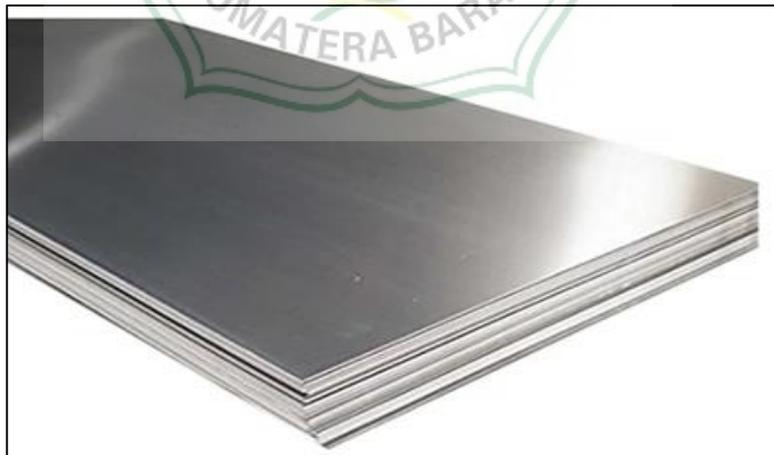


Gambar 3.8. Bor tangan

Bor tangan merupakan alat yang digunakan dalam pelubangan material keras seperti kayu dan besi. Sesuai dengan namanya, penggunaan bor tangan menggunakan tangan sehingga memudahkan dalam pengeboran ditempat yang sulit dilakukan dengan mesin pengeboran biasa.

### 3.3.2 Bahan

1. Plat *stainless steel* AISI 304



Gambar 3.9. Plat *stainless steel* AISI 304

Plat *stainless steel* yang digunakan jenis AISI 304 kualitas *food grade*. Material ini akan digunakan untuk pembuatan tangki dalam.

## 2. Serbuk kayu jati



Gambar 3.10. Serbuk kayu jati

Serbuk kayu jati didapat dari sisa limbah dari penggunaan untuk membuat perabotan dan furnitur. Serbuk kayu jati akan digunakan sebagai isolator dalam perancangan ini.

## 3. Kaca akrilik



Gambar 3.11. Kaca akrilik

Kaca akrilik akan digunakan sebagai jendela untuk mengamati VCO yang ada didalam tangki.

#### 4. Resin merah dan katalisator



Gambar 3.12. Resin merah dan katalisator

Resin merah digunakan sebagai perekat untuk membuat isolator menggunakan serbuk kayu jati. Katalisator digunakan untuk mempercepat proses pengerasan

#### 5. Plywood



Gambar 3.13. Plywood

*Plywood* merupakan lembaran kayu lapis yang memiliki ketebalan tertentu dan banyak digunakan dalam pembuatan perabot, bangunan dan lain-lain. *Plywood* yang akan digunakan memiliki ketebalan 0,6 mm dan digunakan sebagai kover isolator.

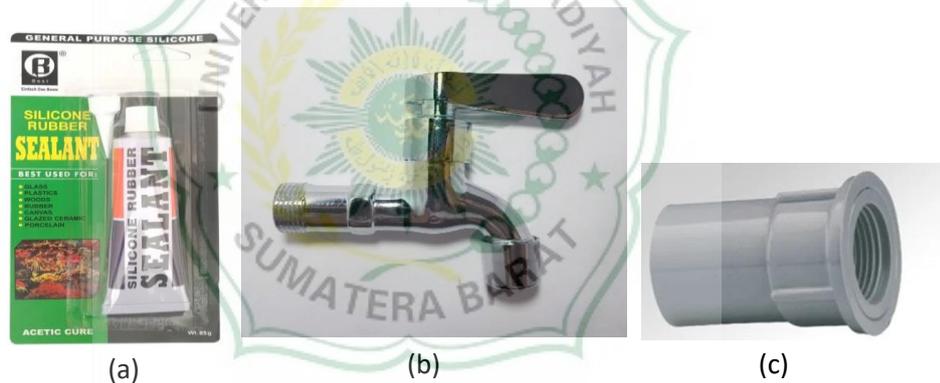
## 6. Pipa *stainless steel*



Gambar 3.14. Pipa *stainless steel*

Pipa *stainless steel* digunakan sebagai saluran keluaran dari VCO dari dalam tangki. Pipa *stainless steel* yang digunakan sebesar  $\frac{1}{2}$  inch.

## 7. Lem silikon, kran *stainless steel* dan operan kran



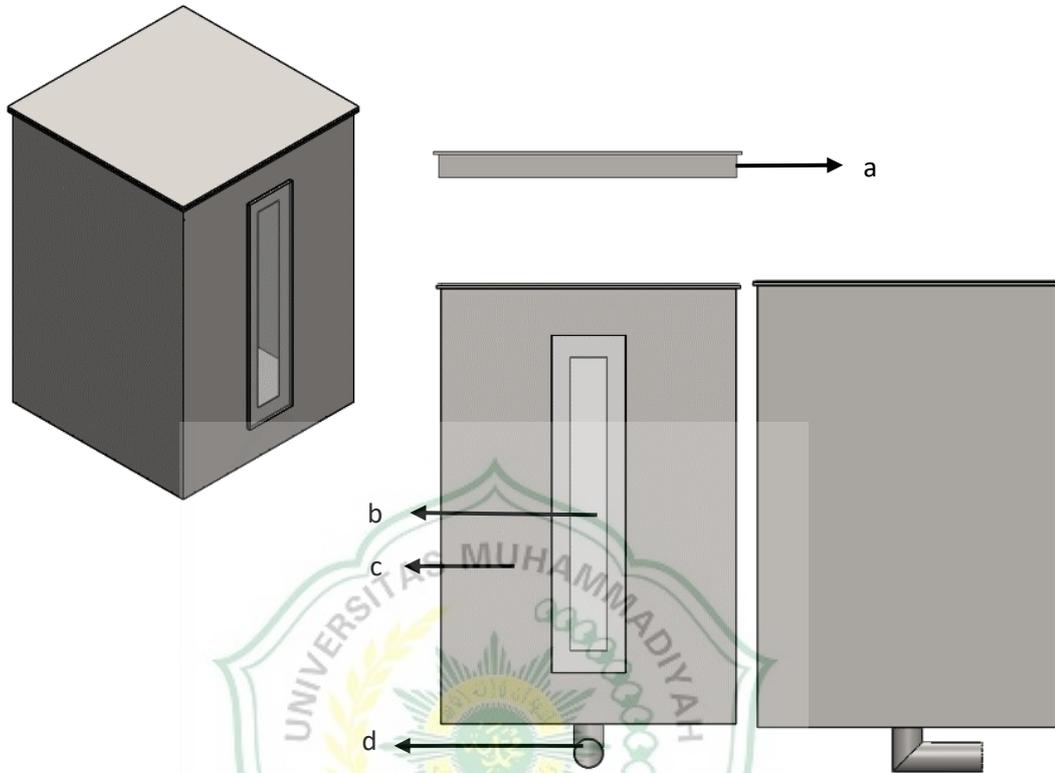
Gambar 3.15. (a) lem silikon, (b) kran *stainless steel* dan (c) operan kran

Pada gambar 3.14 diatas merupakan bahan tambahan yang dibeli untuk digunakan dalam perancangan alat. Lem silikon digunakan untuk menempelkan kaca akrilik ke tangki, kran *stainless steel*  $\frac{1}{2}$  inc digunakan untuk saluran keluaran untuk VCO dan operan kran  $\frac{1}{2}$  inc digunakan sebagai penyambung antara pipa *stainless steel* dengan kran *stainless steel*.

### 3.4 Pembuatan Alat

#### 3.4.1 Langkah Kerja

##### 1. Pembuatan tangki *stainless steel*



Gambar 3.16. Tangki *stainless steel*

Keterangan:

- a. Tutup tangki : dimensi 200x200x40 mm.
- b. Kaca akrilik : dimensi 200x25x3 mm.
- c. Badan tangki : dimensi 200x200x300 mm ; tebal 0,5 mm.
- d. Pipa *stainless steel*: dimensi diameter ½ inch ; panjang 60 mm.



(a)



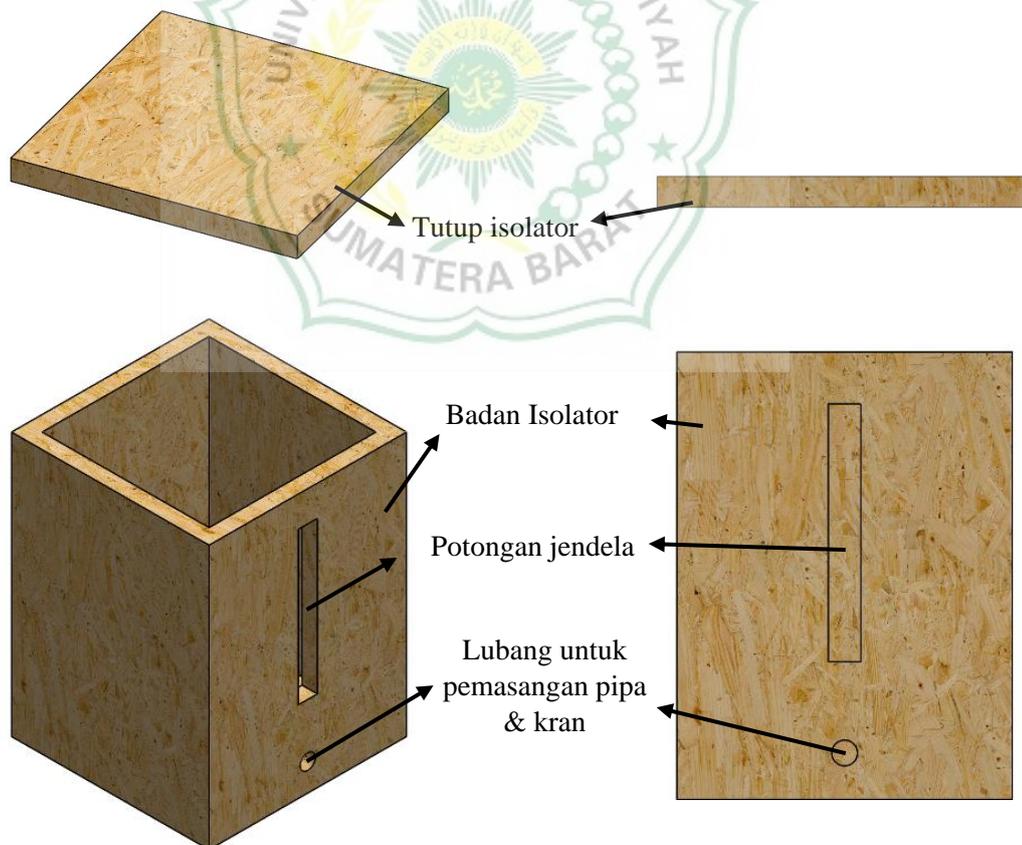
(b)



(c)

Gambar 3.17. (a) Pemotongan plat *stainless steel*, (b) proses *bending* dan (c) hasil akhir tangki

## 2. Pembuatan isolator



Gambar 3.18. Isolator

Pembuatan isolator dibuat menggunakan campuran resin dan serbuk kayu jati dengan perbandingan 30 : 70. Demi mempercepat pengerasan, campuran resin diberi katalisator dengan perbandingan 100 ml : 1 ml. Setelah campuran dibuat langsung dimasukkan ke cetakan dan ditunggu kering selama 2 hari.

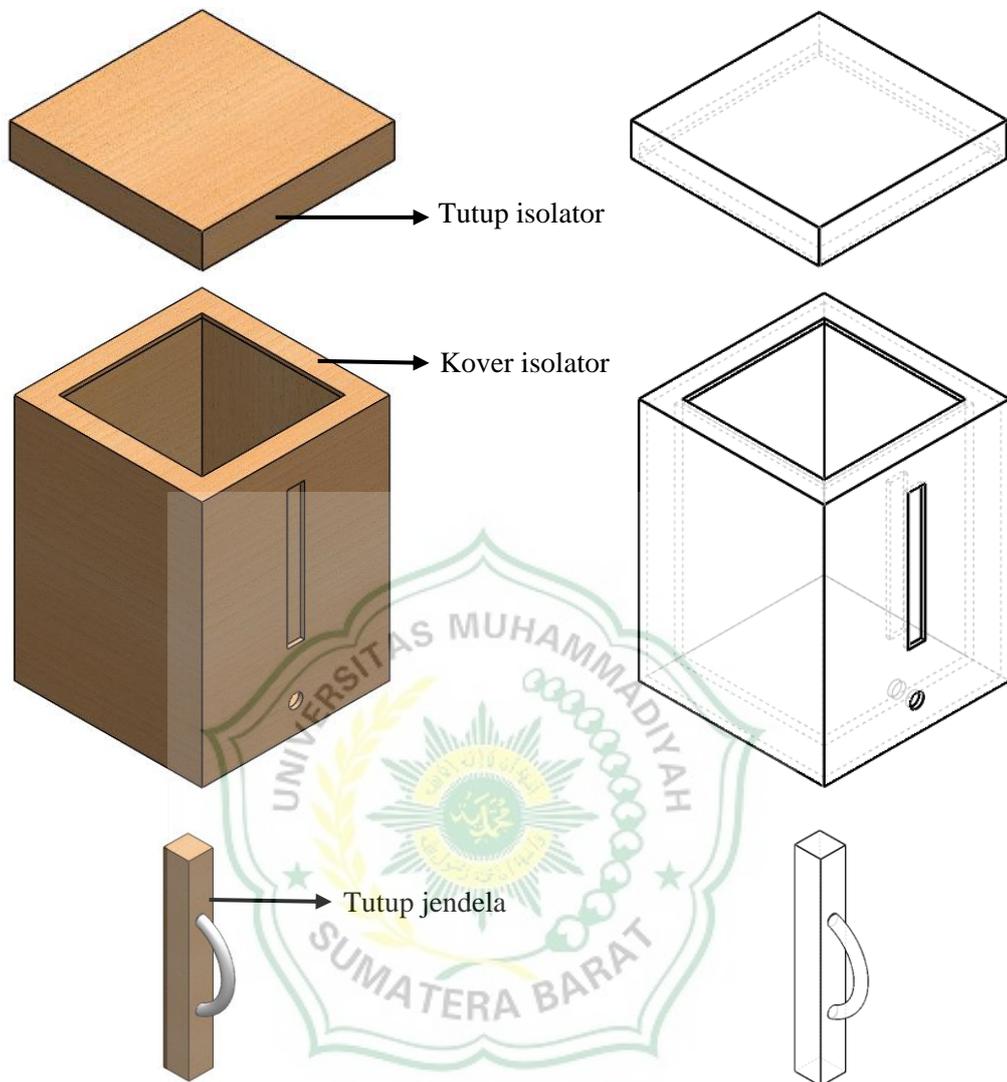
Dimensi papan yang dibuat yaitu:

- 4 buah ukuran dimensi 240x320x20 mm.
- 2 buah ukuran dimensi 240x240x20 mm.



Gambar 3.19. Proses pembuatan Isolator serbuk kayu jati; (a) serbuk kayu jati, (b) resin merah dan katalisator, (c) hasil akhir

### 3. Pembuatan kover isolator



Gambar 3.20. Kover isolator

Pembuatan kover isolator digunakan untuk melindungi isolator sekaligus menjadi isolator itu sendiri. Pembuatan kover ini menggunakan *plywood* dengan tebal 6 mm dan diberi ruang kosong untuk memasukan isolator dengan jarak 20 mm. Dimensi kover isolator yaitu 270x270x359 mm sedangkan dimensi tutup isolator yaitu 282x282x50 mm. Tutup jendela dibuat untuk melihat proses pemisahan VCO didalam tangki serta memiliki dimensi yaitu 200x25x32 mm.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.21. Pembuatan kover isolator menggunakan *plywood* tebal 6 mm; (a) pemotongan *plywood*, (b) hasil jadi, (c) kover isolator tampak dalam

### 3.5 Perakitan

Melakukan perakitan terhadap komponen-komponen yang telah dibuat dengan komponen yang telah disiapkan.



Gambar 3.22. Proses perakitan; (a) pemasangan isolator dengan cover isolator, (b) pemasangan tangki *stainless steel* dengan cover isolator, (c) *finishing* cover dengan pendempulan dan pengecatan, (d) hasil akhir

### 3.6 Pembuatan VCO

Setelah perakitan alat selesai selanjutnya adalah melakukan pengujian alat dengan membuat VCO dari tiga jenis kelapa dari daerah yang berbeda yakni Palembang, Lubuk Basung dan Pesisir Selatan. Data yang diambil berupa perubahan suhu selama proses pembuatan VCO dan hasil VCO yang dihasilkan masing-masing kelapa.

Persiapan bahan untuk membuat VCO dalam pengujian ini akan dibuat santan pekat dari 7 buah kelapa masak dengan 3 jenis kelapa berbeda daerah. Setelah itu dilakukan pengukuran volume masing-masing santan yang dihasilkan.

Prosedur pengujian alat:

1. Mempersiapkan alat dan bahan.
2. Memasukkan santan ke dalam tangki.
3. Melakukan pengambilan data perubahan suhu santan selama proses pemisahan air dengan krim santan menggunakan termometer digital. Pengambilan data akan dilakukan setiap 30 menit selama 3 jam.
4. Setelah itu krim santan akan dipisah dari air dengan cara membuka kran, sehingga air di bawah krim santan keluar dari tangki. Selanjutnya krim santan yang tertinggal akan diaduk kembali menggunakan sendok selama 5 menit dengan arah adukan searah. Setelah itu tutup tangki dan diamkan kembali.
5. Selanjutnya melakukan pengambilan data perubahan suhu krim santan selama proses pemisahan menjadi blondo, VCO dan air menggunakan termometer digital. Pengambilan data dilakukan setiap 30 menit selama 24 jam. Lakukan juga pengambilan data terhadap penambahan volume VCO yang dihasilkan selama proses pemisahan dengan cara mengamati dari jendela tangki, pengambilan data dilakukan setiap 1 jam selama 24 jam.
6. VCO yang dihasilkan selanjutnya dipisah dari blondo dan air kemudian dilakukan penyaringan.



(a)



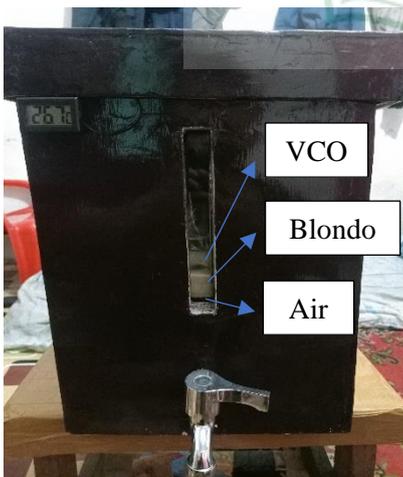
(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 3.23. Proses pembuatan VCO; (a) mengukur kelapa, (b) pemerasan santan, (c) memasukan santan ke tangki, (d) pengukuran perubahan temperatur, (e) hasil VCO setelah 24 jam, (f) hasil VCO yang didapat setelah penyaringan

### 3.7 Pengambilan Data

Data yang diambil dalam perancangan ini yaitu data temperatur pada tiga titik, yakni temperatur santan dalam tangki (T1), temperatur dinding dalam tangki (T2) dan temperatur lingkungan (T3). Selanjutnya pengambilan data hasil tinggi dan volume VCO yang dihasilkan.



## BAB IV DATA dan ANALISA

### 4.1 Data

#### 4.1.1 Data Tangki Pengolah VCO

Tangki VCO dirancang dengan tujuan untuk menjadi solusi permasalahan yang dihadapi sektor rumah tangga dalam memproduksi VCO. Selama ini proses pembuatan dilakukan dengan cara memasukan santan ke wadah plastik dan dibalut kain yang banyak serta ditempatkan dalam kotak untuk menjaga temperature santan selama menjadi VCO. Proses yang rumit diatas memotivasi penulis untuk merancang sebuah tangki VCO yang mudah digunakan untuk skala rumah tangga dan juga penulis ingin meningkatkan produksi serta kualitas dari VCO yang dihasilkan. Penggunaan *stainless steel* dalam kualitas makanan tak perlu ditanya lagi karena *stainless steel* memiliki banyak keunggulan diantaranya memiliki kontaminasi yang rendah terhadap makanan atau minuman, tahan korosi dan mudah dibersihkan, mampu menahan pertumbuhan bakteri serta memiliki sifat mekanik yang baik. Demi menjaga temperatur disini penulis merancang sebuah isolator yang terbuat dari campuran serbuk kayu jati dan resin serta dilapisi kembali dengan triplek, sehingga perambatan suhu luar menjadi erhambat dan temperatur santan selama menjadi VCO dapat dijaga. Spesifikasi lebih jelas dapat dilihat dari tabel 4.1.

Tabel 4.1. Spesifikasi tangki VCO

Bagian	Dimensi		
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)
Badan tangki	200	200	300
Tutup tangki	200	200	40
Badan isolator	270	270	359
Tutup isolator	282	282	50
Jendela	200	25	-
Tutup jendela	36	25	200
Kaca akrilik	40	3	240
Pipa tangki	Diameter ½ inch Panjang total 100 mm		
Operan kran	Diameter ½ inch Panjang total 45 mm		
Kran	Diameter ½ inch Panjang total 50 mm		
Volume tangki	12 liter		
Tebal Isolator	20 mm		

Tebal triplek	6 mm
Tebal tangki	0,5 mm



Gambar 4.1. Tangki pengolah VCO

#### 4.1.2 Data Pengujian VCO

Pada pengujian ini dilakukan pengamatan pada temperature (T) dan pertambahan tinggi (h) serta volume (V) VCO yang dihasilkan dari tiga jenis kelapa dari Palembang, Lubuk Basung dan Pesisir Selatan. Pengambilan temperatur diambil pada tiga titik yaitu, temperatur santan dalam tangki (T1), temperatur dinding dalam tangki (T2) dan temperatur lingkungan (T3). Data temperatur yang didapat selanjutnya akan dihitung rata-rata selisih perbedaan temperatur antara T1 dengan T3, T1 dengan T2 dan T2 dengan T3. Perhitungan rata-rata dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Rata – rata selisih temperatur} = \frac{\text{jumlah selisih temperatur}}{\text{jumlah pengambilan data}}$$

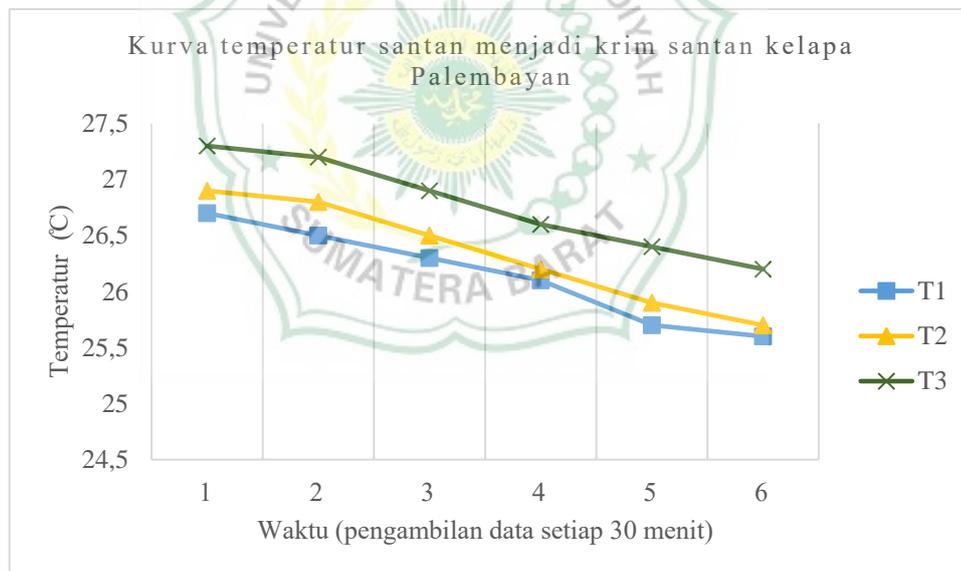
##### 4.1.2.1 Pengujian Dengan Kelapa Dari Palembang

Pengujian pertama yang dilakukan yaitu dengan mengisi tangki dengan santan pekat dari 7 buah kelapa matang Palembang. Volume santan yang didapat sebanyak 830 ml. Pengujian dilakukan pada hari Rabu tanggal 3 Agustus 2022

dimulai pukul 19:40 Waktu Indonesia bagian Barat dan selesai pada hari Kamis tanggal 4 Agustus 2022 pukul 23:15 Waktu Indonesia bagian Barat. Pengujian dilakukan di dalam rumah penulis tepatnya dalam kamar di Parit Putus, Ampang Gadang, Kec. Ampek Angkek, Kab. Agam. Pada saat akan dilakukannya pengujian kondisi lingkungan sekitar cerah dan berangin dengan temperatur rata-rata 27,3°C pada hari Rabu, 4 Agustus 2022.

Tabel 4.2. Perubahan temperatur santan menjadi krim santan menggunakan kelapa dari Palembang setiap 30 menit

No	T1	T2	T3
1	26,7	26,9	27,3
2	26,5	26,8	27,2
3	26,3	26,5	26,9
4	26,1	26,2	26,6
5	25,7	25,9	26,4
6	25,6	25,7	26,2



Gambar 4.2. Grafik perubahan temperatur santan di dalam tangki selama proses menjadi krim santan, kelapa yang digunakan dari Palembang

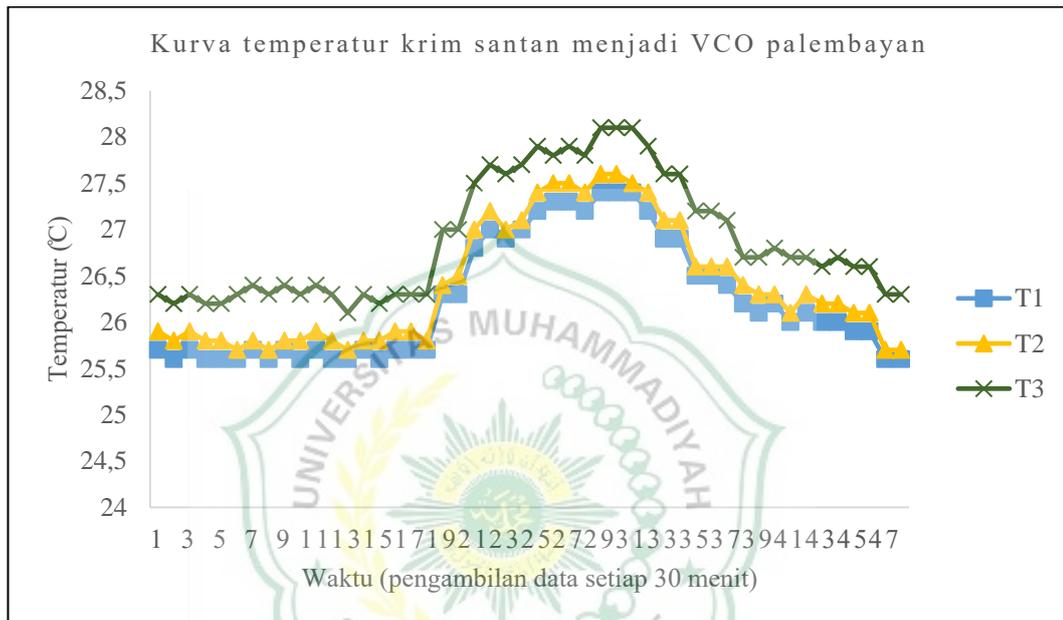
Pada gambar 4.2 nampak perubahan grafik temperatur santan dalam tangki, temperatur tangki dalam dan temperatur lingkungan. Pada gambar grafik diatas terjadi penurunan disebabkan pengambilan data dilakukan pada malam hari jam 19.40 sampai jam 22.40 dan temperatur semakin malam bertambah dingin. Perbedaan temperatur santan dalam tangki dengan temperatur lingkungan berkisar

0,5°C-0,7°C dengan rata-rata 0,617°C. Perbedaan temperatur santan dengan temperatur dinding tangki dalam berkisar 0,1°C -0,3°C dengan rata-rata 0,183°C. Perbedaan temperatur dinding tangki dalam dengan temperatur lingkungan sebesar 0,4°C-0,5°C dengan rata-rata 0,43°C.

Tabel 4.3. Perubahan temperatur krim menjadi VCO menggunakan kelapa dari Palembang setiap 30 menit

No	T1	T2	T3
1	25,3	25,5	25,9
2	25,5	25,7	26,1
3	25,3	25,5	25,9
4	25,7	25,9	26,3
5	25,6	25,8	26,2
6	25,6	25,7	26,3
7	25,7	25,8	26,4
8	25,4	25,5	26,1
9	25,4	25,5	26,1
10	25,5	25,7	26,2
11	25,9	26,1	26,6
12	25,9	26,1	26,6
13	26,2	26,3	26,7
14	26,1	26,2	26,7
15	26,3	26,5	26,9
16	26,5	26,7	27,1
17	26,5	26,7	27,1
18	25,5	25,6	26,1
19	25,2	25,3	25,9
20	25,7	25,9	26,4
21	25,7	25,9	26,4
22	25,4	25,6	26,1
23	25,1	25,2	25,8
24	26,4	26,5	27,1
25	27,5	27,7	28,2
26	27,6	27,8	28,1
27	27,5	27,7	28,1
28	26,9	27,1	27,5
29	27,4	27,6	28,1
30	27,7	27,9	28,4
31	27,4	27,5	28,1
32	27,2	27,4	27,9
33	26,1	26,3	26,8
34	26,2	26,4	26,9
35	27,1	27,2	27,8
36	27,1	27,2	27,8
37	26,9	27,1	27,6
38	26,9	27,1	27,4

39	26,7	26,9	27,3
40	26,7	26,8	27,3
41	26,5	26,6	27,2
42	26,3	26,5	26,9
43	26,5	26,7	27,1
44	25,9	26,1	26,6
45	25,7	25,9	26,4
46	25,7	25,9	26,4
47	25,4	25,5	26,1
48	25,4	25,5	26,1

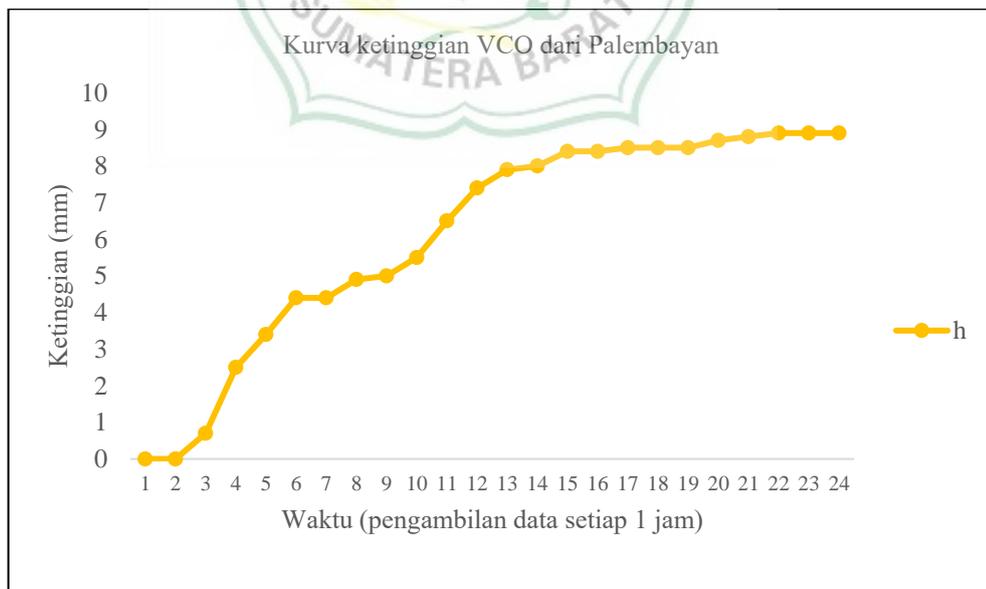


Gambar 4.3. Grafik perubahan temperatur krim santan di dalam tangki selama proses menjadi VCO, kelapa yang digunakan dari Palembang

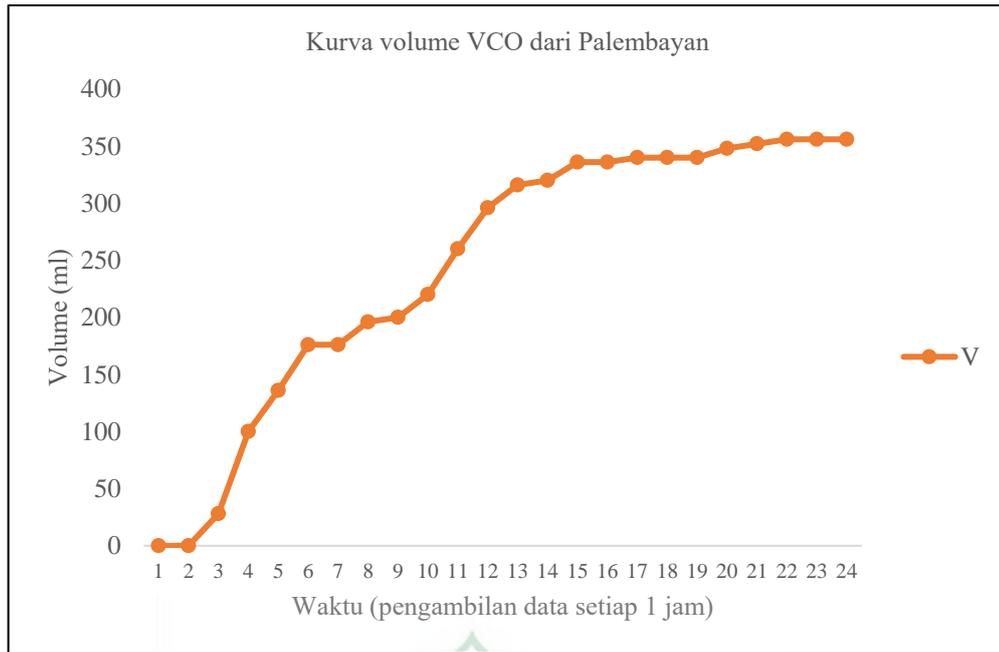
Pada gambar 4.3 nampak perubahan grafik temperatur santan dalam tangki, temperatur tangki dalam dan temperatur lingkungan. Pada gambar grafik diatas, tampak grafik mengalami kenaikan dan penurunan. Hal ini disebabkan karena perubahan temperatur lingkungan pada pergantian siang dan malam hari disertai perubahan kondisi cuaca yang saat itu agak mendung. Perbedaan temperatur santan dalam tangki dengan temperatur lingkungan berkisar  $0,5^{\circ}\text{C}$ - $0,7^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,654^{\circ}\text{C}$ . Perbedaan temperatur santan dengan temperatur dinding tangki dalam berkisar  $0,1^{\circ}\text{C}$  - $0,3^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,165^{\circ}\text{C}$ . Perbedaan temperatur dinding tangki dalam dengan temperatur lingkungan sebesar  $0,4^{\circ}\text{C}$ - $0,5^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,489^{\circ}\text{C}$ .

Tabel 4.4. Pertambahan tinggi dan volume VCO menggunakan kelapa dari Palembang setiap 1 jam

No	h	V
1	0	0
2	0	0
3	0,7	28
4	2,5	100
5	3,4	136
6	4,4	176
7	4,4	176
8	4,9	196
9	5	200
10	5,5	220
11	6,5	260
12	7,4	296
13	7,9	316
14	8	320
15	8,4	336
16	8,4	336
17	8,5	340
18	8,5	340
19	8,5	340
20	8,7	348
21	8,8	352
22	8,9	356
23	8,9	356
24	8,9	356



(a)



(b)

Gambar 4.4. Grafik pertambahan tinggi (a) dan volume (b) VCO di dalam tangki, kelapa yang digunakan dari Palembang

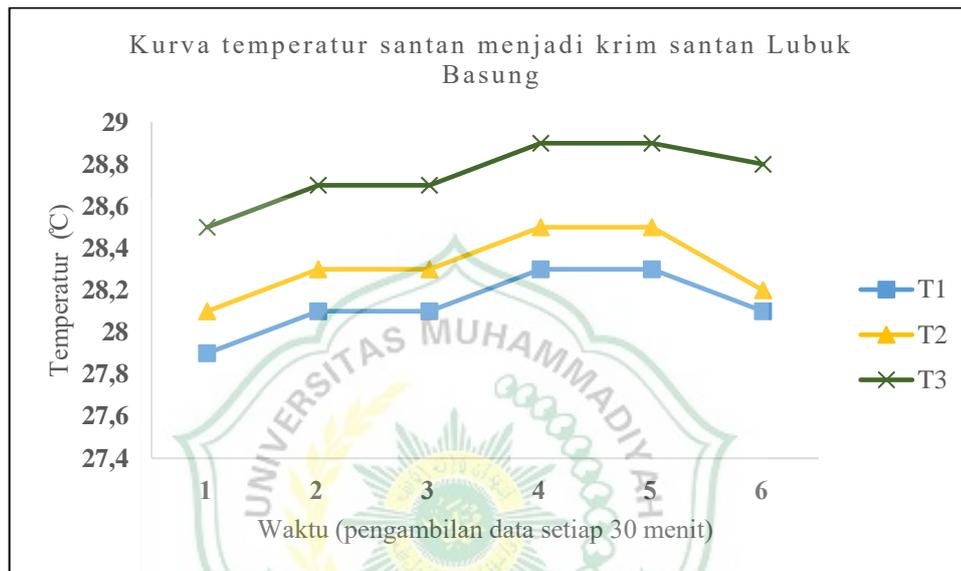
Pada gambar 4.4 dapat dilihat pertambahan tinggi dan volume VCO signifikan terjadi pada pengambilan data ke-4, dengan pertambahan volume sebesar 72 ml. Selanjutnya, pengambilan data ke-13 sampai data ke-21 pertambahan VCO cenderung konstan dan stabil. Sedangkan pada pengambilan data ke-22 sampai 24, tinggi dan volume VCO tidak bertambah.

#### 4.1.2.2 Pengujian dengan kelapa dari Lubuk Basung

Pengujian kedua yang dilakukan yaitu dengan mengisi tangki dengan santan pekat dari 7 buah kelapa matang Lubuk Basung. Pengujian dilakukan pada hari Jum'at tanggal 5 Agustus 2022 dimulai pukul 16:40 Waktu Indonesia bagian Barat dan selesai pada hari Sabtu tanggal 6 Agustus 2022 pukul 19:15 Waktu Indonesia bagian Barat. Pengujian dilakukan di dalam rumah penulis tepatnya dalam kamar di Parit Putus, Ampang Gadang, Kec. Ampek Angkek, Kab. Agam. Pada saat akan dilakukannya pengujian kondisi lingkungan sekitar cerah dan berangin dengan temperatur rata-rata 28,5°C pada hari Jum'at, 5 Agustus 2022.

Tabel 4.5. Perubahan temperature santan menjadi krim santan menggunakan kelapa dari Lubuk Basung setiap 30 menit

No	T1	T2	T3
1	27,9	28,1	28,5
2	28,1	28,3	28,7
3	28,1	28,3	28,7
4	28,3	28,5	28,9
5	28,3	28,5	28,9
6	28,1	28,2	28,8



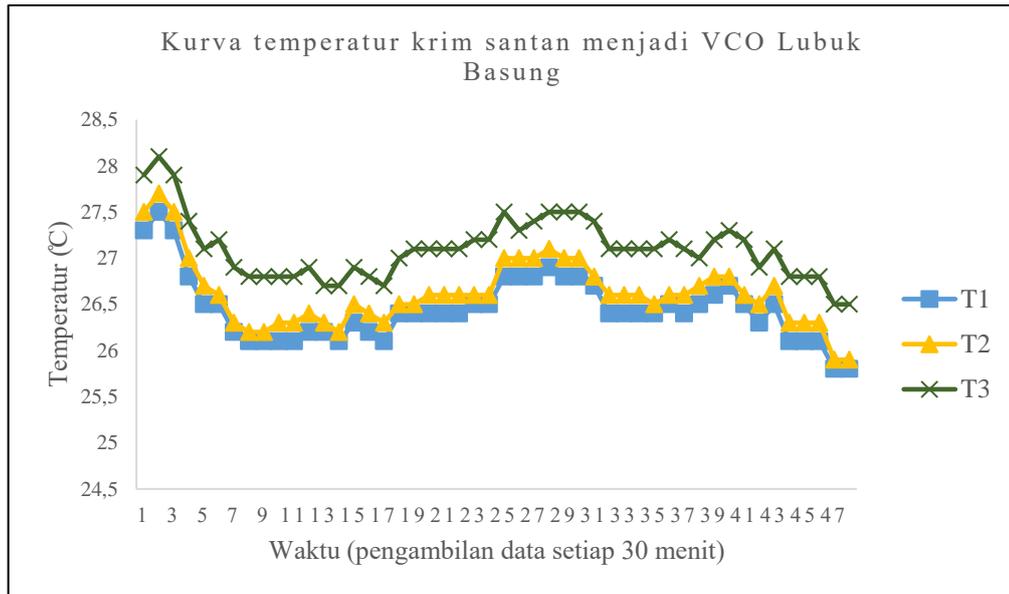
Gambar 4.5. Grafik perubahan temperatur santan di dalam tangki selama proses menjadi krim santan, kelapa yang digunakan dari Lubuk Basung

Pada gambar 4.5 nampak perubahan grafik temperatur santan dalam tangki, temperatur tangki dalam dan temperatur lingkungan. Perbedaan temperatur santan dalam tangki dengan temperatur lingkungan berkisar  $0,5^{\circ}\text{C}$ - $0,7^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,617^{\circ}\text{C}$ . Perbedaan temperatur santan dengan temperatur dinding tangki dalam berkisar  $0,1^{\circ}\text{C}$  - $0,3^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,183^{\circ}\text{C}$ . Perbedaan temperatur dinding tangki dalam dengan temperatur lingkungan sebesar  $0,4^{\circ}\text{C}$ - $0,5^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,43^{\circ}\text{C}$ .

Tabel 4.6. Perubahan temperatur krim menjadi VCO menggunakan kelapa dari Lubuk Basung setiap 30 menit

No	T1	T2	T3
1	27,3	27,5	27,9
2	27,5	27,7	28,1
3	27,3	27,5	27,9

4	26,8	27	27,4
5	26,5	26,7	27,1
6	26,5	26,6	27,2
7	26,2	26,3	26,9
8	26,1	26,2	26,8
9	26,1	26,2	26,8
10	26,1	26,3	26,8
11	26,1	26,3	26,8
12	26,2	26,4	26,9
13	26,2	26,3	26,7
14	26,1	26,2	26,7
15	26,3	26,5	26,9
16	26,2	26,4	26,8
17	26,1	26,3	26,7
18	26,4	26,5	27
19	26,4	26,5	27,1
20	26,4	26,6	27,1
21	26,4	26,6	27,1
22	26,4	26,6	27,1
23	26,5	26,6	27,2
24	26,5	26,6	27,2
25	26,8	27	27,5
26	26,8	27	27,3
27	26,8	27	27,4
28	26,9	27,1	27,5
29	26,8	27	27,5
30	26,8	27	27,5
31	26,7	26,8	27,4
32	26,4	26,6	27,1
33	26,4	26,6	27,1
34	26,4	26,6	27,1
35	26,4	26,5	27,1
36	26,5	26,6	27,2
37	26,4	26,6	27,1
38	26,5	26,7	27
39	26,6	26,8	27,2
40	26,7	26,8	27,3
41	26,5	26,6	27,2
42	26,3	26,5	26,9
43	26,5	26,7	27,1
44	26,1	26,3	26,8
45	26,1	26,3	26,8
46	26,1	26,3	26,8
47	25,8	25,9	26,5
48	25,8	25,9	26,5



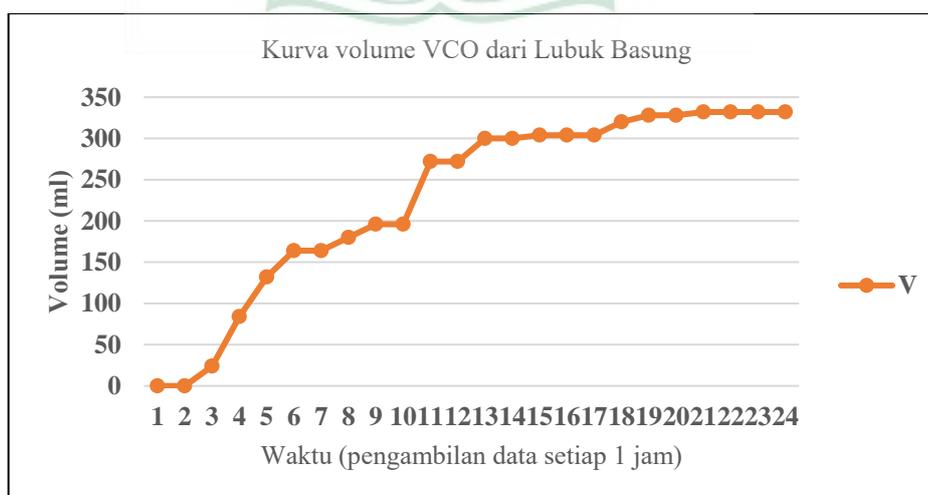
Gambar 4.6. Grafik perubahan temperatur krim santan di dalam tangki selama proses menjadi VCO, kelapa yang digunakan dari Lubuk Basung

Pada gambar 4.6 nampak perubahan grafik temperatur santan dalam tangki, temperatur tangki dalam dan temperatur lingkungan. Pada gambar grafik diatas, tampak grafik mengalami kenaikan dan penurunan. Hal ini disebabkan karena perubahan temperatur lingkungan pada pergantian siang dan malam hari disertai perubahan kondisi cuaca yang saat itu agak mendung. Perbedaan temperatur santan dalam tangki dengan temperatur lingkungan berkisar  $0,5^{\circ}\text{C}$ - $0,7^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,654^{\circ}\text{C}$ . Perbedaan temperatur santan dengan temperatur dinding tangki dalam berkisar  $0,1^{\circ}\text{C}$  - $0,3^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,164^{\circ}\text{C}$ . Perbedaan temperatur dinding tangki dalam dengan temperatur lingkungan sebesar  $0,4^{\circ}\text{C}$ - $0,5^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,489^{\circ}\text{C}$ .

Tabel 4.7. pertambahan tinggi dan volume VCO menggunakan kelapa dari Lubuk Basung setiap 1 jam

No	h	V
1	0	0
2	0	0
3	0,6	24
4	2,1	84
5	3,3	132
6	4,1	164
7	4,1	164
8	4,5	180
9	4,9	196

10	4,9	196
11	6,8	272
12	6,8	272
13	7,5	300
14	7,5	300
15	7,6	304
16	7,6	304
17	7,6	304
18	8	320
19	8,2	328
20	8,2	328
21	8,3	332
22	8,3	332
23	8,3	332
24	8,3	332



Gambar 4.7. Grafik pertambahan tinggi (a) dan volume (b) VCO di dalam tangki, kelapa yang digunakan dari Lubuk Basung

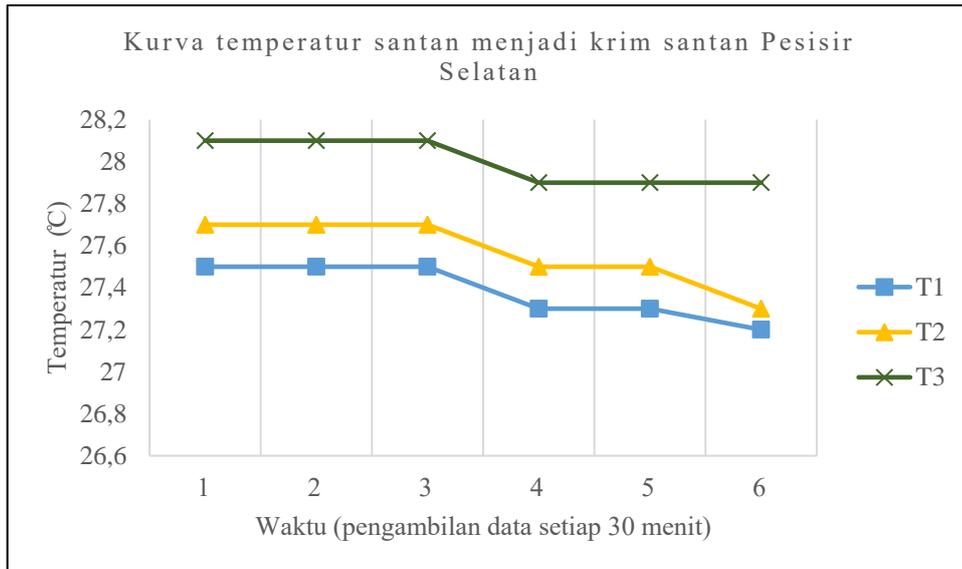
Pada gambar 4.7 dapat dilihat pertambahan tinggi dan volume VCO signifikan terjadi pada pengambilan data ke-11, dengan pertambahan volume sebesar 76 ml. Selanjutnya, pengambilan data ke-13 sampai data ke-21 pertambahan VCO cenderung konstan dan stabil. Sedangkan pada pengambilan data ke-22 sampai 24, tinggi dan volume VCO tidak bertambah.

#### 4.1.2.3 Pengujian dengan kelapa dari Pesisir Selatan

Pengujian ketiga yang dilakukan yaitu dengan mengisi tangki dengan santan pekat dari 7 buah kelapa matang Pesisir Selatan. Pengujian dilakukan pada hari Minggu tanggal 7 Agustus 2022 dimulai pukul 15:40 Waktu Indonesia bagian Barat dan selesai pada hari Senin tanggal 8 Agustus 2022 pukul 18:15 Waktu Indonesia bagian Barat. Pengujian dilakukan di dalam rumah penulis tepatnya dalam kamar di Parit Putus, Ampang Gadang, Kec. Ampek Angkek, Kab. Agam. Pada saat akan dilakukannya pengujian kondisi lingkungan sekitar cerah dan berangin dengan temperatur rata-rata 28,1°C pada hari Minggu, 7 Agustus 2022.

Tabel 4.8. Perubahan temperature santan menjadi krim santan menggunakan kelapa dari Pesisir Selatan setiap 30 menit

No	T1	T2	T3
1	27,5	27,7	28,1
2	27,5	27,7	28,1
3	27,5	27,7	28,1
4	27,3	27,5	27,9
5	27,3	27,5	27,9
6	27,2	27,3	27,9



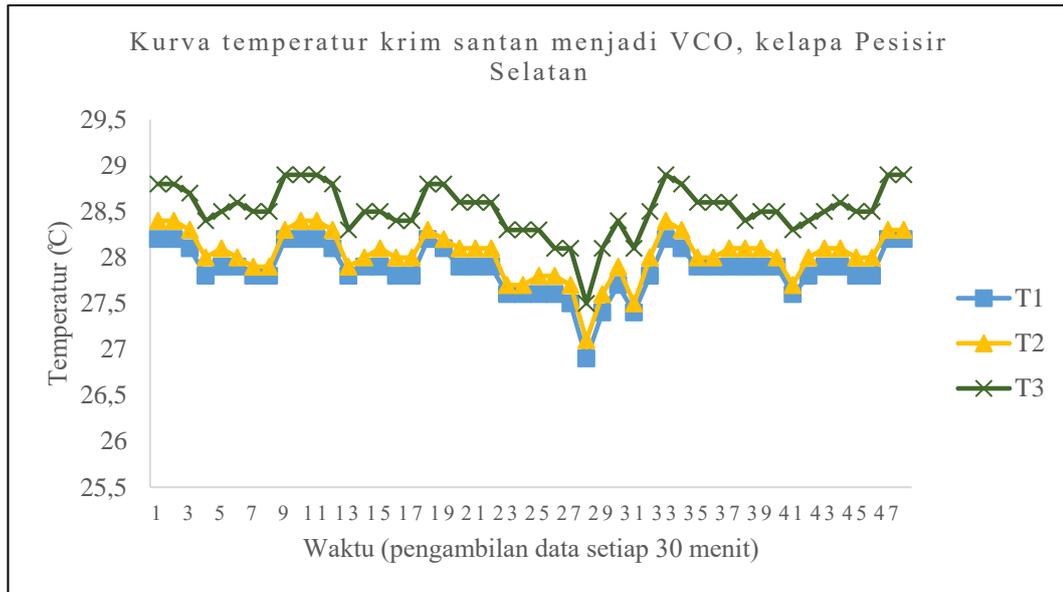
Gambar 4.8. Grafik perubahan temperatur santan di dalam tangki selama proses menjadi krim santan, kelapa yang digunakan dari Pesisir Selatan

Pada gambar 4.8 nampak perubahan grafik temperatur santan dalam tangki, temperatur tangki dalam dan temperatur lingkungan. Perbedaan temperatur santan dalam tangki dengan temperatur lingkungan berkisar  $0,5^{\circ}\text{C}$ - $0,7^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,617^{\circ}\text{C}$ . Perbedaan temperatur santan dengan temperatur dinding tangki dalam berkisar  $0,1^{\circ}\text{C}$  - $0,3^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,183^{\circ}\text{C}$ . Perbedaan temperatur dinding tangki dalam dengan temperatur lingkungan sebesar  $0,4^{\circ}\text{C}$ - $0,5^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,43^{\circ}\text{C}$ .

Tabel 4.9. Perubahan temperatur krim menjadi VCO menggunakan kelapa dari Pesisir Selatan setiap 30 menit

No	T1	T2	T3
1	28,2	28,4	28,8
2	28,2	28,4	28,8
3	28,1	28,3	28,7
4	27,8	28	28,4
5	27,9	28,1	28,5
6	27,9	28	28,6
7	27,8	27,9	28,5
8	27,8	27,9	28,5
9	28,2	28,3	28,9
10	28,2	28,4	28,9
11	28,2	28,4	28,9
12	28,1	28,3	28,8
13	27,8	27,9	28,3
14	27,9	28	28,5
15	27,9	28,1	28,5

16	27,8	28	28,4
17	27,8	28	28,4
18	28,2	28,3	28,8
19	28,1	28,2	28,8
20	27,9	28,1	28,6
21	27,9	28,1	28,6
22	27,9	28,1	28,6
23	27,6	27,7	28,3
24	27,6	27,7	28,3
25	27,6	27,8	28,3
26	27,6	27,8	28,1
27	27,5	27,7	28,1
28	26,9	27,1	27,5
29	27,4	27,6	28,1
30	27,7	27,9	28,4
31	27,4	27,5	28,1
32	27,8	28	28,5
33	28,2	28,4	28,9
34	28,1	28,3	28,8
35	27,9	28	28,6
36	27,9	28	28,6
37	27,9	28,1	28,6
38	27,9	28,1	28,4
39	27,9	28,1	28,5
40	27,9	28	28,5
41	27,6	27,7	28,3
42	27,8	28	28,4
43	27,9	28,1	28,5
44	27,9	28,1	28,6
45	27,8	28	28,5
46	27,8	28	28,5
47	28,2	28,3	28,9
48	28,2	28,3	28,9



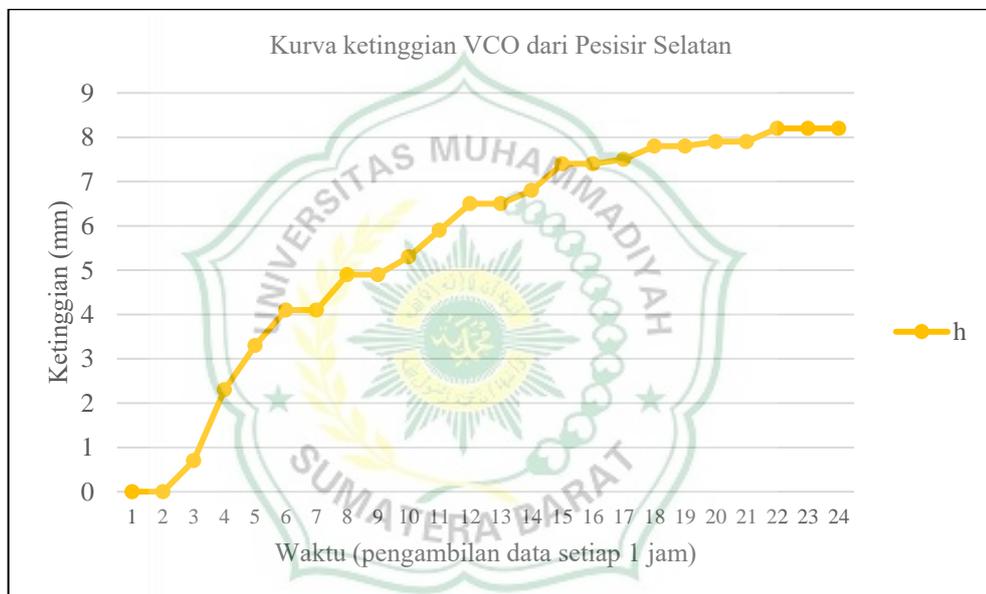
Gambar 4.9. Grafik perubahan temperatur krim santan di dalam tangki selama proses menjadi VCO, kelapa yang digunakan dari Pesisir Selatan

Pada gambar 4.9 nampak perubahan grafik temperatur santan dalam tangki, temperatur tangki dalam dan temperatur lingkungan. Pada gambar grafik diatas, tampak grafik mengalami kenaikan dan penurunan. Hal ini disebabkan karena perubahan temperatur lingkungan pada pergantian siang dan malam hari disertai perubahan kondisi cuaca yang saat itu agak mendung. Perbedaan temperatur santan dalam tangki dengan temperatur lingkungan berkisar  $0,5^{\circ}\text{C}$ - $0,7^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,654^{\circ}\text{C}$ . Perbedaan temperatur santan dengan temperatur dinding tangki dalam berkisar  $0,1^{\circ}\text{C}$  - $0,3^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,164^{\circ}\text{C}$ . Perbedaan temperatur dinding tangki dalam dengan temperatur lingkungan sebesar  $0,4^{\circ}\text{C}$ - $0,5^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,489^{\circ}\text{C}$ .

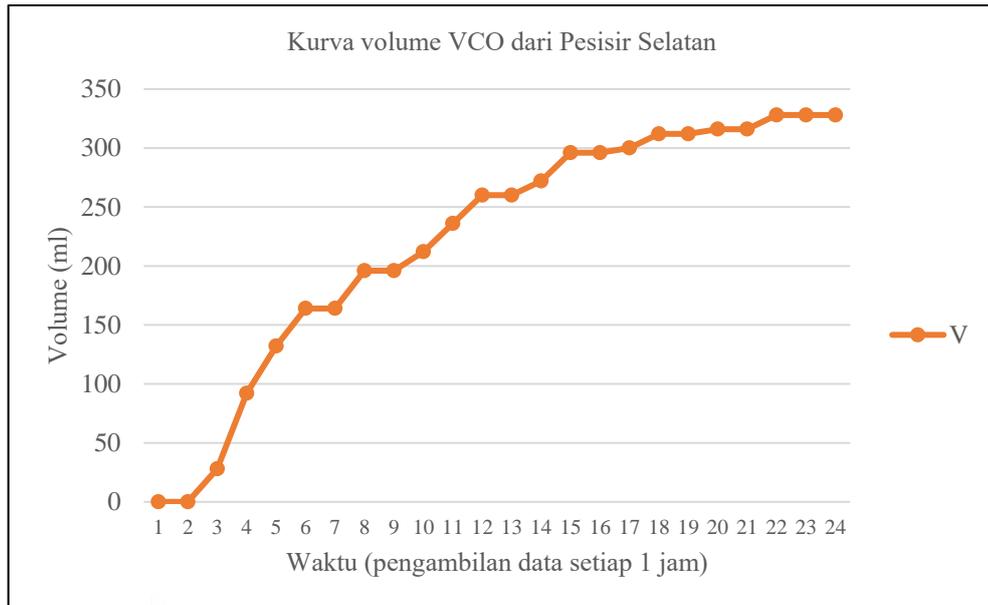
Tabel 4.10. Pertambahan tinggi dan volume VCO menggunakan kelapa dari Pesisir Selatan setiap 1 jam

No	h	V
1	0	0
2	0	0
3	0,7	28
4	2,3	92
5	3,3	132
6	4,1	164
7	4,1	164
8	4,9	196
9	4,9	196

10	5,3	212
11	5,9	236
12	6,5	260
13	6,5	260
14	6,8	272
15	7,4	296
16	7,4	296
17	7,5	300
18	7,8	312
19	7,8	312
20	7,9	316
21	7,9	316
22	8,2	328
23	8,2	328
24	8,2	328



(a)



(b)

Gambar 4.10. Grafik pertambahan tinggi (a) dan volume (b) VCO di dalam tangki, kelapa yang digunakan dari Pesisir Selatan

Pada gambar 4.10 dapat dilihat pertambahan tinggi dan volume VCO signifikan terjadi pada pengambilan data ke-4, dengan pertambahan volume sebesar 64 ml. Selanjutnya, pengambilan data ke-15 sampai data ke-21 pertambahan VCO cenderung konstan dan stabil. Sedangkan pada pengambilan data ke-22 sampai 24, tinggi dan volume VCO tidak bertambah.

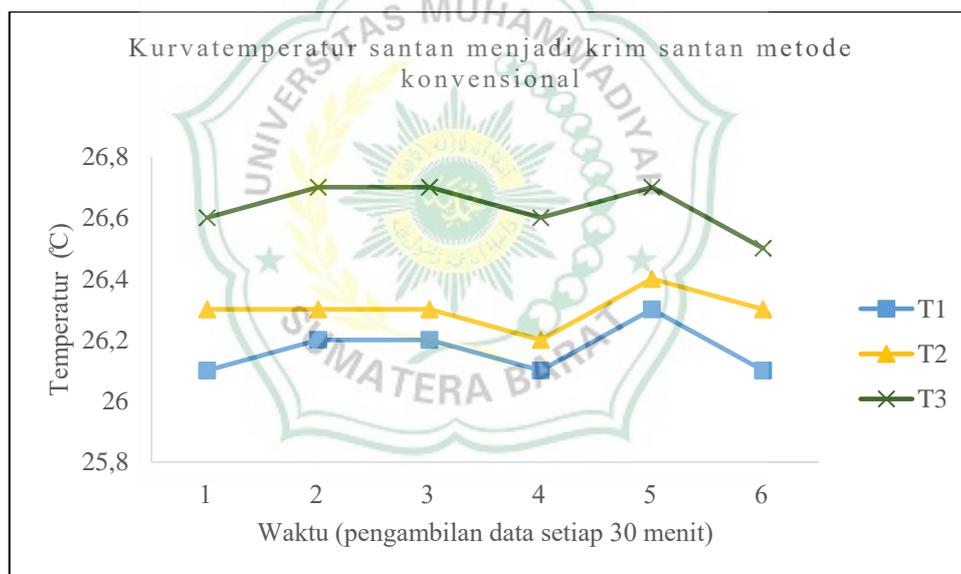
#### 4.1.3 Data Pembuatan VCO secara konvensional

Pembuatan VCO secara konvensional yang dimaksudkan adalah menggunakan metode dan alat yang biasa dilakukan oleh industri rumah tangga dalam pembuatan VCO, yaitu menggunakan wadah plastik yang dibalut beberapa kain dan dimasukkan kedalam kotak dalam ruangan. Disini metode atau cara pembuatan VCO sama menggunakan 7 buah kelapa masak tapi dengan kelapa pesisir selatan. Alat yang digunakan berupa wadah plastik toples ukuran 15 cm x 15 cm x 25 cm. Proses pengambilan data sama dengan proses pengambilan pada pengujian sebelumnya menggunakan tangki pengolah VCO yaitu pengukuran pada temperature pada tiga titik yaitu temperatur santan dalam wadah (T1), temperatur dinding dalam wadah dan temperatur lingkungan. Terakhir akan diambil data berapa pertambahan tinggi dan volume selama proses krim santan menjadi VCO.

Pengujian ini dilakukan pada hari Selasa tanggal 16 Agustus 2022 mulai dari pukul 19.00 sampai dengan tanggal 17 Agustus 2022 pukul 23.30. Pada saat akan dilakukannya pengujian kondisi lingkungan sekitar cerah dan berangin dengan temperatur rata-rata 26,4°C.

Tabel 4.11. Perubahan temperatur santan menjadi krim santan menggunakan metode dan alat konvensional setiap 30 menit

No	T1	T2	T3
1	26,1	26,3	26,6
2	26,2	26,3	26,7
3	26,2	26,3	26,7
4	26,1	26,2	26,6
5	26,3	26,4	26,7
6	26,1	26,3	26,5



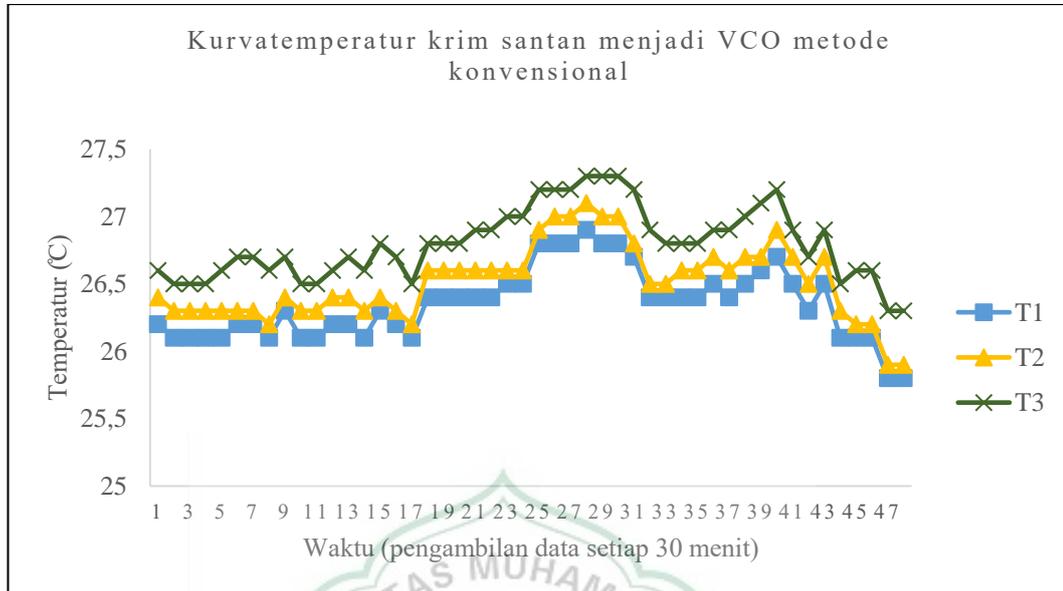
Gambar 4.11. Grafik perubahan temperatur santan di dalam wadah plastik selama proses menjadi krim santan

Pada gambar 4.11 nampak perubahan grafik temperatur santan dalam wadah plastik, temperatur dinding dalam wadah dan temperatur lingkungan. Perbedaan temperatur santan dalam wadah dengan temperatur lingkungan berkisar 0,4°C-0,5°C dengan rata-rata 0,45°C. Perbedaan temperatur santan dengan temperatur dinding dalam wadah berkisar 0,1°C-0,2°C dengan rata-rata 0,15°C. Perbedaan temperatur dinding tangki dalam dengan temperatur lingkungan sebesar 0,2°C-0,4°C dengan rata-rata 0,29°C.

Tabel 4.12. Perubahan temperatur krim menjadi VCO menggunakan metode dan alat konvensional setiap 30 menit

<b>No</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
1	26,2	26,4	26,6
2	26,1	26,3	26,5
3	26,1	26,3	26,5
4	26,1	26,3	26,5
5	26,1	26,3	26,6
6	26,2	26,3	26,7
7	26,2	26,3	26,7
8	26,1	26,2	26,6
9	26,3	26,4	26,7
10	26,1	26,3	26,5
11	26,1	26,3	26,5
12	26,2	26,4	26,6
13	26,2	26,4	26,7
14	26,1	26,3	26,6
15	26,3	26,4	26,8
16	26,2	26,3	26,7
17	26,1	26,2	26,5
18	26,4	26,6	26,8
19	26,4	26,6	26,8
20	26,4	26,6	26,8
21	26,4	26,6	26,9
22	26,4	26,6	26,9
23	26,5	26,6	27
24	26,5	26,6	27
25	26,8	26,9	27,2
26	26,8	27	27,2
27	26,8	27	27,2
28	26,9	27,1	27,3
29	26,8	27	27,3
30	26,8	27	27,3
31	26,7	26,8	27,2
32	26,4	26,5	26,9
33	26,4	26,5	26,8
34	26,4	26,6	26,8
35	26,4	26,6	26,8
36	26,5	26,7	26,9
37	26,4	26,6	26,9
38	26,5	26,7	27
39	26,6	26,7	27,1
40	26,7	26,9	27,2
41	26,5	26,7	26,9
42	26,3	26,5	26,7
43	26,5	26,7	26,9
44	26,1	26,3	26,5
45	26,1	26,2	26,6

46	26,1	26,2	26,6
47	25,8	25,9	26,3
48	25,8	25,9	26,3



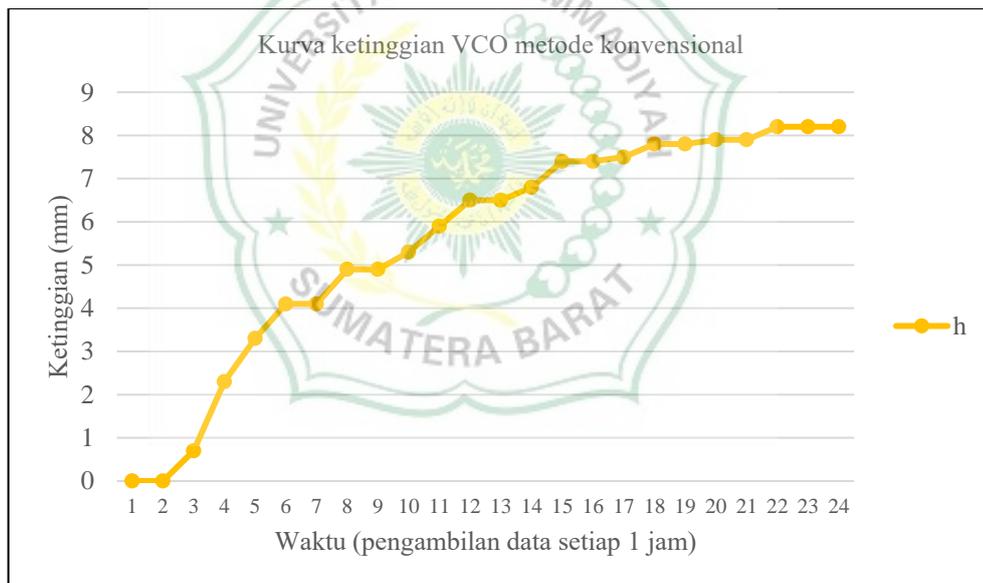
Gambar 4.12. Grafik perubahan temperatur krim santan di dalam tangki selama proses menjadi VCO menggunakan metode dan alat konvensional

Pada gambar 4.12 nampak perubahan grafik temperatur santan dalam tangki, temperatur tangki dalam dan temperatur lingkungan. Pada gambar grafik diatas, tampak grafik mengalami kenaikan dan penurunan. Hal ini disebabkan karena perubahan temperatur lingkungan pada pergantian siang dan malam hari disertai perubahan kondisi cuaca yang saat itu agak mendung. Perbedaan temperatur santan dalam wadah dengan temperatur lingkungan berkisar  $0,4^{\circ}\text{C}$ - $0,5^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,45^{\circ}\text{C}$ . Perbedaan temperatur santan dengan temperatur dinding dalam wadah berkisar  $0,1^{\circ}\text{C}$ - $0,2^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,15^{\circ}\text{C}$ . Perbedaan temperatur dinding tangki dalam dengan temperatur lingkungan sebesar  $0,2^{\circ}\text{C}$ - $0,4^{\circ}\text{C}$  dengan rata-rata  $0,29^{\circ}\text{C}$ .

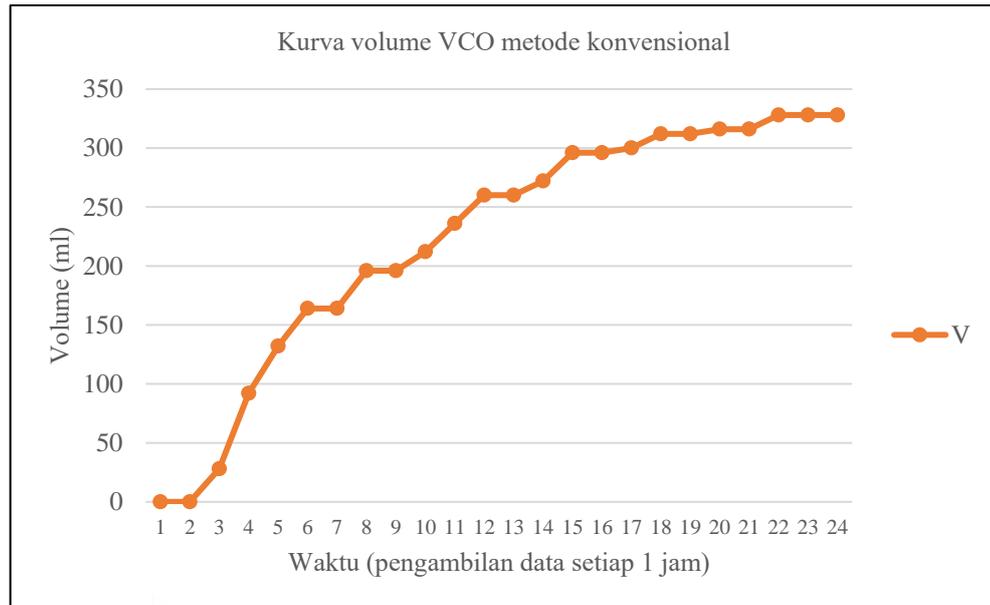
Tabel 4.13. Pertambahan tinggi dan volume VCO menggunakan metode dan alat konvensional setiap 1 jam

No	h	V
1	0	0
2	0	0
3	1	22,5
4	3,5	78,75

5	5	112,5
6	5,7	128,25
7	6,4	144
8	6,8	153
9	7,6	171
10	8,8	198
11	10	225
12	10,5	236,25
13	11,3	254,25
14	12,5	281,25
15	13,2	297
16	13,2	297
17	13,6	306
18	13,6	306
19	13,7	308,25
20	13,9	312,75
21	13,9	312,75
22	14,2	319,5
23	14,2	319,5
24	14,2	319,5



(a)



(b)

Gambar 4.13. Grafik pertambahan tinggi (a) dan volume (b) VCO di dalam wadah plastik menggunakan metode dan alat konvensional

Pada gambar 4.13 dapat dilihat pertambahan tinggi dan volume VCO signifikan terjadi pada pengambilan data ke-4, dengan pertambahan volume sebesar 56,25 ml. Selanjutnya, pengambilan data ke-15 sampai data ke-21 pertambahan VCO cenderung konstan dan stabil. Sedangkan pada pengambilan data ke-22 sampai 24, tinggi dan volume VCO tidak bertambah.

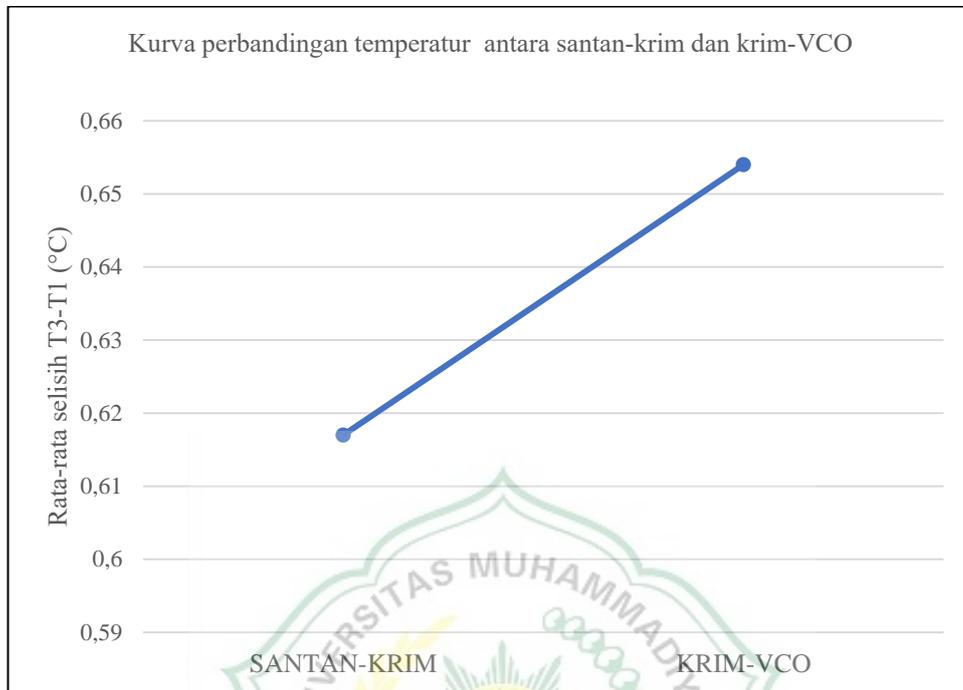
## 4.2 Analisa

### 4.2.1 Analisa Pembuatan VCO Menggunakan Tangki Pengolah VCO

Pada pengujian ini, diambil 3 titik pengamatan untuk mengetahui tiga kondisi temperatur. Titik pertama mengukur temperatur santan di dalam tangki, titik kedua untuk mengukur temperatur dari dalam tangki dan titik ketiga berada di luar tangki untuk mengetahui temperatur luar lingkungan. Setelah itu dilakukan juga pengukuran pertambahan tinggi dan volume VCO yang dihasilkan.

Pengambilan data temperatur suhu santan menjadi krim diambil setiap 30 menit selama 3 jam. Berdasarkan perubahan temperatur yang terjadi pada 3 pengujian jenis kelapa berbeda daerah yaitu Palembang, Lubuk Basung dan Pesisir Selatan, dapat dilihat perbandingan rata-rata antara pengujian santan menjadi krim santan

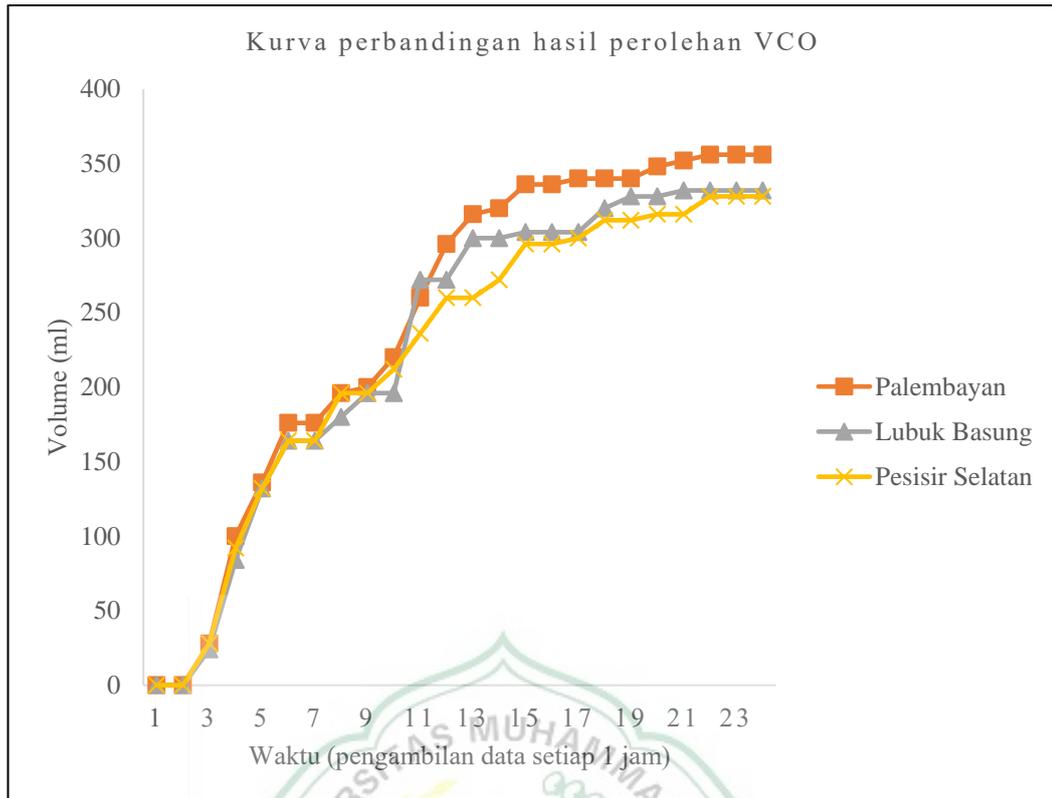
selama 3 jam dan pengujian krim santan menjadi VCO selama 24 jam pada gambar berikut:



Gambar 4.14. Grafik perbandingan antara rata-rata temperatur pengujian santan menjadi krim santan dan temperatur krim santan menjadi VCO

Pada gambar 4.14 nampak kenaikan temperatur rata-rata pengujian santan menjadi krim santan dan krim santan menjadi VCO. Hal ini disebabkan karena, proses fermentasi krim santan menjadi VCO dalam tangki menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur.

Pada pengambilan data pertambahan tinggi dan volume VCO dilakukan pengukuran setiap 1 jam selama 24 jam. Berdasarkan data tabel dan grafik diatas, kelapa yang menghasilkan banyak VCO dihasilkan oleh jenis kelapa dari Palembang yaitu sebanyak 356 ml. Sedangkan kelapa yang menghasilkan VCO terkecil dari ketiga jenis kelapa yaitu kelapa dari Pesisir Selatan sebanyak 328 ml. Pertambahan tinggi signifikan terjadi pada pengambilan data ke-11 yaitu kelapa dari Lubuk Basung, pertambahannya sebesar 1,9 mm dengan volume sebesar 76 ml. Pada gambar 4.12 dapat dilihat perbandingan jumlah VCO yang didapat dari tiga daerah.



Gambar 4.15. Grafik perbandingan pertambahan volume VCO (ml) dari tiga jenis kelapa

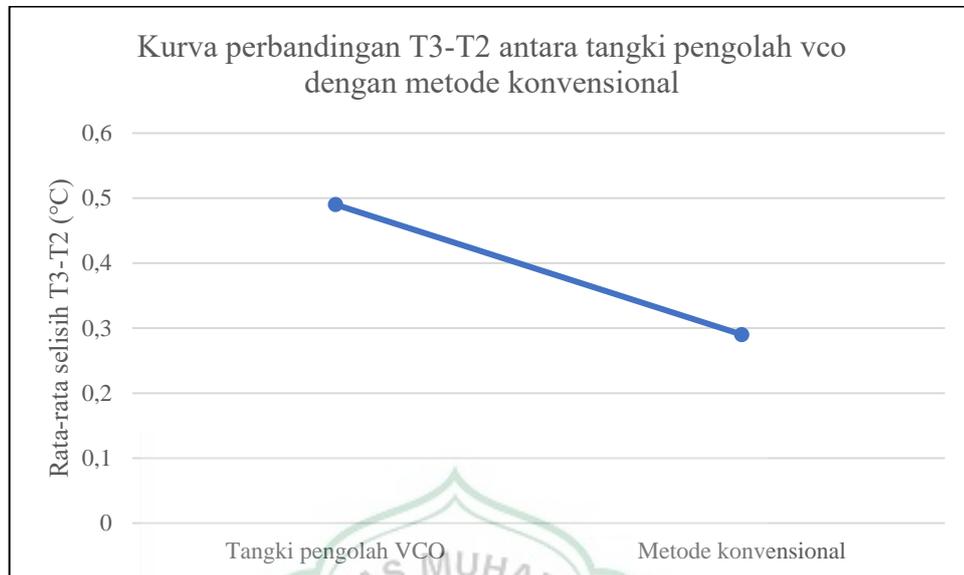
Pada gambar 4.13 nampak pertambahan VCO dimulai dari pengambilan data ke-3 sampai data ke-21. Sedangkan pada pengambilan data ke-22 sampai data ke-24, pertambahan VCO tidak terjadi.

#### 4.2.2 Analisa Validasi Hasil Pembuatan VCO Menggunakan Tangki Pengolah VCO Dengan Metode dan Alat Konvensional

Validasi hasil pembuatan VCO ini dimaksudkan untuk menentukan hasil perbandingan pembuatan VCO menggunakan tangki pengolah VCO dengan metode dan alat konvensional yang biasa dilakukan pada industri rumah tangga. Melalui validasi ini akan diambil kesimpulan apakah alat yang dirancang memiliki suatu perbedaan dengan metode dan alat konvensional yang biasa dilakukan pada industri rumah tangga dalam hal proses atau hasil pembuatan VCO.

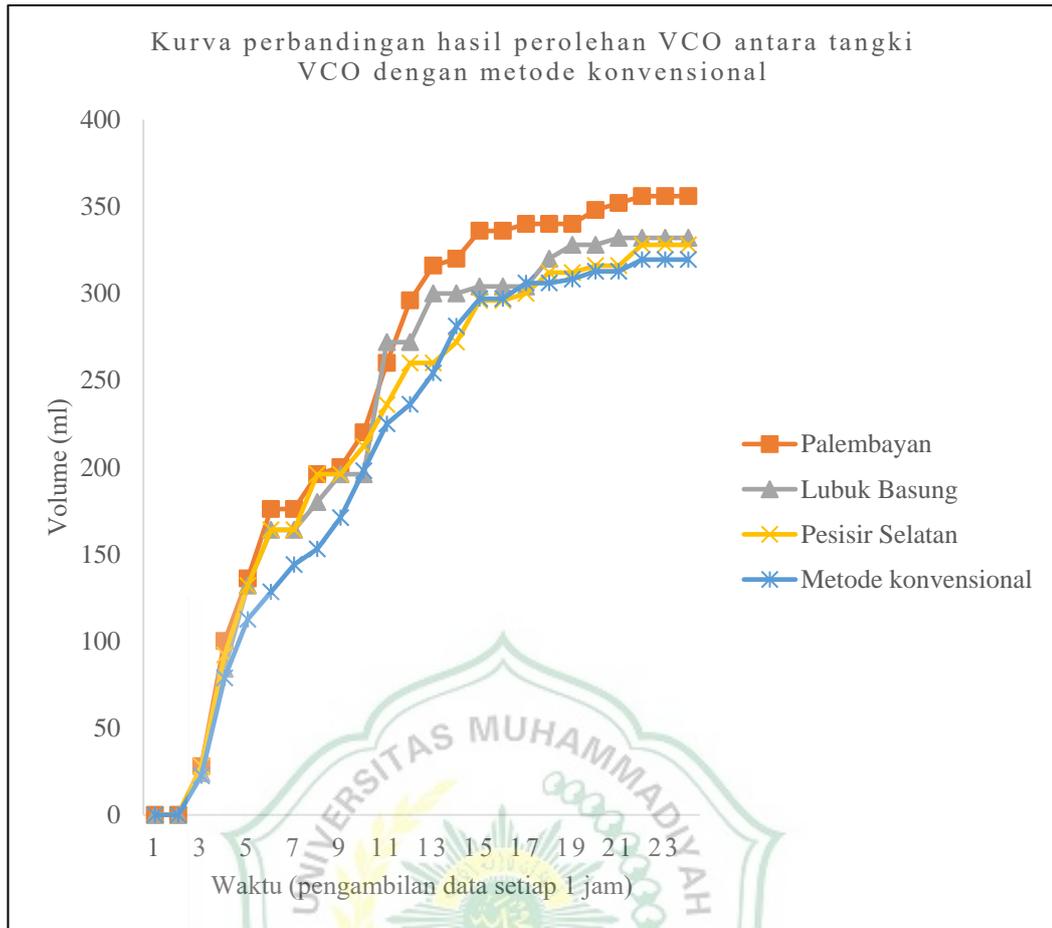
Untuk mempermudah dalam validasi ini, perbandingan akan ditentukan hanya pada rata-rata selisih perbedaan temperatur lingkungan dengan temperatur dinding dalam tangki pengolah VCO dan rata-rata selisih perbedaan temperatur lingkungan

dengan temperatur dinding dalam wadah plastik. Selanjutnya melakukan perbandingan hasil VCO yang didapat.



Gambar 4.16. Grafik perbandingan rata-rata perbedaan temperatur menggunakan tangki pengolah VCO dengan menggunakan metode dan alat konvensional

Pada gambar 4.14, dapat dilihat grafik perbandingan rata-rata perbedaan temperatur menggunakan tangki pengolah VCO lebih tinggi daripada menggunakan metode dan alat konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan isolator serbuk kayu jati lebih unggul daripada metode konvensional yang biasa dilakukan dalam industri rumah tangga.



Gambar 4.17. Grafik perbandingan pertambahan volume VCO (ml) dari menggunakan tangki pengolah VCO dengan menggunakan metode dan alat konvensional

Pada gambar 4.17 nampak pertambahan VCO dimulai dari pengambilan data ke-3 sampai data ke-21. Sedangkan pada pengambilan data ke-22 sampai data ke-24, pertambahan VCO tidak terjadi. Pada perbandingan diatas dapat kita simpulkan bahwa alur pertambahan volume VCO yang dihasilkan menggunakan tangki pengolah VCO sama dengan metode konvensional yang biasa dilakukan dalam industri rumah tangga.

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwasanya penggunaan tangki pengolah VCO dengan penggunaan wadah plastik memiliki perbedaan dalam segi ketahanan isolator sedangkan dalam hal pertambahan volume VCO, kedua alat sama-sama memiliki alur pertambahan yang serupa. Perbedaan selanjutnya adalah hasil kualitas dari VCO, Berdasarkan penggunaan bahan yang digunakan yaitu *stainless steel* AISI 304 memiliki kualitas *food grade* yang dibidang terjamin aman dibandingkan penggunaan wadah plastik.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembuatan tangki pengolah VCO dengan memanfaatkan isolator, didapat hasil sesuai dengan yang diharapkan. Pada pengujian alat, disini dilakukan pembuatan VCO menggunakan tiga jenis kelapa berbeda daerah yaitu Palembayan, Lubuk Basung dan Pesisir Selatan masing-masing sebanyak 7 buah dengan kondisi kelapa masak. Pada pengujian ini dilakukan pengamatan pada perubahan temperatur dan hasil VCO yang dihasilkan. Pengamatan temperatur dilakukan pada tiga titik setiap 30 menit sekali, dengan lokasi titik yaitu temperatur bahan uji berupa santan sampai menjadi menjadi VCO, temperatur dinding dalam tangki dan temperatur lingkungan. Terakhir dilakukan validasi data antara hasil pengujian menggunakan tangki pengolah VCO dengan menggunakan metode konvensional yang biasa dilakukan dalam industri rumah tangga. Berikut adalah hasil yang didapatkan:

1. Penggunaan tangki pengolah VCO untuk membuat VCO dari tiga jenis kelapa berbeda daerah dengan kondisi kelapa masak berhasil menghasilkan VCO.
2. Nilai selisih temperatur rata-rata pengujian santan menjadi krim santan sebesar  $0,617^{\circ}\text{C}$  lebih kecil daripada nilai selisih temperatur rata-rata pengujian krim santan menjadi VCO sebesar  $0,654^{\circ}\text{C}$ .
3. Perbandingan VCO yang dihasilkan dari tiga macam kelapa paling banyak didapat pada kelapa dari Palembayan sebanyak 356 ml sedangkan yang terkecil kelapa dari pesisir selatan 328 ml. Pertambahan volume VCO signifikan terjadi pada kelapa Lubuk Basung dengan pertambahan volume sebesar 76 ml.
4. Tangki pengolah VCO memakai bahan *stainless steel AISI 304* kualitas *food grade* yang dijamin aman dibanding dengan penggunaan wadah plastik. Kemampuan dari isolator tangki juga lebih unggul dan praktis digunakan dibandingkan dengan metode konvensional yang biasa dilakukan dalam industri rumah tangga.

## 5.2 Saran

Berdasarkan perancangan yang telah dilakukan, berikut beberapa saran yang dapat diberikan:

1. Perancangan ini sebaiknya dilakukan pengujian konduktifitas termal terhadap isolator yang dibuat sehingga diketahui nilai konduktivitas termalnya dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.
2. Hasil VCO yang didapat dari pengujian alat perlu dilakukan analisa lebih lanjut terhadap kualitas dan mutunya, karena analisa dari perancangan ini hanya berfokus pada perubahan temperatur serta kuantitas dari VCO yang didapatkan.



## Daftar Pustaka

- [1] BPS, “Luas Tanaman Perkebunan Menurut Provinsi (Ribuan Hektar), 2019-2021,” *www.bps.go.id*, 2022. <https://www.bps.go.id/indicator/54/131/1/luas-tanaman-perkebunan-menurut-provinsi.html> (accessed Aug. 19, 2022).
- [2] BPS, “Produksi Tanaman Perkebunan (Ribuan Ton), 2019-2021,” *www.bps.go.id*, 2022. <https://www.bps.go.id/indicator/54/132/1/produksi-tanaman-perkebunan.html> (accessed Aug. 19, 2022).
- [3] M. L. P. Tanasale, “Aplikasi Starter Ragi Tape Terhadap Rendemen dan Mutu Virgin Coconut Oil (VCO),” *Ekosains*, vol. 2, no. 1, pp. 47–52, 2013, [Online]. Available: [https://ejournal.unpatti.ac.id/ppr\\_iteminfo\\_ink.php?id=420](https://ejournal.unpatti.ac.id/ppr_iteminfo_ink.php?id=420).
- [4] N. Karuniastuti, “Bahaya Plastik terhadap Kesehatan dan Lingkungan,” *Swara Patra Maj. Pusdiklat Migas*, vol. 3, no. 1, pp. 6–14, 2013, [Online]. Available: <http://ejournal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/swarapatra/article/view/43/65>.
- [5] C. Zenitha, “Pengertian Isolator dan Contoh Lengkap sebagai Penghambat Panas,” *edukasi.okezone.com*, 2022. <https://edukasi.okezone.com/read/2022/07/09/624/2626681/pengertian-isolator-dan-contoh-lengkap-sebagai-penghambat-panas> (accessed Aug. 20, 2022).
- [6] D. A. I. Pramitha and D. Juliadi, “PENGARUH SUHU TERHADAP BILANGAN PEROKSIDA DAN ASAM LEMAK BEBAS PADA VCO (Virgin Coconut Oil) HASIL FERMENTASI,” *Indones. E-Journal Appl. Chem.*, vol. 7, pp. 149–154, 2019.
- [7] Y. Pusvyta and R. Afriany, “Perancangan Alat Pemindah Masakan Yang Aman : Kajian Material,” *Teknika*, p. 17, 2014.
- [8] Anonim, “Peranan Utama Stainless Steel Pada Industri Pangan,” *www.indomakmur.com*, 2020. [https://www.indomakmur.com/blog/blog\\_detail/peranan-utama-stainless-steel-pada-industri-](https://www.indomakmur.com/blog/blog_detail/peranan-utama-stainless-steel-pada-industri-)

- pangan (accessed Aug. 22, 2022).
- [9] W. C. Asri, "Sifat Termal Dan Mekanik Komposit Panel Dinding Tahan Gempa Ramah Lingkungan Dengan Penambahan Serabut Kelapa," 2011.
- [10] Anonim, "Alat Masak Stainless Steel dan Keunggulannya - Mr," *www.mrkitchen.co.id*. <https://www.mrkitchen.co.id/alat-masak-stainless-steel-dan-keunggulannya/> (accessed Aug. 15, 2022).
- [11] E. Wikandari, "Stainless Steel 304, 316, 430, dan 201, Apa Bedanya?," *Http://Blog.Duniamasak.Com/*, 2017. <http://blog.duniamasak.com/stainless-steel-304-316-430-dan-201-apa-bedanya/> (accessed Aug. 15, 2022).
- [12] A. A. Pramono, M. A. Fauzi, N. Widyani, I. Heriansyah, and J. M. Roshetko, *Panduan Pengelolaan Hutan Jati Rakyat*. 2010.
- [13] Inspiring, "Manfaat Kayu Jati dalam Kehidupan Kita Sehari-hari," *inspiring.id*. <https://inspiring.id/manfaat-kayu-jati/> (accessed Aug. 15, 2022).
- [14] T. Puwarto, "Pembuatan Produk Berbahan Komposit Serat Bambu Apus Studi Kasus Aksesoris Interior Mobil Dengan Bentuk Dan Kontur Lengkung Yang Sederhana," pp. 4–12, 2019.
- [15] T. E. Rumah.com, "Pengertian Resin, Manfaat, Jenis dan 8 Kerajinannya," *www.rumah.com*. <https://www.rumah.com/panduan-properti/mengenal-resin-50851> (accessed Aug. 15, 2022).
- [16] Anonim, "Plywood adalah - Pengertian, Pemeringkatan dan Kelebihan Plywood Indomulia Multi Karya," *indolasercutting.com*. <https://indolasercutting.com/plywood-adalah/> (accessed Aug. 15, 2022).
- [17] S. Alfari, "Mengenal Lebih Dalam Tentang Akrilik," *www.arsitag.com*, 2017. <https://www.arsitag.com/article/mengenal-akrilik> (accessed Aug. 15, 2022).
- [18] R. G. L. Mukin, "Studi Pembuatan Minyak Kelapa (Cocos Nucifera Linneaus) Virgin Coconut Oil (VCO)," *Skripsi*, pp. 1–56, 2019.
- [19] J. P. Holman, *Heat Transfer*, 10th Editi. New York, 2010.

# LAMPIRAN



## Lampiran

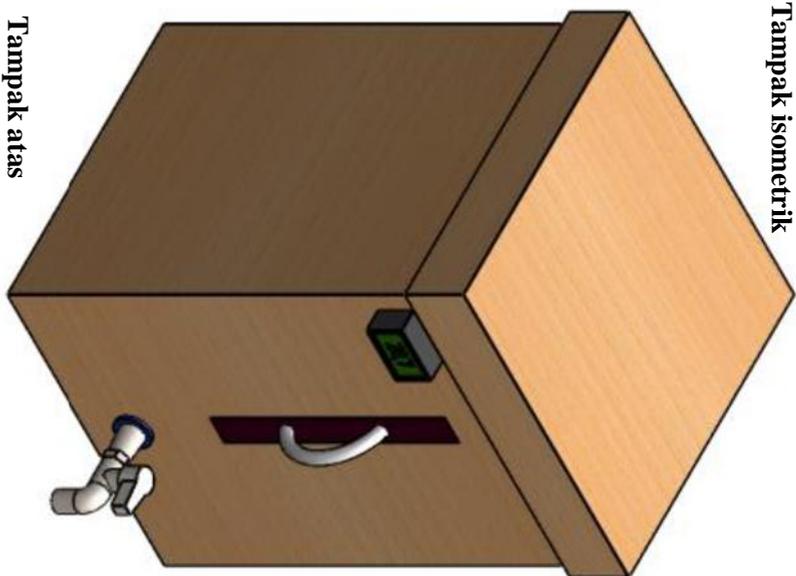
### Lampiran 1. Tabel Komposisi asam lemak minyak kelapa VCO

Tabel Komposisi asam lemak minyak kelapa VCO

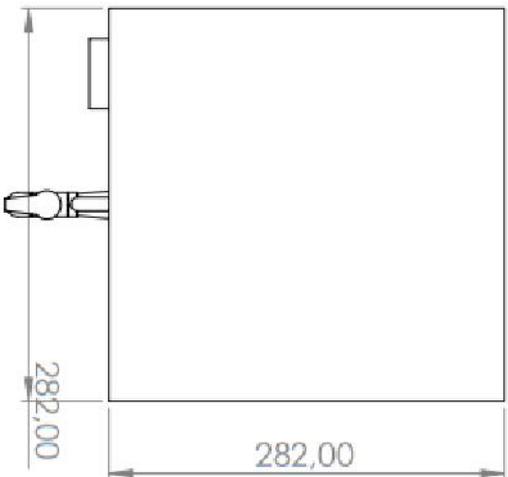
Asam Lemak	Rumus Kimia	Jumlah ( % )
Asam lemak jenuh		
Asam Laurat	$C_{11}H_{23}COOH$	43,0 – 53,0
Asam Miristat	$C_{13}H_{27}COOH$	16,0 – 21,0
Asam Kaprat	$C_9H_{19}COOH$	4,5 – 8,0
Asam Palmitat	$C_{15}H_{31}COOH$	7,5 – 10,0
Asam Kaprilat	$C_7H_{15}COOH$	5,0 - 10,0
Asam Kaproat	$C_5H_{11}COOH$	0,4 – 0,6
Asam lemak tidak jenuh		
Asam Oleat	$C_{16}H_{32}COOH$	1,0 – 2,5
Asam Palmitoleat	$C_{14}H_{28}COOH$	2,0 – 4,0

Sumber: Setiaji dan Surip Prayogo, 2006

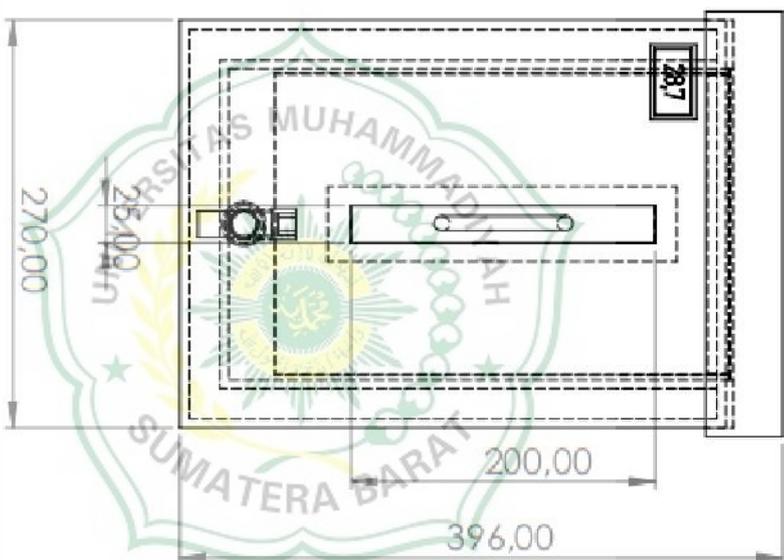
Tampak isometrik



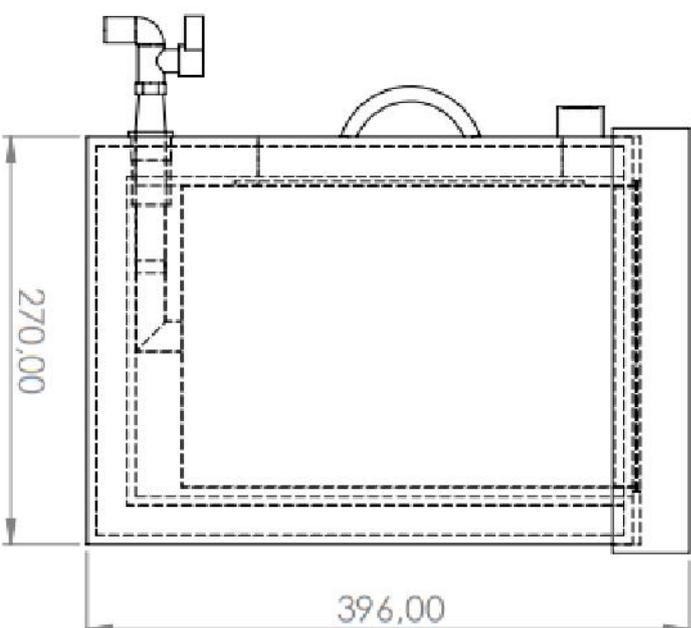
Tampak atas



Tampak depan

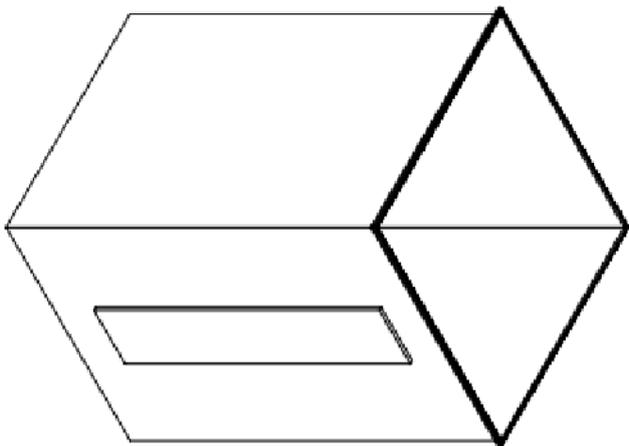


Tampak potongan samping

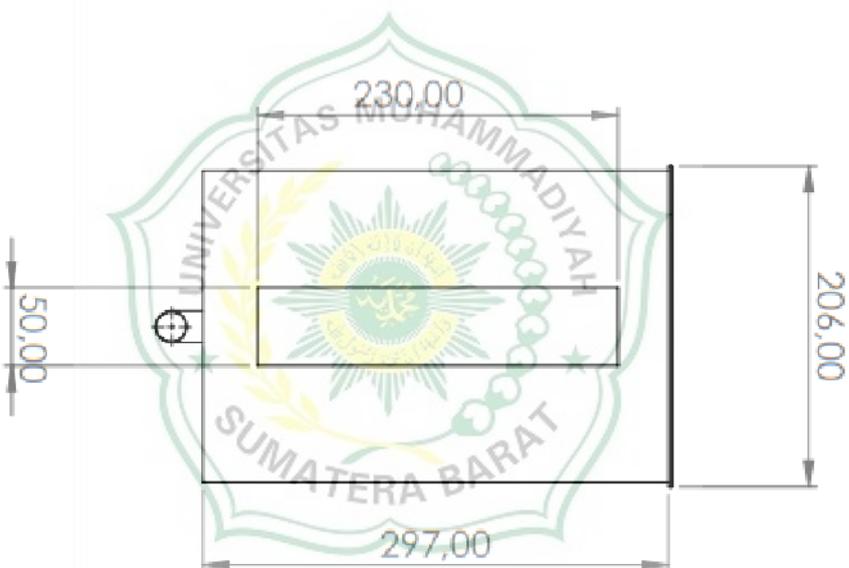


	Skala	: -	Digambar	: M. Ramadhan Kasman	Keterangan :		
	Satuan	: mm	NIM	: 181000221201037			
Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat	Tanggal	: 01/09/22	Diperiksa	:	Assemble Tangki Pengolah VCO	No 1	A4

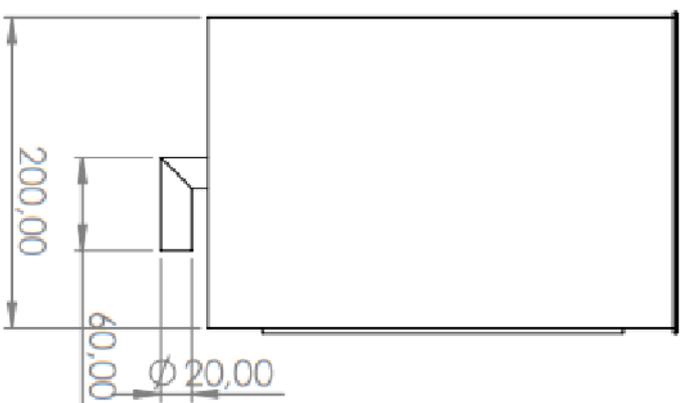
Tampak isometrik



Tampak depan

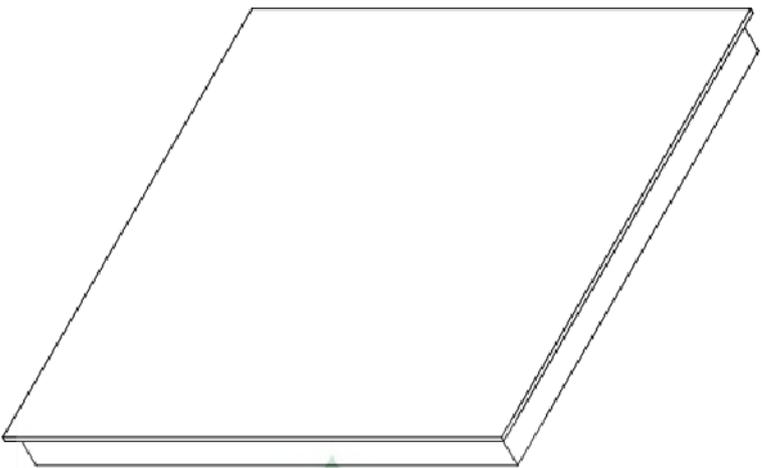


Tampak samping



	Skala :-	Digambar : M. Ramadhan Kasman	Keterangan :	
	Satuan : mm	NIM : 181000221201037		
	Tanggal : 01/09/22	Diperiksa :		
Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat	Tangki Stainless Steel/304	No 2	A4	

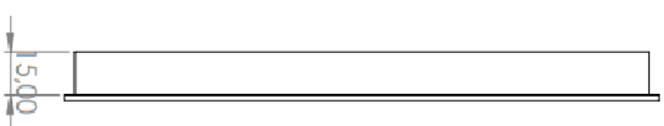
Tampak isometrik



Tampak atas



Tampak samping



Skala :-

Satuan : mm

Tanggal : 01/09/22

Digambar : M. Ramadhan Kasman

NIM : 181000221201037

Diperiksa :

Keterangan :

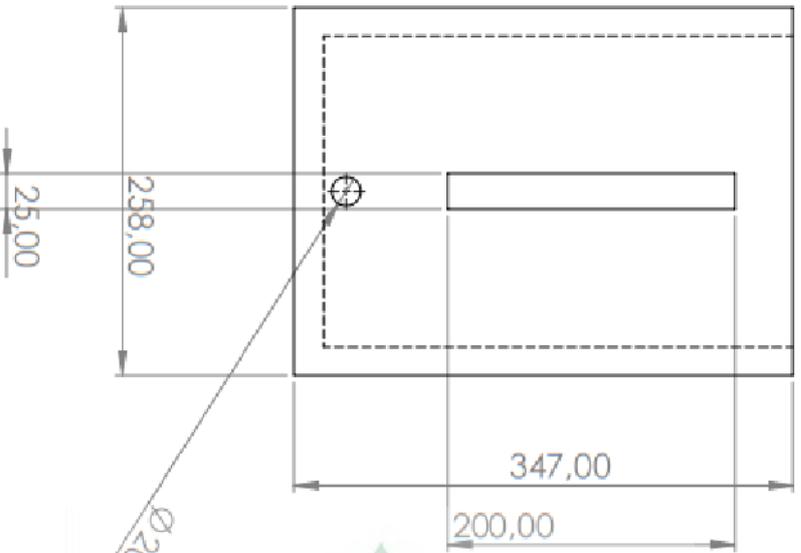
Universitas Muhammadiyah  
Sumatera Barat

Tutup Tangki *Stainless Steel* / 304

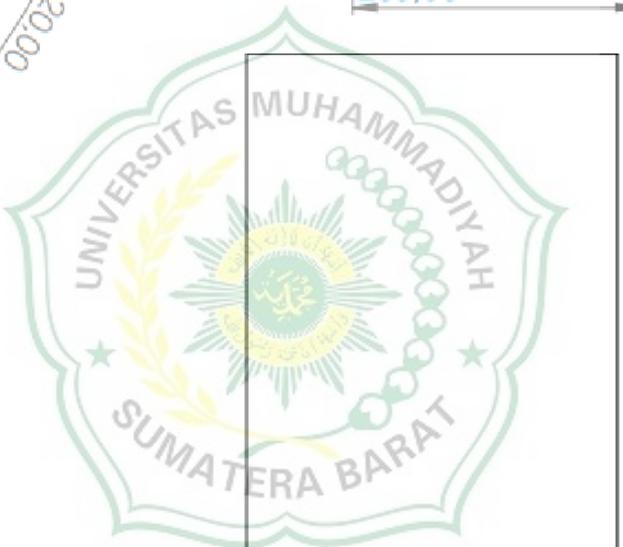
No 3

A4

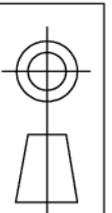
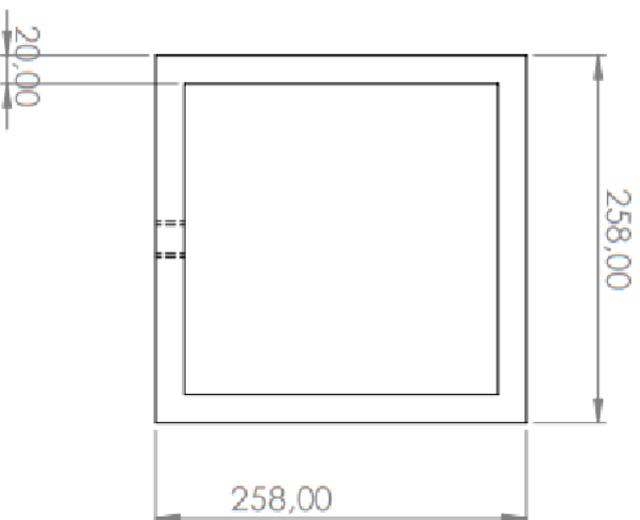
Tampak depan



Tampak samping



Tampak atas



Skala :-  
Satuan : mm  
Tanggal : 01/09/22

Digambar : M. Ramdhan Kasman  
NIM : 181000221201037  
Diperiksa :

Keterangan :

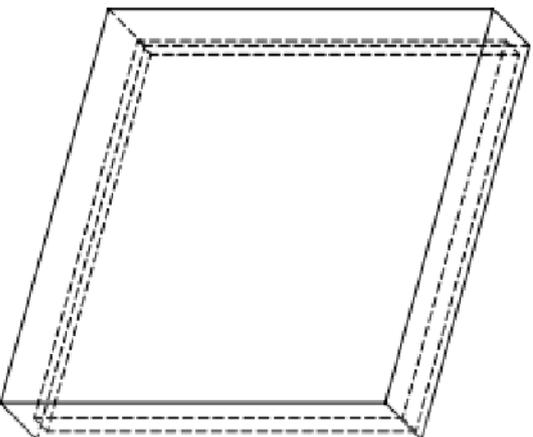
Universitas Muhammadiyah  
Sumatera Barat

Isolator

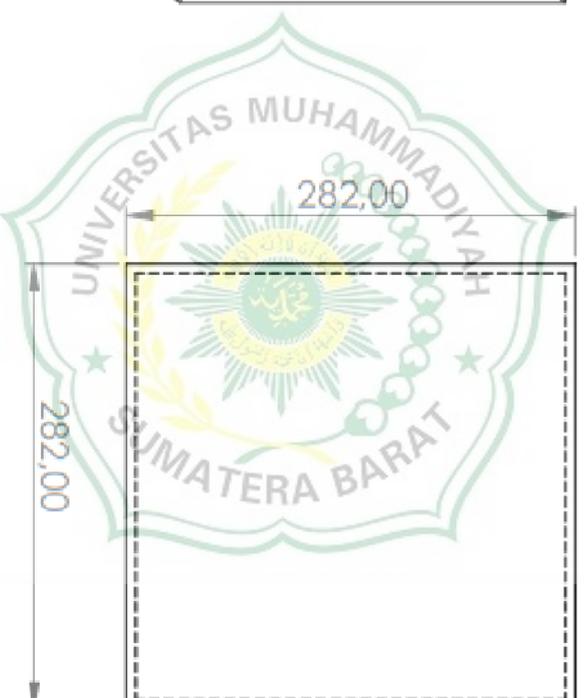
No 4

A4

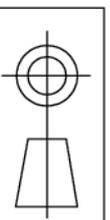
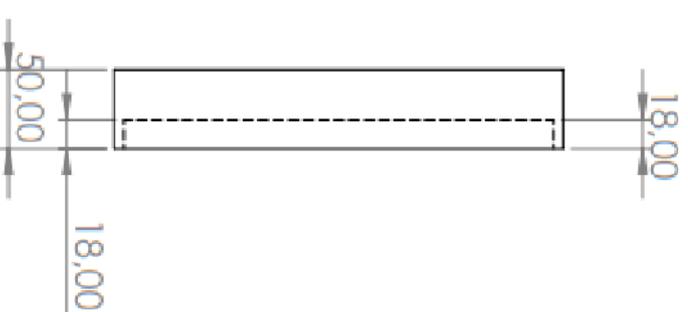
Tampak isometrik



Tampak atas



Tampak samping



Skala :-

Satuan : mm

Tanggal : 01/09/22

Digambar : M. Ramadhan Kasman

NIM : 181000221201037

Diperiksa :

Keterangan :

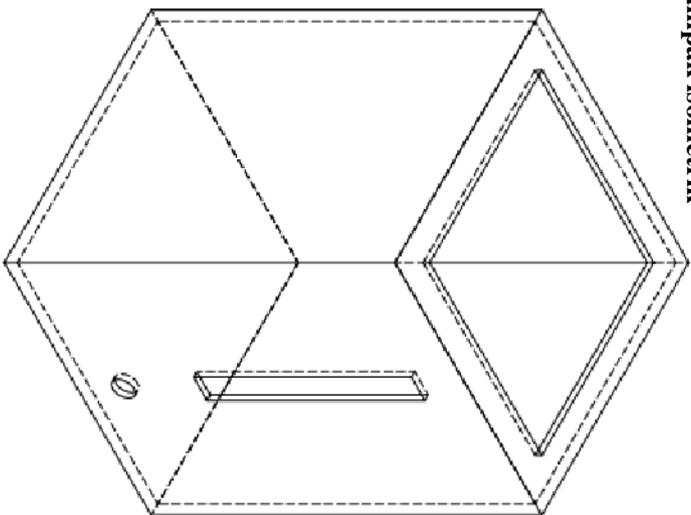
Universitas Muhammadiyah  
Sumatera Barat

Tutup Isolator

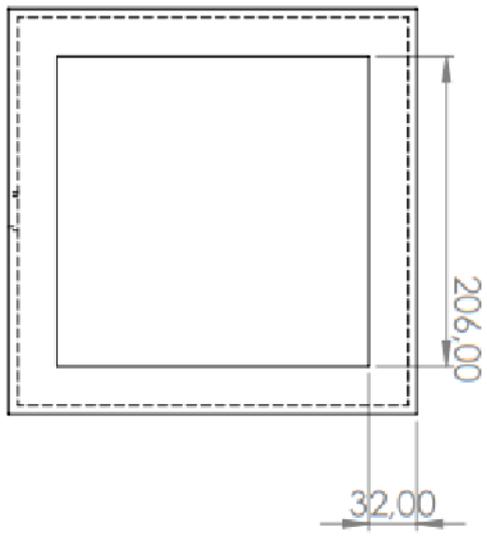
No 5

A4

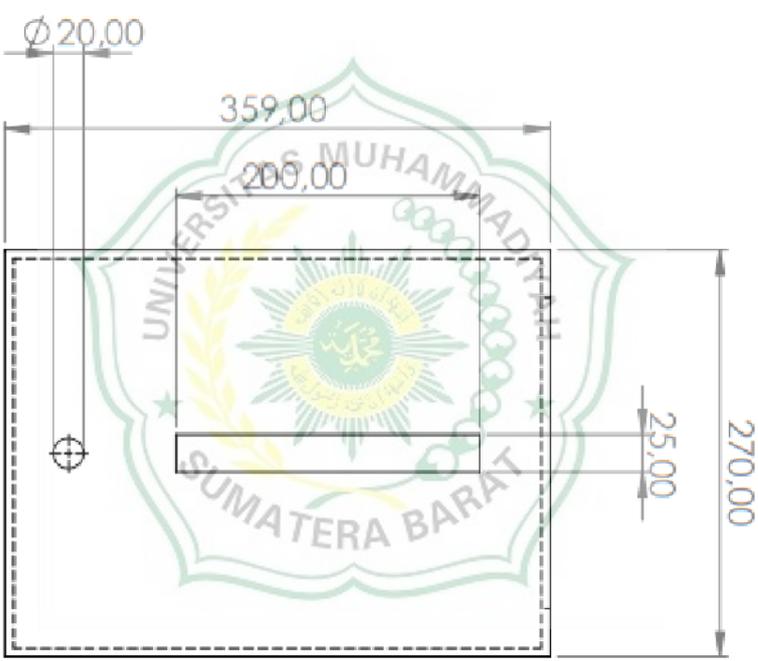
Tampak isometrik



Tampak atas



Tampak depan



Tampak samping



Skala :-

Satuan : mm

Tanggal : 01/09/22

Digambar : M. Ramadhan Kasman

NIM : 181000221201037

Diperiksa :

Keterangan :

Universitas Muhammadiyah  
Sumatera Barat

Kover Isolator

No 6

A4

Lampiran 3. Pembuatan tangki



Lampiran 4. Isolator dan kover isolator



Lampiran 5. Perakitan isolator dan kover



Lampiran 6. *Finishing* alat



Lampiran 7. Pengujian



Lampiran 8. Kartu konsultasi bimbingan skripsi



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Jl. By Pass Asir Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp: (0752) 825737, Hp: 082384929103  
Website: www.ft.umsh.ac.id Email: fakultasteknik@umsh.ac.id

**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama Mahasiswa	: M. Ramadhan Kasman
NIM	: 1810002202037
Program Studi	: Teknik Mesin
Pembimbing I	: Armita, ST., MT.
Pembimbing II	: Rudi Kurniawan, Arief, ST., MT., Ph.D
Judul	: Rancang Bangun Tangki Pengolahan Minyak Cacingan Dengan Memanfaatkan Isolator Serbuk Kayu Jati

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	25/6/22	Bab I Perbaiki	<i>[Signature]</i>	
2.	29/6/22	Sei Bab I & Lanjut bab II	<i>[Signature]</i>	
3.	5/7/22	Perbaiki BAB II Tambahkan	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
4.		Sei ttg Material stainless steel		
5.	15/7/22	Bab IV Analisa dan tuga	<i>[Signature]</i>	
6.		masih belum selesai Perbaiki		
7.		dan lanjut		<i>[Signature]</i>
8.		masuk Bab V		<i>[Signature]</i>
9.	1/8/22	Perbaiki Analisa & Saran	<i>[Signature]</i>	
10.	17/8/22	ACC - SEMINAR HASIL	<i>[Signature]</i>	

Catatan:  
1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftran seminar.  
2. Dapat diperbahayak bila diperlukan.

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Mesin,  
*[Signature]*  
NIDN. 1023008105