

**PRARANCANGAN PABRIK *VIRGIN COCONUT OIL*
(VCO) DENGAN PROSES FERMENTASI
MENGUNAKAN RAGI ROTI PADA KAPASITAS
25.000 TON/TAHUN**

PRARANCANGAN PABRIK

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia**



Oleh :

Nama : Aurisha Noor Rizda Fadhillah

No. Mahasiswa : 18521012

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2023

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PRARANCANGAN PABRIK *VIRGIN COCONUT OIL* (VCO) DENGAN
PROSES FERMENTASI MENGGUNAKAN RAGI ROTI PADA
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Aurisha Noor Rizda Fadhillah

No. Mahasiswa : 18521012

Yogyakarta, 7 Maret 2023

Menyatakan bahwa seluruh hasil Penelitian ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Aurisha Noor Rizda Fadhillah

NIM : 18521012

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRARANCANGAN PABRIK *VIRGIN COCONUT OIL* (VCO) DENGAN
PROSES FERMENTASI MENGGUNAKAN RAGI ROTI PADA
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Aurisha Noor Rizda Fadhillah
No. Mahasiswa : 18521012

Yogyakarta, 7 Maret 2023

Pembimbing,



Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

NIP : 155211305

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRARANCANGAN PABRIK VIRGIN COCONUT OIL (VCO) DENGAN
PROSES FERMENTASI MENGGUNAKAN RAGI ROTI PADA
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Aurisha Noor Rizda Fadhillah
No. Mahasiswa : 18521012

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 24 Mei 2023

Tim Penguji,

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

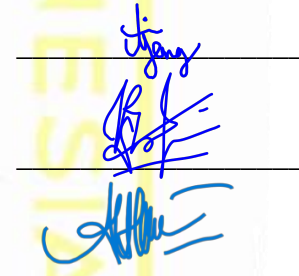
Ketua

Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.T.

Anggota I

Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng.

Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Chofila Tamzysi, S.T., M.Eng.

NIP : 185210101

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Naskah Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik *Virgin Coconut Oil* (VCO) Dengan Proses Fermentasi Menggunakan Ragi Roti Pada Kapasitas 25.000 Ton/Tahun” guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Adapun dalam penyusunan Naskah Tugas Akhir ini, kami dibantu oleh berbagai pihak yang turut andil dalam proses penyusunan Naskah Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Orang tua dan keluarga atas kasih sayang, perhatian, doa, serta dukungan baik moril maupun material yang telah diberikan.
2. Suami tercinta atas kasih sayang, perhatian, doa, serta dukungan baik moril maupun material yang telah diberikan.
3. Ibu Ifa Puspasari, Dr., S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Cholila Tamzysi, S.T., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

5. Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang senantiasa meluangkan waktunya serta memberikan arahan terkait bimbingan selama penyusunan Naskah Tugas Akhir ini berlangsung.
6. Seluruh dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia yang selama ini telah membimbing dan mengajarkan kami.
7. Semua pihak yang telah membantu berjalannya proses penyusunan Naskah Tugas Akhir yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu.
8. Serta pembaca yang telah mematuhi untuk tidak merusak, mengotori, menyalahgunakan, ataupun menghilangkan Naskah Tugas Akhir yang telah kami buat.

Kami menyadari bahwa Naskah Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk memperbaiki penulisan Naskah Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Naskah Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis, namun juga bagi para pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 7 Maret 2023

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING | iii |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| ABSTRAK | xix |
| ABSTRACT | xx |
| BAB I | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik | 4 |
| 1.2.1 <i>Supply</i> (Penawaran) | 4 |
| 1.2.2 <i>Demand</i> (Permintaan) | 7 |
| 1.2.3 Penentuan Kapasitas Pabrik | 9 |
| 1.3 Tinjauan Pustaka | 11 |
| 1.3.1 Kelapa | 11 |
| 1.3.2 Minyak Kelapa | 14 |
| 1.3.3 VCO | 15 |
| 1.3.4 Proses Pembuatan VCO | 18 |
| 1.3.5 Ragi Roti | 22 |
| 1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika | 23 |
| 1.4.1 Tinjauan Termodinamika | 23 |
| 1.4.2 Tinjauan Kinetika | 25 |
| BAB II | 28 |
| PERANCANGAN PRODUK | 28 |
| 2.1 Spesifikasi Produk | 28 |
| 2.1.1 Sifat Fisika Produk | 28 |

| | | |
|---------------------------|---|-----------|
| 2.1.2 | Sifat Kimia Produk..... | 29 |
| 2.2 | Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung..... | 30 |
| 2.3 | Pengendalian Kualitas..... | 31 |
| 2.3.1. | Pengendalian Kualitas Bahan Baku..... | 31 |
| 2.3.2. | Pengendalian Kualitas Produk..... | 32 |
| 2.3.3. | Pengendalian Proses..... | 32 |
| BAB III | ..... | 35 |
| PERANCANGAN PROSES | ..... | 35 |
| 3.1 | Diagram Alir Proses dan Material..... | 35 |
| 3.1.1. | Diagram Alir Kualitatif..... | 35 |
| 3.1.2. | Diagram Alir Kuantitatif..... | 36 |
| 3.2 | Uraian Proses..... | 37 |
| 3.2.1 | Tahapan Proses Persiapan Bahan Baku..... | 37 |
| 3.2.2 | Tahapan Pembuatan Santan..... | 38 |
| 3.2.3 | Tahapan Proses Pembuatan Starter..... | 38 |
| 3.2.4 | Tahapan Proses Fermentasi dan Penyimpanan Produk VCO..... | 38 |
| 3.3 | Spesifikasi Alat..... | 41 |
| 3.3.1. | <i>Pulverizer (C-110)</i> | 41 |
| 3.3.2. | <i>Mature Coconut Conveyor (J-111)</i> | 41 |
| 3.3.3. | <i>Dehusker (X-112)</i> | 42 |
| 3.3.4. | <i>Coconut Without Coir Conveyor (J-113)</i> | 42 |
| 3.3.5. | <i>Desheller (X-114)</i> | 42 |
| 3.3.6. | <i>Coconut Without Shell Conveyor (J-115)</i> | 43 |
| 3.3.7. | <i>Paring (X-116)</i> | 43 |
| 3.3.8. | <i>Coconut Flesh Conveyor (J-117)</i> | 44 |
| 3.3.9. | <i>Coconut Waste Conveyor (J-118)</i> | 44 |
| 3.3.10. | <i>Screw Press (H-220)</i> | 45 |
| 3.3.11. | <i>Bleaching Tank (T-221)</i> | 45 |
| 3.3.12. | <i>Mills (C-222)</i> | 46 |
| 3.3.13. | <i>Water Heater (E-223)</i> | 46 |
| 3.3.14. | <i>Water Pump (P-224)</i> | 47 |
| 3.3.15. | <i>Activation Tank (T-330)</i> | 48 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3.3.16. | <i>Coconut Water Heater (E-331)</i> | 48 |
| 3.3.17. | <i>Coconut Water Pump (P-332)</i> | 49 |
| 3.3.18. | <i>Baker Yeast Conveyor (J-333)</i> | 49 |
| 3.3.19. | <i>Filter Press (FP-444)</i> | 50 |
| 3.3.20. | <i>Fermentation Tank (R-440)</i> | 51 |
| 3.3.21. | <i>Coconut Milk Pump (P-441)</i> | 51 |
| 3.3.22. | <i>Sugar Conveyor (J-334)</i> | 52 |
| 3.3.23. | <i>Starter Pump (L-442)</i> | 52 |
| 3.3.24. | <i>Fermentation Pump (P-443)</i> | 53 |
| 3.3.1. | <i>Decanter (H-450)</i> | 53 |
| 3.3.2. | <i>Deactivation Tank (T-451)</i> | 54 |
| 3.3.3. | <i>Waste Pump (P-452)</i> | 54 |
| 3.3.4. | <i>VCO Storage (S-460)</i> | 55 |
| 3.3.5. | <i>Unrefined VCO Pump (P-461)</i> | 55 |
| 3.3.6. | <i>Coalescing Separator (H-462)</i> | 56 |
| 3.3.7. | <i>VCO Pump (P-463)</i> | 56 |
| 3.3.8. | <i>Waste Water Pump (P-464)</i> | 57 |
| 3.4 | <i>Neraca Massa</i> | 57 |
| 3.4.1 | <i>Neraca Massa Total</i> | 57 |
| 3.5 | <i>Neraca Massa Komponen</i> | 60 |
| 3.5.1 | <i>Dehusker (X-112)</i> | 60 |
| 3.5.2 | <i>Desheller (X-114)</i> | 61 |
| 3.5.3 | <i>Paring (X-116)</i> | 62 |
| 3.5.4 | <i>Pulverizer (C-110)</i> | 63 |
| 3.5.5 | <i>Bleaching Tank (T-221)</i> | 64 |
| 3.5.6 | <i>Screw Press (H-220)</i> | 65 |
| 3.5.7 | <i>Activation Tank (T-330)</i> | 66 |
| 3.5.8 | <i>Fermentation Tank (R-440)</i> | 67 |
| 3.5.9 | <i>Filter Press (FP-444)</i> | 68 |
| 3.5.10 | <i>Decanter (H-450)</i> | 69 |
| 3.5.11 | <i>Deactivation Tank (T-451)</i> | 70 |
| 3.5.12 | <i>Coalescing Separator (H-462)</i> | 71 |

| | | |
|---------------------------|--|-----|
| 3.6 | Perhitungan Neraca Panas..... | 72 |
| 3.6.1 | <i>Water Heater</i> (E-223) | 72 |
| 3.6.2 | <i>Coconut Water Heater</i> (E-331)..... | 72 |
| 3.6.3 | <i>Activation Tank</i> (T-330)..... | 72 |
| 3.6.4 | <i>Fermentation Tank</i> (R-440) | 73 |
| 3.6.5 | <i>Deactivation Tank</i> (M-451)..... | 73 |
| BAB IV | ..... | 74 |
| PERANCANGAN PABRIK | ..... | 74 |
| 4.1 | Lokasi Pabrik | 74 |
| 3.1.3. | Faktor Primer | 74 |
| 3.1.4. | Faktor Sekunder | 78 |
| 4.2 | Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>)..... | 87 |
| 4.3 | Tata Letak Bangunan Pabrik..... | 89 |
| 4.4 | Tata Letak Mesin/Alat Proses (<i>Machines Layout</i>)..... | 91 |
| 4.5 | Organisasi Perusahaan | 95 |
| 4.4.1 | Struktur Organisasi Perusahaan | 95 |
| 4.4.2 | Wewenang dan Tanggung Jawab..... | 99 |
| 4.4.3 | Analisis dan Perhitungan Jumlah Karyawan..... | 103 |
| 4.4.4 | Kualifikasi Karyawan Penggolongan Gaji..... | 107 |
| 4.4.5 | Pengaturan Jam Kerja | 108 |
| 4.4.6 | Fasilitas Karyawan | 110 |
| 4.4.7 | Hak Karyawan..... | 112 |
| BAB V | ..... | 114 |
| UTILITAS | ..... | 114 |
| 5.1 | Unit Penyediaan dan Pengolahan Air | 114 |
| 5.1.1 | Unit Penyediaan Air | 114 |
| 5.2 | Unit Pembangkit <i>Steam</i> | 119 |
| 5.3 | Unit Pembangkit Listrik..... | 120 |
| 5.4 | Unit Penyedia Bahan Bakar | 124 |
| 5.5 | Unit Pengolahan Limbah..... | 124 |
| BAB VI | ..... | 127 |
| EVALUASI EKONOMI | ..... | 127 |

| | | |
|-----------------------|---|-----|
| 6.1 | Metode Penafsiran Harga Peralatan | 128 |
| 6.2 | Harga Peralatan | 129 |
| 6.3 | Perhitungan <i>Total Capital Investment</i> (TCI) | 130 |
| 6.3.1 | <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI) | 130 |
| 6.3.2 | <i>Working Capital Investment</i> (WCI) | 131 |
| 6.4 | <i>Total Production Cost</i> (TPC) | 133 |
| 6.5 | Analisis Profitabilitas | 135 |
| BAB VII | ..... | 141 |
| KESIMPULAN | ..... | 141 |
| DAFTAR PUSTAKA | ..... | 143 |
| LAMPIRAN | ..... | 150 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1. 1 Data Pabrik VCO di Indonesia | 10 |
| Tabel 1. 2 Komposisi Kimia Daging Kelapa Pada Berbagai Tingkat Kematangan | 12 |
| Tabel 1. 3 Komposisi Asam Lemak VCO | 16 |
| Tabel 1. 4 Syarat Mutu VCO Sesuai SNI 7381:2008 | 17 |
| Tabel 2. 1 Sifat Fisika Produk..... | 28 |
| Tabel 2. 2 Sifat Kimia Produk..... | 29 |
| Tabel 2. 3 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung | 30 |
| Tabel 3. 1 Spesifikasi Pulverier (C-110)..... | 41 |
| Tabel 3. 2 Spesifikasi <i>Mature Coconut Conveyor</i> (J-111)..... | 41 |
| Tabel 3. 3 Spesifikasi <i>Dehusker</i> (X-112)..... | 42 |
| Tabel 3. 4 <i>Coconut Without Coir Conveyor</i> (J-113)..... | 42 |
| Tabel 3. 5 Spesifikasi <i>Desheller</i> (X-114)..... | 42 |
| Tabel 3. 6 Spesifikasi <i>Coconut Without Shell Conveyor</i> (J-115)..... | 43 |
| Tabel 3. 7 Spesifikasi <i>Paring</i> (X-116) | 43 |
| Tabel 3. 8 Spesifikasi <i>Coconut Flesh Conveyor</i> (J-117)..... | 44 |
| Tabel 3. 9 Spesifikasi <i>Coconut Waste Conveyor</i> (J-118) | 44 |
| Tabel 3. 10 <i>Spesifikasi Screw Press</i> (H-220) | 45 |
| Tabel 3. 11 Spesifikasi <i>Bleaching Tank</i> (T-221) | 45 |
| Tabel 3. 12 Spesifikasi <i>Mills</i> (C-222) | 46 |
| Tabel 3. 13 Spesifikasi <i>Water Heater</i> (E-223)..... | 47 |
| Tabel 3. 14 Spesifikasi <i>Water Pump</i> (P-224)..... | 47 |
| Tabel 3. 15 Spesifikasi <i>Activation Tank</i> (T-330) | 48 |
| Tabel 3. 16 Spesifikasi <i>Coconut Water Heater</i> (E-331) | 48 |
| Tabel 3. 17 Spesifikasi <i>Coconut Water Pump</i> (P-332) | 49 |
| Tabel 3. 18 Spesifikasi <i>Baker Yeast Conveyor</i> (J-333)..... | 49 |
| Tabel 3. 19 Spesifikasi <i>Filter Press</i> (FP-444)..... | 50 |
| Tabel 3. 20 Spesifikasi <i>Fermentation Tank</i> (R-440)..... | 51 |
| Tabel 3. 21 Spesifikasi <i>Coconut Milk Pump</i> (P-441)..... | 51 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Tabel 3. 22 | <i>Sugar Conveyor</i> (J-334) | 52 |
| Tabel 3. 23 | Spesifikasi <i>Starter Pump</i> (P-442) | 52 |
| Tabel 3. 24 | Spesifikasi <i>Fermentation Pump</i> (P-443) | 53 |
| Tabel 3. 25 | Spesifikasi <i>Decanter</i> (H-450) | 53 |
| Tabel 3. 26 | <i>Deactivation Tank</i> (T-451) | 54 |
| Tabel 3. 27 | Spesifikasi <i>Waste Pump</i> (P-452) | 54 |
| Tabel 3. 28 | Spesifikasi <i>VCO Storage</i> | 55 |
| Tabel 3. 29 | Spesifikasi <i>Unrefined VCO Pump</i> (P-461) | 55 |
| Tabel 3. 30 | <i>Coalescing Separator</i> (H-462) | 56 |
| Tabel 3. 31 | Spesifikasi <i>VCO Pump</i> (P-463) | 56 |
| Tabel 3. 32 | Spesifikasi <i>Waste Water Pump</i> (P-464) | 57 |
| Tabel 3. 33 | Tabel Neraca Massa Total | 58 |
| Tabel 3. 34 | Tabel Neraca Massa pada <i>Dehusker</i> | 60 |
| Tabel 3. 35 | Tabel Neraca Massa pada <i>Desheller</i> | 61 |
| Tabel 3. 36 | Tabel Neraca Massa pada <i>Paring</i> | 62 |
| Tabel 3. 37 | Tabel Neraca Massa pada <i>Pulverizer</i> | 63 |
| Tabel 3. 38 | Tabel Neraca Massa pada <i>Bleaching Tank</i> | 64 |
| Tabel 3. 39 | Tabel Neraca Massa pada <i>Screw Press</i> | 65 |
| Tabel 3. 40 | Tabel Neraca Massa pada <i>Activation Tank</i> | 66 |
| Tabel 3. 41 | Tabel Neraca Massa pada <i>Fermentation Tank</i> | 67 |
| Tabel 3. 42 | Tabel Neraca Massa pada <i>Filter Press</i> | 68 |
| Tabel 3. 42 | Tabel Neraca Massa pada <i>Decanter</i> | 69 |
| Tabel 3. 43 | Tabel Neraca Massa pada <i>Deactivation Tank</i> | 70 |
| Tabel 3. 44 | Tabel Neraca Massa pada <i>Coalescing Separator</i> | 71 |
| Tabel 3. 45 | Tabel Neraca Panas pada <i>Water Heater</i> | 72 |
| Tabel 3. 46 | Tabel Neraca Panas pada <i>Coconut Water Heater</i> | 72 |
| Tabel 3. 47 | Tabel Neraca Panas pada <i>Activation Tank</i> | 72 |
| Tabel 3. 48 | Tabel Neraca Panas pada <i>Fermentation Tank</i> | 73 |
| Tabel 3. 49 | Tabel Neraca Panas <i>Deactivation Tank</i> | 73 |
| Tabel 4. 1 | Data Produksi Kelapa di Indonesia Tahun 2017-2021 | 75 |
| Tabel 4. 3 | Uraian Penjelasan Penentuan Lokasi Pabrik | 81 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 4. 4 Keterangan Kebutuhan Bangunan Pabrik VCO Kapasitas 25.000 ton/tahun..... | 90 |
| Tabel 4. 5 Keterangan Kode Alat Area Produksi VCO | 94 |
| Tabel 4. 6 Karyawan Pabrik VCO | 105 |
| Tabel 4. 7 Jadwal <i>Shift</i> | 110 |
| Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Pendingin..... | 118 |
| Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Proses | 118 |
| Tabel 5. 3 Total Kebutuhan Air Utilitas..... | 119 |
| Tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik pada Unit Proses Produksi | 121 |
| Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik pada Unit Pengolahan Air..... | 122 |
| Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan..... | 122 |
| Tabel 5. 7 Kebutuhan Listrik untuk Lain-lain..... | 123 |
| Tabel 5. 8 Total Kebutuhan Listrik | 123 |
| Tabel 6. 1 Indeks Harga Berdasarkan Chemical Engineering Plant Cost Index. | 128 |
| Tabel 6. 2 Nilai Tukar Rupiah dari Tahun 2009-2021 | 129 |
| Tabel 6. 3 <i>Total Capital Investment</i> (TCI)..... | 132 |
| Tabel 6. 4 <i>Total Production Cost</i> | 135 |
| Tabel 6. 5 <i>Break Even Point</i> | 138 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|-----|
| Gambar 1. 1 Data Impor VCO Negara Indonesia (Data bersumber dari Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021) | 5 |
| Gambar 1. 2 Data Produksi VCO Negara Indonesia (Data bersumber dari Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021) | 6 |
| Gambar 1. 3 Data Ekspor VCO Negara Indonesia (Data bersumber dari Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021) | 7 |
| Gambar 1. 4 Data Konsumsi VCO Negara Indonesia (Data bersumber dari Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021) | 8 |
| Gambar 1. 5 Bagian-bagian Buah Kelapa..... | 12 |
| Gambar 1. 6 Reaksi Hidrolisis Lemak pada VCO | 24 |
| Gambar 1. 7 Reaksi Hidrolisis Lemak pada VCO | 25 |
| Gambar 1. 8 Diagram Skematik Mekanisme Ping Pong Bi Bi (PPBB) | 26 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif | 35 |
| Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif | 36 |
| Gambar 3. 3 Aliran Neraca Massa Total..... | 57 |
| Gambar 4. 1 Peta Kota Bitung sebagai Lokasi Pendirian Pabrik VCO dengan Kapasitas 25.000 ton/tahun | 80 |
| Gambar 4. 2 Tata Letak Bangunan (Plant Layout) | 89 |
| Gambar 4. 3 Tata Letak Mesin/Alat Proses (Machines Layout)..... | 93 |
| Gambar 4. 4 Bagan Struktur Organisasi Pabrik VCO Kapasitas 25.000 ton/tahun | 99 |
| Gambar 4. 5 Grafik Penentuan Jumlah Karyawan Proses | 104 |
| Gambar 6. 1 Grafik Titik BEP dan SDP | 140 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|--|
| LAMPIRAN A | |
| <i>Fermentation Tank</i> | |
| LAMPIRAN B | |
| <i>Process Engineering Flow Diagram</i> | |

DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN

| | |
|-------------------|---|
| ΔH° | = perubahan entalpi pembentukan standar |
| ΔG° | = Energi Gibbs |
| ΔS° | = derajat ketidakteraturan |
| Q | = kalor reaksi |
| Q_{loss} | = panas yang hilang |
| C_p | = jumlah energi panas yang diserap atau dilepaskan suatu zat (per satuan massa) |
| P | = tekanan |
| ΔT | = perubahan suhu |
| T | = suhu |
| T_{ref} | = suhu maksimum objek yang bersangkutan yang masih dianggap normal |
| m | = massa benda |
| hp | = horse power atau daya kuda, merupakan salah satu satuan daya |
| μ | = viskositas campuran |
| cP | = satuan viskositas |
| V_L | = volume bahan |
| V_T | = volume total |
| Lls | = rasio tinggi liquid dalam silinder |
| di | = diameter bejana |
| r | = jari-jari |
| tha | = tebal tutup bejana |

| | |
|----------|----------------------------|
| t_g | = tebal vertikal plate |
| A | = luas penampang |
| b_{hp} | = lebar horizontal plate |
| l_{hp} | = panjang horizontal plate |
| ρ | = densitas |
| m | = laju massa feed |
| Q | = laju air volume feed |
| v | = kecepatan |
| α | = aliran laminar |
| L | = panjang |
| W_s | = kerja pompa |
| W_p | = daya pompa |
| H | = tinggi |
| η_e | = efisiensi motor |

ABSTRAK

Indonesia dikenal sebagai negara agraris dimana sektor perekonomiannya didukung oleh sektor pertanian, salah satu di antaranya adalah kelapa. *Virgin Coconut Oil* (VCO) merupakan hasil olahan daging kelapa yang memiliki banyak manfaat yang berupa cairan jernih, tidak berasa dan bau khas kelapa. Pembuatan VCO dalam prarancangan pabrik ini menggunakan kombinasi enzimatik dan fermentasi dengan menggunakan gula dan bakteri *S. cerevisiae* yang berasal dari ragi roti. Pada proses pembuatan VCO dengan kapasitas 25.000 ton/tahun ini membutuhkan bahan baku buah kelapa sebanyak 586.128 buah/hari, gula sebanyak 1.623,3768 kg/hari, dan bakteri *S. cerevisiae* berupa ragi sebanyak 541,1256 kg/hari. Berdasarkan perhitungan utilitas, didapatkan kebutuhan utilitas pabrik sebesar Rp15.664.956.201,08/tahun. Total Capital Investment (TCI) Pabrik VCO ini sebesar Rp156.562.992.749,99 sedangkan Total Production Cost (TPC) sebesar Rp1.240.242.260.528,94. Dari analisis perhitungan yang dilakukan, laba kotor yang diperoleh sebesar Rp59.757.739.471,06 dan untuk laba bersih sebesar Rp41.905.417.629,75. Untuk laju pengembalian modal (ROI) sebelum pajak sebesar 44,9% dan setelah pajak sebesar 31,5%. Lama pengembalian modal (POT) sebelum pajak yaitu 2 tahun dan setelah pajak 3 tahun. Break Even Point (BEP) sebesar 60,7%, Shut Down Point (SDP) sebesar 52,8%, dan Internal Rate of Return (IRR) sebesar 18,45%. Pabrik VCO ini dapat memberikan suku bunga tahunan yang lebih tinggi daripada bank sehingga nilai IRR dapat dikatakan baik. Maka, dapat disimpulkan bahwa pabrik VCO ini layak didirikan.

Kata-kata Kunci : VCO, Kelapa, Ragi Roti, Bakteri *S.cerevisiae*, dan Fermentasi

ABSTRACT

Indonesia is known as an agricultural country where the economic sector is supported by the agricultural sector, one of which is coconut. Virgin Coconut Oil (VCO) is a processed product of coconut meat which has many benefits in the form of a clear liquid, tasteless and smells typical of coconut. Production of VCO in this factory design uses a combination of enzymatic and fermentation using sugar and *S. cerevisiae* bacteria from the baker yeast. The process of making VCO with capacity of 25.000 tonnes/year requires 586,128 coconuts/day as raw materials, 1,623.3768 kg/day of sugar, and 541.1256 kg/day of *S. cerevisiae* bacteria in the form of yeast. Based on utility calculations, the factory utility requirement is IDR 15,664,956,201.08/year. The Total Capital Investment (TCI) of this VCO Factory is IDR 156,562,992,749.99 while the Total Production Cost (TPC) is IDR 1,240,242,260,528.94. From the analysis of the calculations performed, the gross profit obtained was IDR 59,757,739,471.06 and the net profit was IDR 41,905,417,629.75. For the rate of return on capital (ROI) before tax of 44.9% and after tax of 31.5%. The length of return on capital (POT) before tax is 2 years and after tax is 3 years. Break Even Point (BEP) of 60.7%, Shut Down Point (SDP) of 52.8%, and Internal Rate of Return (IRR) of 18.45%. This VCO factory can provide higher annual interest rates than banks so that the IRR value can be said to be good. So, it can be concluded that this VCO factory is feasible to be established.

Keywords : VCO, Coconut, Baker yeast, *S.cerevisiae* bacteria, and Fermentation

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara tropis yang memiliki banyak pulau dan merupakan salah satu negara terbesar penghasil kelapa di Asia Tenggara (Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan 2019). Hal ini merupakan peluang dalam pengembangan olahan kelapa menjadi aneka produk yang bermanfaat. Pohon kelapa sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia karena hampir seluruh bagian kelapa bisa dimanfaatkan. Buah kelapa yang terdiri atas sabut, tempurung, daging buah, dan air kelapa dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan berbagai produk industri, diantaranya sabut kelapa bisa dibentuk keset, sapu, dan matras. Daging buah dapat diolah menjadi berbagai macam produk salah satunya minyak kelapa.

Kebutuhan akan minyak kelapa semakin meningkat dengan adanya konsumen, seperti industri kuliner, obat-obatan, dan rumah tangga. Oleh karena itu, kebutuhan akan produk yang berkualitas harus terpenuhi dengan jumlah yang cukup. Melihat aspek kepentingan minyak kelapa di pasaran untuk konsumsi masyarakat, maka perlu adanya peningkatan produksi minyak kelapa agar tingkat kebutuhan terpenuhi, salah satunya produksi seperti *Virgin Coconout Oil* (VCO).

VCO merupakan minyak yang dihasilkan dari pemurnian santan kelapa dengan metode tertentu untuk memisahkan unsur-unsur kimiawi secara bertahap (Silaban dkk., 2014). VCO dengan kualitas yang baik memiliki aroma khas kelapa, tidak berbau tengik, secara fisik jernih dan transparan seperti kristal. Hal ini menunjukkan bahwa di dalamnya tidak tercampur dengan bahan lain. Aroma tengik pada minyak kemungkinan diakibatkan oleh proses hidrolisis maupun oksidasi yang terjadi pada minyak. Reaksi hidrolisis akan mengubah minyak menjadi asam lemak bebas dan gliserol (Sipahelut, 2011).

Adanya air dalam minyak dapat menimbulkan reaksi hidrolisis yang akan menimbulkan bau tengik (Zeffa, 2014). VCO mengandung lebih dari 90% asam lemak jenuh dan lebih dari 70% adalah *Medium Chain Triglyceride* (MCT) yang lebih cepat diserap dan dihidrolisis dalam tubuh. Sifat-sifat ini menjadikan MCT lebih disukai karena mengandung vitamin, esens, dan warna serta dapat diproses lebih lanjut menjadi pengemulsi dan biodiesel (Senphan dan Benjakul, 2016). VCO dengan kandungan asam laurat lebih dari 50% telah terbukti dapat diubah oleh tubuh menjadi monolaurin (Nitbani dkk., 2016).

VCO dapat diolah dengan beberapa metode, diantaranya yaitu dengan pengasaman, sentrifugasi, fermentasi dan enzimatis (Senphan dan Benjakul, 2016). Metode fermentasi merupakan alternatif pembuatan VCO yang mudah dengan menambahkan ragi *starter* untuk proses pemecahan emulsi santan atau krim untuk mendapatkan VCO yang diinginkan (Muharun dan Apriyanto, 2014). Fermentasi santan menghasilkan VCO dengan bau tengik yang rendah, daya simpan lebih lama, warna cerah dan beraroma khas minyak kelapa (Boateng dkk.

2016). Pengolahan VCO secara fermentasi dilakukan dengan penambahan *starter* pada krim santan. Ragi yang dapat digunakan diantaranya yaitu ragi roti, ragi tape dan ragi tempe. Pada pembuatan VCO dengan tiga jenis ragi tersebut, kualitas paling baik dihasilkan dari fermentasi menggunakan ragi roti (Mujdalipah, 2016). Pembuatan VCO menggunakan cara fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu pH, suhu, kecepatan pengadukan, konsentrasi *starter*, waktu fermentasi, dan jenis mikroorganisme (Oseni dkk. 2017).

Salah satu mikroorganisme yang dapat digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) yang terdapat pada ragi roti. *S. cerevisiae* berpotensi menjadi *starter* mikroorganisme untuk mengekstraksi VCO melalui proses fermentasi. *S. cerevisiae* mampu memisahkan lapisan santan dengan fermentasi dalam waktu singkat (Ghosh dkk., 2012). Selama proses fermentasi, mikroorganisme menghasilkan enzim protease dan lipase yang bertindak sebagai pemecah molekul yang terkandung dalam santan untuk menghasilkan VCO (Senphan dan Benjakul, 2017).

Produk VCO terbaik menghasilkan rendemen sebanyak 13,6% dengan menggunakan *starter* ragi roti konsentrasi 15% v/v dan fermentasi 24 jam (Purba dkk., 2020). Hasil penelitian lain menyebutkan bahwa ragi roti dengan konsentrasi 9% v/v dapat menghasilkan rendemen sebanyak 33% dengan menggunakan *starter* dan fermentasi 24 jam (Agustine dkk., 2021).

Pendirian pabrik VCO ini bertujuan sebagai penyedia bahan baku berbagai industri seperti sabun, sampo, kosmetik, dan produk yang siap dikonsumsi secara langsung. Pabrik VCO didirikan dengan mempertimbangkan berbagai faktor,

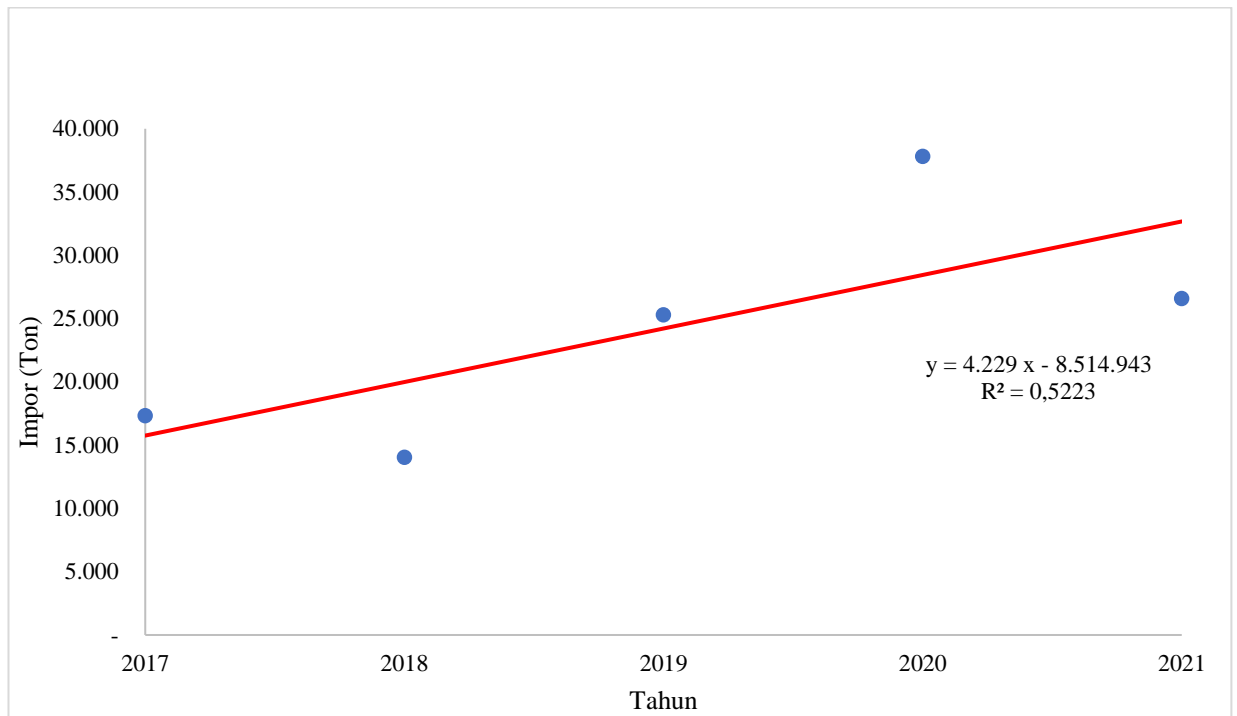
seperti ketersediaan bahan baku, pemasaran, penggunaan produk, kapasitas produksi pabrik, dan lokasi pabrik.

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

1.2.1 Supply (Penawaran)

Supply (penawaran) dapat diartikan sebagai suatu data berupa barang atau jasa yang ditawarkan oleh produsen kepada konsumen pada tingkatan kondisi pasar, periode (tahun), dan/atau harga tertentu. Secara singkat supply (penawaran) dapat diartikan sebagai suatu data yang meliputi data proyeksi produksi dalam negeri dan data proyeksi impor dari luar negeri pada suatu periode tertentu (Indri, dkk., 2008).

Di Indonesia terdapat beberapa pabrik VCO yang beroperasi secara aktif dengan total 2.77 juta ton produksi pada tahun 2021 (Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan). Maka, berdasarkan data impor VCO selama 5 tahun terakhir yang terhitung dari tahun 2017 hingga tahun 2021, kebutuhan VCO yang harus dipenuhi pada tahun 2023 dapat dihitung melalui metode grafis seperti yang terlihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Data Impor VCO Negara Indonesia (Data bersumber dari Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021)

Berdasarkan Gambar 1.1, maka dapat diperoleh persamaan regresi linear sebagai berikut.

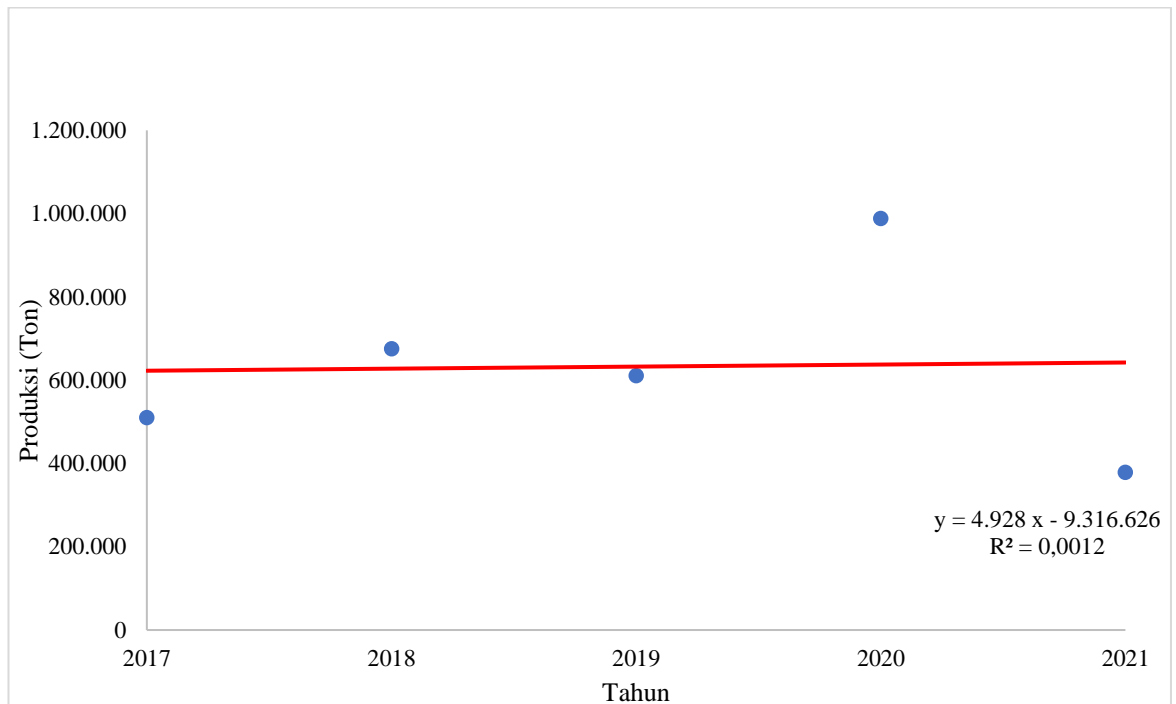
$$y = 4.229x - 8.514.943 \dots\dots\dots(1.1)$$

Sehingga, untuk memperoleh nilai kebutuhan impor metanol pada tahun 2023 atau tahun ke-6, dapat diperoleh hasil proyeksi kebutuhan impor metanol sebagai berikut.

$$y = 4.229x - 8.514.943$$

$$y = 4.229(2022) + 8.514.943$$

$$y = 36.095$$



Gambar 1. 2 Data Produksi VCO Negara Indonesia (Data bersumber dari Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021)

Berdasarkan Gambar 1.2, maka dapat diperoleh persamaan regresi linear sebagai berikut.

$$y = 4,928x - 9.316.626 \dots \dots \dots (1.2)$$

Sehingga, untuk memperoleh nilai kebutuhan produksi VCO pada tahun 2022 atau tahun ke-6, dapat diperoleh hasil proyeksi kebutuhan impor VCO sebagai berikut.

$$y = 4,928x - 9.316.626$$

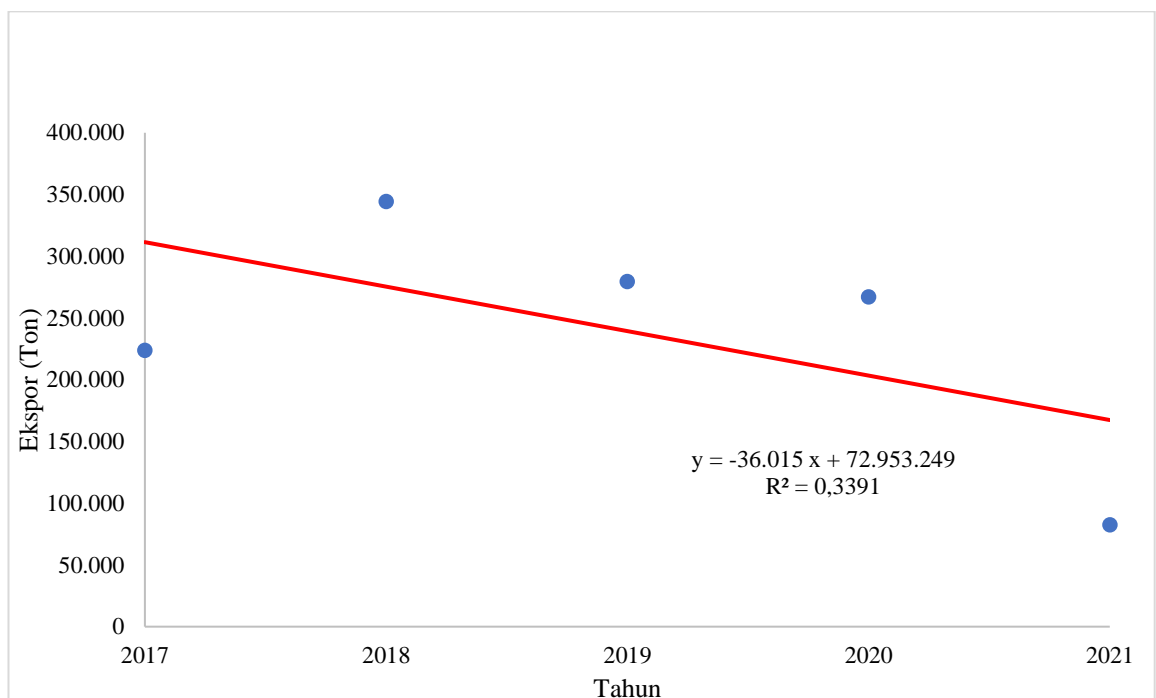
$$y = 4,928(2022) + 9.316.626$$

$$y = 647.790$$

1.2.2 Demand (Permintaan)

Demand (permintaan) dapat diartikan sebagai suatu data berupa barang atau jasa yang diinginkan oleh konsumen kepada produsen pada tingkatan kondisi pasar, periode (tahun), dan/atau harga tertentu. Secara singkat demand (permintaan) dapat diartikan sebagai suatu data yang meliputi data proyeksi konsumsi dalam negeri dan data proyeksi ekspor ke luar negeri pada suatu periode tertentu (Fatoni, 2014).

Berdasarkan data ekspor VCO dari luar negeri selama 5 tahun terakhir yang terhitung dari tahun 2017 hingga tahun 2021, kebutuhan ekspor VCO yang harus dipenuhi pada tahun 2022 dapat dihitung melalui metode grafis seperti yang terlihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1. 3 Data Ekspor VCO Negara Indonesia (Data bersumber dari Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021)

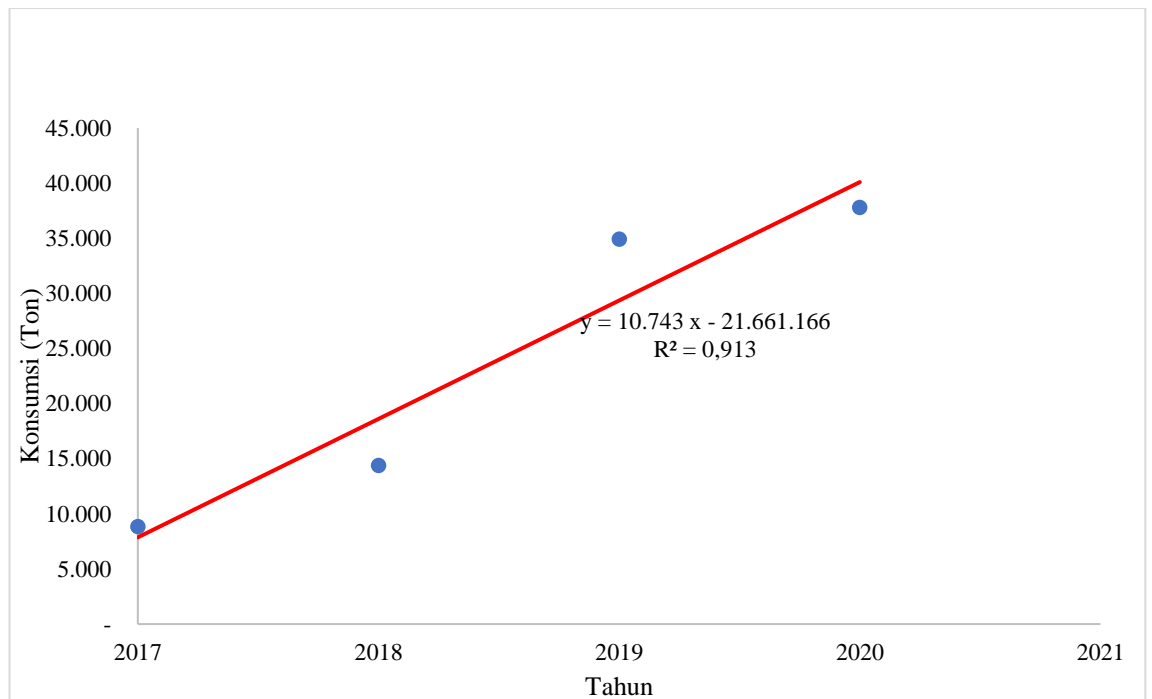
$$y = -36.015x + 72.953.249 \dots \dots \dots (1.3)$$

Untuk memperoleh nilai kebutuhan ekspor pada tahun 2022, dapat diperoleh hasil proyeksi kebutuhan ekspor VCO sebagai berikut.

$$y = -36.015x + 72.953.249$$

$$y = -36.015(2022) + 72.953.249$$

$$y = 130.919$$



Gambar 1. 4 Data Konsumsi VCO Negara Indonesia (Data bersumber dari Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021)

$$y = 10.743x - 21.661.166 \dots \dots \dots (1.4)$$

Sehingga, untuk memperoleh nilai total konsumsi VCO pada tahun 2022, dapat diperoleh sebagai berikut.

$$y = 10.743x - 21.661.166$$

$$y = 10.743(2022) - 21.661.166$$

$$y = 61.180$$

1.2.3 Penentuan Kapasitas Pabrik

Dalam menentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan, maka pabrik yang didirikan haruslah memiliki rentang kapasitas yang didasarkan pada pabrik-pabrik VCO yang telah berdiri. Sehingga, dalam menentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan, dibutuhkan beberapa data pendukung untuk mengetahui rentang kapasitas pabrik yang dapat didirikan. Selain berdasarkan kapasitas pabrik VCO yang berada di Indonesia, data tersebut juga dapat ditunjang melalui data dari kapasitas pabrik VCO yang berada di luar negeri.

Adapun berdasarkan analisa *supply* (penawaran) dan *demand* (permintaan), maka kapasitas pabrik VCO yang akan didirikan haruslah memenuhi nilai dari persamaan berikut.

$$Peluang = Demand - Supply \dots\dots\dots(1.5)$$

Sehingga, untuk memperoleh nilai kapasitas pabrik VCO yang akan didirikan pada tahun 2022, maka kapasitas pabrik VCO yang harus dipenuhi yaitu sebagai berikut.

$$Peluang = Demand - Supply$$

$$Peluang = 130.919 \text{ ton} - 36.095 \text{ ton}$$

$$Peluang = 94.824 \text{ ton}$$

Dengan mengasumsikan kapasitas perancangan pabrik sebesar 25% dari peluang, maka didapatkan besarnya kapasitas pabrik adalah sebesar 25.000 ton/tahun. Kapasitas pabrik tersebut mempertimbangkan

banyaknya pabrik VCO yang sudah berdiri di Indonesia dengan jumlah produksi yang besar. Adapun data pabrik tersebut dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Data Pabrik VCO di Indonesia

| Nama Perusahaan | Kapasitas (Ton/Thn) |
|---------------------------------|----------------------------|
| PT. Vicon Internasional | 1.271,328 |
| PT. Cargill Indonesia | 31.000 |
| PT. Multi Nabati Sulawesi | 86.500 |
| PT. Pulau Sambu | 49.500 |
| PT. Global Chemindo Megatrading | 7.293,765 |
| PT. Indo Pureco Pratama | 2.400 |

Menurut data FAO (2015), negara produsen terbesar dan eksportir minyak kelapa terbanyak di dunia adalah Filipina dan diikuti oleh Indonesia, India dan Srilanka. Berdasarkan data ITC, pasar yang paling potensial saat ini untuk mengekspor produk VCO Indonesia adalah Amerika Serikat. Hal ini disebabkan karena Amerika Serikat merupakan importir terbesar pada 2018 yang mencapai 487 juta USD. Bahkan, Amerika Serikat memiliki potensi pasar yang begitu besar terhadap permintaan VCO Indonesia yang diestimasikan sebesar 218 juta USD. Juga masih terdapat 58% potensi pasar tersebut yang belum terealisasi senilai 127 juta USD (setara 1.8 triliun Rupiah). Sayangnya, saat ini produk VCO Indonesia belum siap (dari segi standar dan sertifikasi) untuk diekspor ke pasar Eropa yang sebetulnya juga memiliki potensi besar bagi

produk VCO. Melalui pendirian pabrik ini diharapkan dapat menambah produksi VCO di Indonesia, sehingga kebutuhan VCO dalam negeri dapat tercukupi dan kelebihan VCO dalam negeri dapat dialokasikan untuk kebutuhan ekspor.

1.3 Tinjauan Pustaka

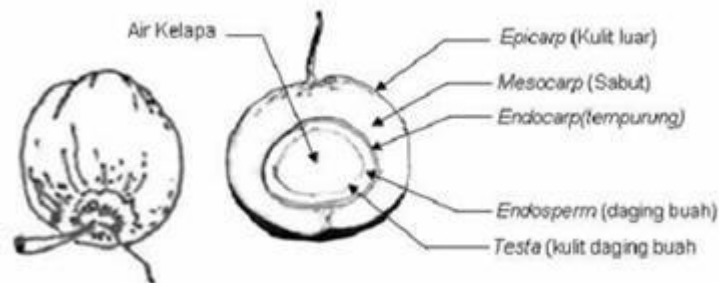
1.3.1 Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera* L) merupakan salah satu hasil pertanian Indonesia yang cukup potensial. Hampir semua bagian dari tanaman tersebut dapat dimanfaatkan. Banyak manfaat yang dapat diperoleh dari kelapa dan salah satu cara untuk memanfaatkan buah kelapa adalah mengolahnya menjadi minyak makan atau minyak goreng. Salah satu produk kelapa yang memiliki nilai ekonomis tinggi adalah minyak kelapa yang diperoleh dari daging buah kelapa segar atau dari kopra. Buah kelapa terdiri dari bagian-bagian, antara lain:

- 1) *Epicarp* (kulit luar), yaitu kulit bagian luar yang berwarna hijau, kuning, atau jingga permukaannya licin, agak keras dan tebalnya 0,14 mm.
- 2) *Mesocarp* (sabut), yaitu kulit bagian tengah yang disebut serabut terdiri dari bagian berserat tebalnya 3 - 5 mm.
- 3) *Endocarp* (tempurung), yaitu bagian tempurung yang keras sekali tebalnya 3 - 5 mm, bagian dalam melekat pada kulit luar biji.
- 4) *Testa* (kulit daging buah), yaitu bagian dari warna kuning sampai coklat.

- 5) *Endosperm* (daging buah), yaitu bagian yang berwarna putih dan lunak, sering disebut daging kelapa yang tebalnya 8 - 10 mm.
- 6) Air kelapa, yaitu bagian yang berasa manis, mengandung mineral 4%, gula 2%, dan air.
- 7) Lembaga, yaitu bakal tanaman setelah buah tua.

(Sumber: Badan Litbang Pertanian Kalimantan Timur, 2014)



Gambar 1. 5 Bagian-bagian Buah Kelapa

Daging buah kelapa yang sudah matang dapat dijadikan kopra, minyak kelapa, dan produk olahan lainnya. Daging buah merupakan sumber protein yang penting dan mudah dicerna. Komposisi kimia daging buah kelapa ditentukan oleh umur buah. Pada tabel 1.1 dapat dilihat komposisi kimia buah kelapa pada berbagai tingkat kematangan.

Tabel 1. 2 Komposisi Kimia Daging Kelapa Pada Berbagai Tingkat Kematangan

| Analisis (dalam 100 gr) | Buah Muda | Buah Setengah Tua | Buah Tua |
|----------------------------|-----------|----------------------|----------|
| Kalori | 68 kal | 180 kal | 359 kal |
| Protein | 1 gr | 4 gr | 3,4 gr |

| | | | |
|------------------|---------|---------|---------|
| Lemak | 0,9 gr | 13,0 gr | 34,7 gr |
| Karbohidrat | 14 gr | 10 gr | 14 gr |
| Kalsium | 17 mg | 10 mg | 21 mg |
| Fosfor | 30 mg | 8 mg | 21 mg |
| Besi | 1 mg | 1,3 mg | 2 mg |
| Aktivitas vit. A | 0,01 IU | 10,0 IU | 0,01 IU |
| Thiamin | 0,0 mg | 0,5 ng | 0,1 mg |

(Sumber : J. G Thieme, 1968)

Umumnya, produk kelapa di Indonesia dipasarkan dalam bentuk primer atau belum diolah lebih lanjut. Tentu saja nilai ekonomi dari produk kelapa tersebut sangat rendah terhadap fluktuasi musim yang menyebabkan nilai jualnya rendah sehingga menyebabkan kerugian di pihak petani. Meskipun demikian, penerimaan komoditas kelapa masih dapat ditingkatkan dengan cara memperbaiki efisiensi pengolahan. Diperlukan juga pengolahan lebih lanjut untuk meningkatkan nilai ekonomis dari komoditas ini. Dengan demikian, dapat dikembangkan industri berbasis kelapa yang kokoh untuk menunjang perekonomian.

Melalui penggunaan teknologi yang tepat dan penerapan prinsip-prinsip dasar optimasi proses, pengolahan kelapa yang selama ini dilakukan secara konvensional dapat diperbaiki sehingga kualitas produk yang dihasilkan dapat ditingkatkan dan pemanfaatan hasil samping (daur ulang) yang mengandung potensi ekonomi menjadi lebih tinggi. Proses

pengolahan kelapa yang terintegrasi dicirikan dengan adanya proses pengolahan yang jauh lebih singkat, konsumsi energi rendah, dan nilai tambah produk yang dihasilkan tinggi.

1.3.2 Minyak Kelapa

Produk utama yang dihasilkan dari pengolahan daging buah kelapa adalah minyak kelapa berupa CCO dan VCO. Komposisi kimia daging buah kelapa, terdiri dari air 46%, lemak 34,7%, protein 3,4% dan karbohidrat 14,0% (Nasruddin, 2011).

Minyak kelapa merupakan minyak yang diperoleh dari kopra (daging buah kelapa yang dikeringkan) atau dari perasan santannya. Minyak kelapa sudah dikenal sejak lama dan memenuhi lebih dari 10% kebutuhan minyak nabati di dunia. Minyak kelapa berwarna kuning muda kecokelatan dan bening. Pada suhu sekitar 18°C – 20°C, minyak ini membeku, dan mulai mencair lagi pada suhu antara 23°C – 26°C. Minyak kelapa memiliki berat jenis sekitar 0,91 – 0,93 tergantung pada kondisi suhunya. Pada umumnya, kandungan lemak (minyak) dalam kopra antara 60% - 65% sedangkan dalam daging buah segar (putih lembaga) sekitar 43% (Sulastri, 2015).

Trigliserida adalah komponen lipid yang paling banyak terdapat di alam, dan sifatnya yang tidak mudah menguap. Lemak dalam minyak kelapa sebagian berbentuk trigliserida jika terurai akan lebih banyak menghasilkan asam lemak bebas. Asam lemak oleh proses oksidasi lebih lanjut akan menyebabkan lemak atau minyak menjadi berbau tengik.

Selain itu, minyak kelapa yang memenuhi standar dapat juga memberikan rasa yang gurih dan aroma yang spesifik (Nasruddin, 2011).

1.3.3 VCO

Minyak kelapa murni atau VCO merupakan minyak nabati yang terbuat dari daging kelapa segar yang matang yang dibuat dengan cara mekanis atau alami tanpa menggunakan panas tinggi, tanpa mengalami pemutihan atau penghilang bau, yang tidak mengarah pada perubahan sifat minyak. VCO memiliki karakteristik yaitu tidak berwarna dan memiliki aroma khas kelapa. VCO memiliki kandungan asam lemak jenuh yang tinggi dengan MCFA paling mendominasi minyak kelapa terutama asam laurat dan diikuti oleh asam lemak rantai menengah lain seperti asam miristat, palmitat, kaprat dan kaplirat. Selain itu, juga terkandung asam lemak rantai ganda sekitar 8-10 % (Iskandar dkk., 2015). Komposisi asam lemak VCO antara lain seperti yang dicantumkan pada Tabel 1.4 berikut.

Tabel 1. 3 Komposisi Asam Lemak 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 & Prayugo, 2006)

Proses pembuatan VCO tidak menggunakan pemanasan yang tinggi dan lama, maka selain menghasilkan MCFA, keberadaan vitamin E dan enzim-enzim yang terkandung dalam daging buah kelapa dapat tetap dipertahankan. VCO mempunyai sifat tahan terhadap panas, cahaya, oksigen, dan tahan terhadap proses degradasi. Dengan sifat itu, minyak ini dapat disimpan pada suhu kamar selama bertahun-tahun (Dwi, 2017).

VCO dengan kualitas yang baik memiliki aroma khas kelapa, tidak berbau tengik, secara fisik jernih dan transparan seperti kristal. Hal ini menunjukkan bahwa didalamnya tidak tercampur dengan bahan lain.

Aroma tengik pada minyak kemungkinan diakibatkan oleh proses hidrolisis maupun oksidasi yang terjadi pada minyak. Reaksi hidrolisis akan mengubah minyak menjadi asam lemak bebas dan gliserol (Sipahelut, 2011). Adanya air dalam minyak dapat menimbulkan reaksi hidrolisis yang akan menimbulkan bau tengik (Zeffa, 2014).

VCO memiliki standar mutu yang telah ditetapkan. Produk VCO yang baik harus memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan. Berikut merupakan syarat mutu VCO sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) 7381:2008 ditunjukkan pada Tabel 1.5

Tabel 1. 4 Syarat Mutu VCO Sesuai SNI 7381:2008

| No | Jenis Uji | Satuan | Persyaratan |
|----|--------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|
| 1 | Penampakkan fisik minyak | | |
| | 1. Bau | - | 1. Khas kelapa segar, tidak tengik |
| | 2. Rasa | - | 2. Normal, khas minyak kelapa |
| | 3. Warna | - | 3. Tidak berwarna hingga kuning pucat |
| 2 | % FFA (dihitung sebagai asam laurat) | % | Maksimal 0,2 |
| 3 | Bilangan iod | g Iod/100 g minyak | 4,1-11 |
| 4 | Bilangan penyabunan | mg-KOH/g minyak | 250-260 |
| 5 | Densitas | kg/m ³ | 915,0-920,0 |

(Sumber: SNI, 2008)

Berbagai manfaat VCO dalam bidang kesehatan menjadikan produk VCO semakin digemari dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat sehingga memiliki prospek yang bagus. VCO dapat menurunkan resiko kanker, mendukung sistem kekebalan tubuh, melembutkan kulit, mengandung kolesterol rendah dan tidak menyebabkan kegemukan (Lim dkk., 2014).

VCO aman digunakan untuk memasak karena tidak menyebabkan peningkatan kadar kolesterol jahat (*Low-Density Lipoprotein*, LDL). Bahkan penggunaannya konon dapat meningkatkan kadar kolesterol baik (*High-Density Lipoprotein*, HDL) dalam darah. Selain itu, VCO mampu meningkatkan metabolisme tubuh, sehingga cocok dikonsumsi bagi seseorang yang sedang menjalani program diet. VCO menjadi produk yang cukup mudah ditemui di pasaran, baik di swalayan maupun di sejumlah apotik. VCO biasanya dikemas dalam botol berbagai ukuran (Dwi, 2017).

1.3.4 Proses Pembuatan VCO

Kandungan kimia yang paling utama dalam sebutir kelapa, yaitu air, protein, dan lemak. Ketiga senyawa tersebut merupakan jenis emulsi dengan protein sebagai pengemulsi. 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 pengemulsi adalah zat yang berfungsi untuk 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 muka protein air yang lebih kecil dari protein minyak.

VCO baru bisa keluar jika ikatan emulsi tersebut dirusak. Untuk merusak emulsi tersebut banyak sekali metode, yaitu dengan sentrifugasi, pengasaman, penggaraman, fermentasi, dan enzimatis. Masing-masing metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan. Namun, secara umum metode tersebut sangat aplikatif.

Proses pembuatan VCO secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut (Wahyu, 2019).

- 1) Pemilihan bahan baku kelapa

Hal pertama yang harus dilakukan saat akan memulai proses produksi adalah pemilihan bahan baku yang berkualitas baik. Dalam hal ini bahan baku yang digunakan adalah kelapa hibrida dengan kondisi yang tua, serabut mulai mengering tetapi belum mengeluarkan tunas. Pemilihan kelapa hibrida karena daging buah yang tebal dan dikenal mengandung banyak minyak.

- 2) Pengupasan kulit dan cangkang buah kelapa

Setelah bahan baku selesai dipilih langkah selanjutnya yaitu pengupasan serabut kelapa dilanjutkan dengan cangkang buah sehingga tinggal daging buah yang siap untuk digunakan. Dalam proses pengupasan kulit dan cangkang buah kelapa masih dilakukan

dengan alat-alat sederhana berupa parang dan juga linggis (khusus untuk mengupas kulit kelapa).

3) Pencucian dan penjemuran daging buah kelapa

Proses selanjutnya yaitu pencucian daging buah kelapa dengan tujuan untuk membersihkan sisa-sisa cangkang kelapa yang masih ada serta untuk menghilangkan lendir yang ada dalam daging buah kelapa. Setelah itu, kelapa masih harus digosok bagian dalamnya untuk memastikan bahwa kelapa benar-benar bersih dari lendir. Setelah bersih, kelapa dijemur dibawah sinar matahari secara langsung kurang lebih selama 5 jam hingga air bekas cucian tadi mengering.

4) Pamarutan atau penggilingan daging buah kelapa

Setelah dijemur selama kurang lebih 5 jam maka daging kelapa siap untuk digiling. Proses penggilingan atau pamarutan menggunakan mesin diesel untuk mempermudah serta mempercepat proses penggilingan.

5) Pemerasan atau pengambilan santan

Setelah proses penggilingan, parutan kelapa diberi tambahan air (steril atau yang sudah dimasak) untuk memudahkan dalam pemerasan. Selanjutnya, pemerasan santan dilakukan kurang lebih 2 sampai 3 kali untuk hasil yang maksimal.

6) Penyaringan tahap pertama

Penyaringan tahap pertama merupakan proses untuk memisahkan santan dari parutan kelapa. Setelah dilakukan proses pemerasan, santan kemudian disaring dengan menggunakan saringan biasa atau boleh juga dengan menggunakan kain tipis untuk hasil yang lebih baik.

7) Pengendapan atau fermentasi

Metode untuk memisahkan air dan minyak meliputi penguapan, pengendapan (fermentasi), pendinginan (refrigerasi), penambahan enzim dan pemutaran mekanik (sentrifugasi). Proses pembuatan VCO yang paling banyak dilakukan adalah dengan metode fermentasi. Cara ini sangat sedikit menggunakan pemanasan sehingga kemurniannya lebih terjamin. Santan difermentasi selama 12-24 jam. Setelah itu, terjadi proses pemisahan air dan minyak.

8) Penyaringan tahap akhir

Setelah menunggu selama 12-24 jam untuk proses fermentasi maka akan terlihat hasilnya, dimana minyak akan terlihat terpisah dari air dan juga blondo. Di tahap ini, akan terlihat tiga lapisan setelah santan difermentasi, yaitu lapisan paling bawah adalah air, lapisan yang ditengah adalah minyak dan lapisan yang paling atas adalah blondo. Setelah itu, proses selanjutnya adalah memisahkan minyak dari air dan blondo. Ambil blondo dan letakkan di wadah yang terpisah, lalu ambil minyak dan

letakkan di wadah yang berbeda. Setelah minyak berhasil dipisahkan dari blondo dan air, minyak disaring agar minyak bersih dari kotoran.

9) Pengemasan produk

Sebelum VCO dikemas, wadah atau kemasan dicuci terlebih dahulu. Setelah itu, VCO dimasukkan dalam kemasan dan diberi label.

1.3.5 Ragi Roti

Ragi roti mengandung *S. cerevisiae* yang telah mengalami seleksi, mutasi atau hibridasi untuk meningkatkan kemampuan memfermentasi gula dengan baik dalam adonan dan mampu tumbuh dengan cepat. *S. cerevisiae* dalam bentuk ragi dapat langsung digunakan sebagai inokulum sehingga tidak diperlukan penyiapan inokulum secara khusus (Salsabila dkk., 2013). Ragi roti berbentuk butiran halus yang kering sehingga termasuk dalam kategori ragi instan. Ragi instan mempunyai kadar kelembaban 4% dapat secara langsung digunakan tanpa perlu direhidrasi terlebih dahulu (Arindani, 2015).

Pertumbuhan *S. cerevisiae* dipengaruhi oleh adanya penambahan nutrisi, yaitu unsur C sebagai sumber karbon, unsur N yang diperoleh dari penambahan urea, amonia dan pepton, serta mineral dan vitamin. Kondisi lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan *S. cerevisiae*, meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*, DO) (Widjaja dkk., 2014). *S. cerevisiae* memerlukan suhu 30°C dan pH berkisar 4 - 4,5 agar dapat tumbuh dengan baik. Kadar oksigen yang dibutuhkan untuk tumbuh adalah 0,05-0,10 mmHg. Proses fermentasi anaerobik tidak membutuhkan

oksigen lebih dari itu karena oksigen yang berlebihan akan mendorong pertumbuhan khamir dengan cepat.

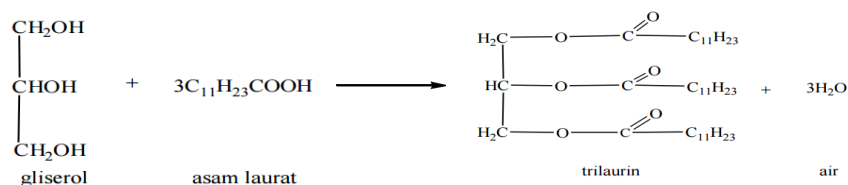
Secara umum, *S. cerevisiae* di Indonesia digunakan untuk pembuatan tape dan roti. Oleh karena itu, isolat *S. cerevisiae* dapat dijumpai pada ragi tape dan ragi roti. Ragi roti dapat menjadi salah satu alternatif pengganti penggunaan isolat *S. cerevisiae* dalam proses fermentasi produksi VCO. Hal ini disebabkan karena ragi roti mudah diperoleh di pasaran. Selain itu, adanya enzim yang diproduksi oleh *S. cerevisiae* dapat membantu menghidrolisis pati menjadi glukosa. Beberapa kelebihan *S. cerevisiae* dalam proses fermentasi yaitu mikroorganisme ini cepat berkembang biak, tahan terhadap suhu yang tinggi, mempunyai sifat stabil dan cepat melakukan adaptasi (Widjaja dkk., 2014).

1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

1.4.1 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika bertujuan untuk mengetahui reaksi pembuatan VCO termasuk kedalam reaksi eksotermis atau endotermis.

Reaksi :





Gambar 1. 6 Reaksi Hidrolisis Lemak pada VCO

Diketahui:

$\Delta H^\circ_{R(298)}$ reaksi hidrolisis = 129,99 kJ/mol (reaksi bersifat endotermis)

$\Delta G^\circ_{R(298)}$ reaksi hidrolisis = 161,84 kJ/mol

$\Delta S^\circ_{R(298)}$ reaksi hidrolisis = -0,11 kJ/mol

(Sumber: Istyami dkk, 2017)

Berdasarkan persamaan 15.14 dari Van Ness (1997), maka :

$$\ln K_{298} = \left(\frac{-\Delta G_R^\circ}{TR} \right) \dots\dots\dots(1.11)$$

$$= \frac{-(161,84) \text{ (kJ/mol)}}{298 \text{ K} \times 8,314 \text{ (kJ/mol.K)}}$$

$$K = 2,728$$

Berdasarkan persamaan 15.17 dari Van Ness (1997), nilai konstanta kesetimbangan pada suhu 200°C (473 K) dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\ln \frac{K}{K_{298}} = \frac{-\Delta H_R^\circ}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right) \dots\dots\dots(1.12)$$

$$\ln \frac{K}{3,2234 \times 10^{27}} = \frac{-(129,99) \text{ (kJ/mol)}}{8,314 \text{ (kJ/mol.K)}} \left(\frac{1}{473 \text{ K}} - \frac{1}{298 \text{ K}} \right)$$

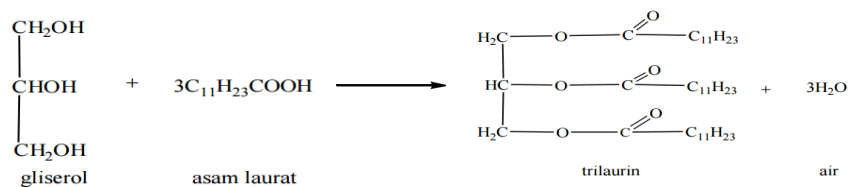
$$\ln \frac{K}{3,2234 \times 10^{27}} = 0,0194$$

$$K = 3,28654 \times 10^{27}$$

Karena konstanta kesetimbangan bernilai $3,28654 \times 10^{27}$, maka reaksi berlangsung ke arah kanan (*irreversible*).

1.4.2 Tinjauan Kinetika

Untuk menggambarkan *interface* reaksi enzimatik (mekanisme reaksi orde pertama), dipakailah mekanisme Michaelist-Menten dan Ping Pong Bi Bi (Hermansyah, 2007) seperti yang ditunjukkan oleh persamaan:

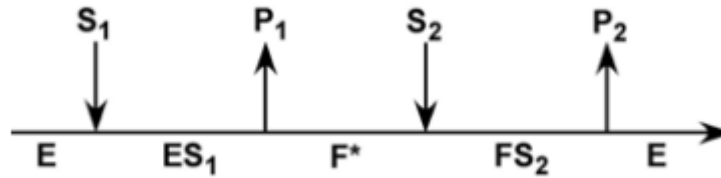


Gambar 1. 7 Reaksi Hidrolisis Lemak pada VCO

(Sumber: Hermansyah, 2007)

Secara lebih rinci, trigliserida dihidrolisis secara bertahap oleh enzim menjadi digliserida (D), monogliserida (M) dan gliserol (G) sedangkan asam lemak dilepaskan pada setiap langkah reaksi. Enzim-substrat yang kompleks terbentuk pada masing-masing langkah reaksi. Dalam model paling sederhana, pembentukan enzim-substrat kompleks diabaikan, dan dipertimbangkan mekanisme reaksi orde pertama ireversibel seperti yang ditunjukkan oleh persamaan (Plou, 1996 dan

Wang, 1985)):



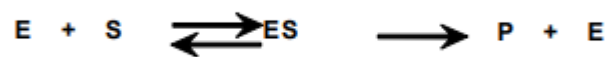
Gambar 1. 8 Diagram Skematik Mekanisme Ping Pong Bi Bi (PPBB)

(Sumber: Hermansyah, 2007)



(2)

Dalam model pembentukan kompleks substrat-enzim, mekanisme Michaelis-Menten ditunjukkan oleh persamaan (3):



(3)

Substrat (S) bereaksi dengan enzim E untuk membentuk enzim-substrat kompleks (ES). Kemudian terjadi pelepasan produk (P). Karena satu S dan satu P dihitung dalam mekanisme ini, satu residu asam lemak dari trigliserida dan asam lemak bebas hanya dianggap menjadi substrat dan produk dari masing-masing. Ada beberapa model penggabungan Mekanisme Ping Pong Bi Bi dengan dua substrat dan dua produk seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.6. Reaksi tersebut berlangsung dari sisi

kiri ke kanan seperti yang ditunjukkan oleh panah. Enzim bebas (E) bereaksi dengan terlebih dahulu substrat (S1) untuk membentuk enzim-substrat kompleks pertama (ES1). Produk pertama (P1) dilepaskan dari ES1 untuk membentuk enzim-substrat kompleks kedua (F). Enzim-substrat kompleks ini bereaksi dengan substrat kedua (S2) untuk membentuk enzim-substrat kompleks ketiga (FS2). Dan yang terakhir, produk kedua (P2) dilepaskan dan enzim bebas diperbarui. Dalam reaksi hidrolisis trigliserida, substrat pertama dan kedua masing-masing diasumsikan sebagai satu residu asam lemak dari trigliserida dan air, sedangkan produk pertama dan kedua masing-masing adalah satu residu alkohol dari trigliserida dan asam lemak bebas. Trigliserida dihidrolisis secara bertahap oleh enzim menjadi digliserida, monogliserida dan gliserol. Tiga ikatan ester trigliserida tidak dikatalisis secara merata oleh lipase. Meskipun beberapa peneliti menyebut bahwa asam lemak yang dihasilkan menghambat hidrolisis, penghambatan oleh asam lemak tidak pernah dimasukkan dalam model mekanisme Ping Pong Bi Bi (Goto, 1992).

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Guna memenuhi produk akhir sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, maka proses pembuatan VCO sebagai bahan baku utamanya dapat dirancang berdasarkan 2 hal utama. Diantaranya sebagai berikut.

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Sifat Fisika Produk

Tabel 2. 1 Sifat Fisika Produk

| Sifat Fisis | Virgin Coconut Oil |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| Wujud | Cair |
| Bau | Tidak tengik seperti kelapa segar |
| Rasa | Khas seperti minyak kelapa |
| Warna | Tidak berwarna hingga kuning pucat |
| Kadar air, % | 0,1 |
| Asam lemak bebas, % | $\leq 0,5$ |
| Viskositas | 0,42 cP |
| Specific gravity, 25°C | 0,915-0,920 |
| Titik cair, °C | 22-26 |
| Densitas, 40°C | 915,0-920,0 kg/m ³ |
| Berat spesifik (40°C)/air pada 20°C) | 0,908-0,921 |
| Titer, °C | 20-24 |
| Indeks refraktif/bias (40°C) | 1,448-1,450 |
| Bilangan penyabunan | 250-260 mg-KOH/g minyak |
| Bilangan iod | 4,1-11 g Iod/100g minyak |
| Bilangan asam | Maksimum 0,2% |
| Bilangan peroksida | Maksimum 2 meq/kg |
| Bilangan Reichert-Meissel | 6-8,5 |

Lanjutan tabel 2.1

| | |
|-------------------|---|
| Bilangan Polenske | 13-18 |
| Kelarutan VCO | Tidak larut dalam air, tetapi VCO larut dalam alkohol |

2.1.2 Sifat Kimia Produk

Tabel 2. 2 Sifat Kimia Produk

| Nama Asam Lemak Jenuh | Jenis Rantai | Kadar %-w | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| | | Versi [1] | Versi [2] | Versi [3] |
| Asam butirrat | Pendek | 0 | 0 | 0 |
| Asam kaproat | | 0,4 – 0,6 | 0,05 –0,7 | 0,5 |
| Asam kaprilat | | 5,0 - 10 | 4,6 – 10 | 7,5 |
| Asam kaprat | Medium | 4,5 –8,0 | 5,0 – 8,0 | 6,3 |
| Asam laurat | | 43 - 51 | 45,1 – 53,2 | 47,0 |
| Asam miristat | Panjang | 16 – 21 | 16,8 –21,0 | 17,5 |
| Asam palmitat | | 7,5 –10 | 7,5 –10,2 | 8,8 |
| Asam stearat | | 2,0 – 4,0 | 2,0 –4,0 | 3,0 |
| Nama Asam Lemak Tak Jenuh | | | | |
| Asam oleat (C18:1) | Panjang | 5,0 –10,0 | 5,0 –10,0 | 7,5 |
| Asam linoleat (C18:2) | | 1,0 –2,5 | 1,0 – 2,5 | 1,8 |
| Omega 3 LNA Poly (C18:3) | | (lain2) <0,5 | (lain2) <0,6 | 0,0 |
| Omega 6 AA Poly (C20:1) | | (lain2) <0,5 | (lain2) <0,6 | 0,0 |
| Omega 3 EPA Poly (C20:2) | | (lain2) <0,5 | (lain2) <0,6 | 0,0 |
| Omega 3 DHA Poly (C22:1) | | (lain2) <0,5 | (lain2) <0,6 | 0,0 |
| Total % Asam Lemak Rantai Pendek | | 5,4 – 10,6 | 4,65 –10,6 | 8,00 |
| Total % Asam Lemak Rantai Medium | | 47,5 – 59 | 50,1 – 61,2 | 53,30 |
| Total % Asam Lemak Rantai Panjang | | 31,5 – 47,5 | 32,9 – 48,3 | 38,50 |

2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

Tabel 2. 3 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

| Sifat Fisis | Buah Kelapa | Santan | Gula | Baker Yeast |
|-----------------------------|-------------------------------|---------------|-------------|--------------------|
| Bentuk | Padat | Cair | Padat | Padat |
| Umur buah | 12 – 13 bulan | - | - | - |
| Warna kulit buah | Coklat pada seluruh permukaan | - | - | - |
| Warna serabut dan tempurung | Coklat pada seluruh permukaan | - | - | - |
| Lama penyimpanan | Tidak lewat 7 hari panen | - | - | - |
| Suhu | - | - | - | - |
| pH | - | - | - | 2.5-6.0 |
| Sabut | 35% | - | - | - |
| Tempurung | 12% | - | - | - |
| Daging Buah | 28% | - | - | - |
| Air Buah | 25% | - | - | - |
| Energi | - | 324 kkal | 394 kkal | 104 kkal |
| Protein | - | 4,2 gr | - | 8 g |
| Karbohidrat | - | 5,6 gr | 94 gr | 18 g |
| Lemak | - | 34,2 gr | - | 1,9 g |
| Kalsium | - | 14 mg | 5 mg | 19 mg |
| Fosfor | - | 45 mg | 1 mg | - |
| Zat Besi | - | 2 mg | 0,1 mg | 3,3 mg |
| Vitamin B1 | - | 0,02 mg | - | - |
| Vitamin C | - | 2 mg | - | 0,1 mg |
| Natrium | - | - | - | 30 mg |
| Kalium | - | - | - | 601 mg |
| Vitamin B6 | - | - | - | 0,4 mg |
| Magnesium | - | - | - | 40 mg |

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengawasan dan pengendalian produk merupakan salah satu parameter penting dalam menjaga kualitas produk. Tujuan dilakukannya hal tersebut adalah untuk menjaga stabilitas produk dan mengetahui proses-proses dalam pembuatan produk berjalan sesuai rencana atau sebaliknya. Apabila dalam proses produksi ditemukan masalah, maka dapat dilakukan pengendalian secepatnya guna meminimalisir masalah menjadi semakin besar sehingga tidak mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas dan mutu produk.

2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku bertujuan untuk mengetahui kualitas dari bahan baku yang digunakan agar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan di dalam desain produksi. Beberapa contoh pengujian yang dilakukan seperti kemurnian, viskositas, densitas, dan lainnya. Proses pengujian kualitas bahan baku berupa daging kelapa dan bahan tambahan berupa ragi roti dan gula dengan tujuan agar bahan baku tersebut dapat di proses dengan baik di dalam pabrik. Apabila setelah proses analisa diketahui bahan baku tidak sesuai, maka kemungkinan besar bahan baku tersebut dikembalikan kepada pemasok bahan.

2.3.2. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk bertujuan untuk menjaga kualitas dari produk yang dihasilkan dari tahapan persiapan bahan baku sampai menjadi produk. Untuk memastikan produk memiliki kualitas yang bagus, maka dilakukan pengawasan yang baik dari segi mutu bahan baku yang digunakan, produk setengah jadi, maupun produk penunjang selama proses berlangsung. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan analisa di laboratorium ataupun memakai alat kontrol.

2.3.3. Pengendalian Proses

Pengendalian proses dapat diartikan sebagai suatu proses yang bertujuan untuk memantau segala hal yang terjadi pada proses-proses yang berjalan pada suatu industri. Adapun pada tahap ini ada beberapa hal yang menjadi fokus utamanya, diantaranya sebagai berikut.

1. Pengoperasian Industri secara Aman

Pada tahapan ini, terdapat 3 hal utama yang harus diperhatikan, diantaranya sebagai berikut.

- a. Menjaga variabel proses dalam batas operasi yang aman.
- b. Memberi indikator atau peringatan tanda bahaya saat terjadi proses yang diindikasikan berada di luar batas aman operasi melalui pengaplikasian sistem *shutdown* secara otomatis.
- c. Mengaplikasikan sistem *interlock* yang akan menghubungkan seluruh proses yang terjadi pada industri,

sehingga dapat menghindari prosedur operasi yang dinilai berbahaya bagi industri.

2. Tingkat Produksi

Pada tahapan ini, *output* produk yang dihasilkan harus bersifat optimum. Adapun hal ini menunjukkan bahwa *output* produk yang dihasilkan merupakan *output* yang sesuai dengan *design* yang telah ditetapkan.

3. Kualitas Produk Akhir

Pada tahapan ini, komposisi produk akhir yang dihasilkan harus dijaga dalam standar kualitas yang telah ditentukan.

4. Biaya

Pada tahapan ini, pengoperasian industri dijaga dalam rentang biaya produksi minimum. Sehingga, biaya yang dialokasikan dapat memenuhi kebutuhan-kebutuhan industri yang didirikan.

Adapun pengendalian proses dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis, diantaranya sebagai berikut.

1. *Level Control* (LC)

Pada umumnya pengaturan *level control* terletak pada bagian atas tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda berupa bunyi alarm peringatan.

2. *Pressure Control (PC)*

Pressure control pada umumnya ditujukan untuk sistem yang memiliki aliran berupa uap atau gas. Apabila uap atau gas yang dibuang tergolong sebagai limbah beracun ataupun masih berupa bahan yang bernilai, maka uap atau gas tersebut harus dialirkan menuju sistem *recovery* seperti *scrubber*.

3. *Flow Control (FC)*

Flow control pada umumnya ditujukan untuk sistem yang berkaitan dengan sistem penyimpanan pada tangki ataupun sejenisnya. Penggunaan sistem *flow control* ini berfungsi untuk menjaga aliran pada kompresor atau pompa agar tetap berada pada kecepatan serta volume yang konstan.

4. *Ratio Control (RC)*

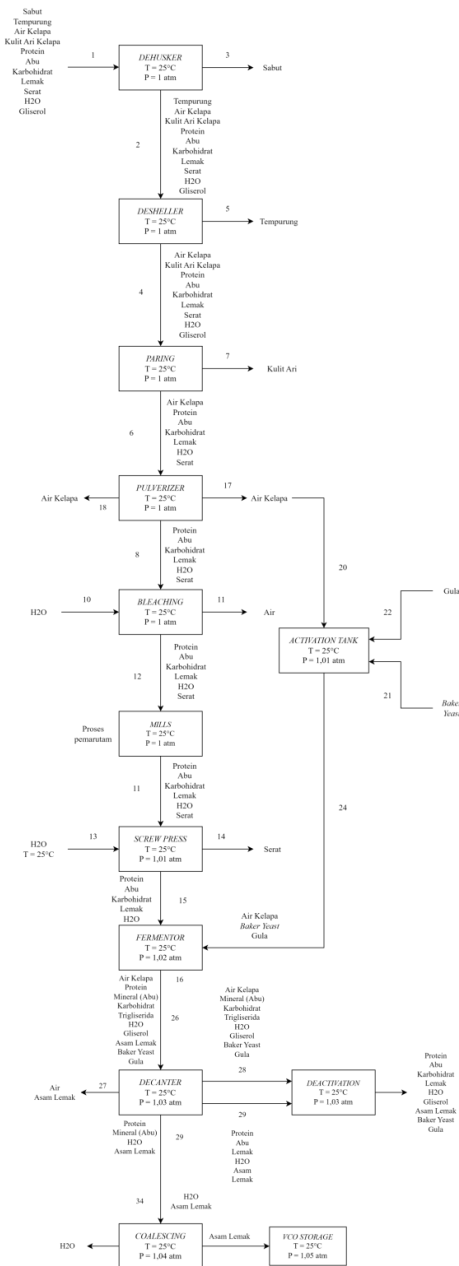
Ratio control pada umumnya ditujukan untuk menjaga aliran pada rasio yang konstan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

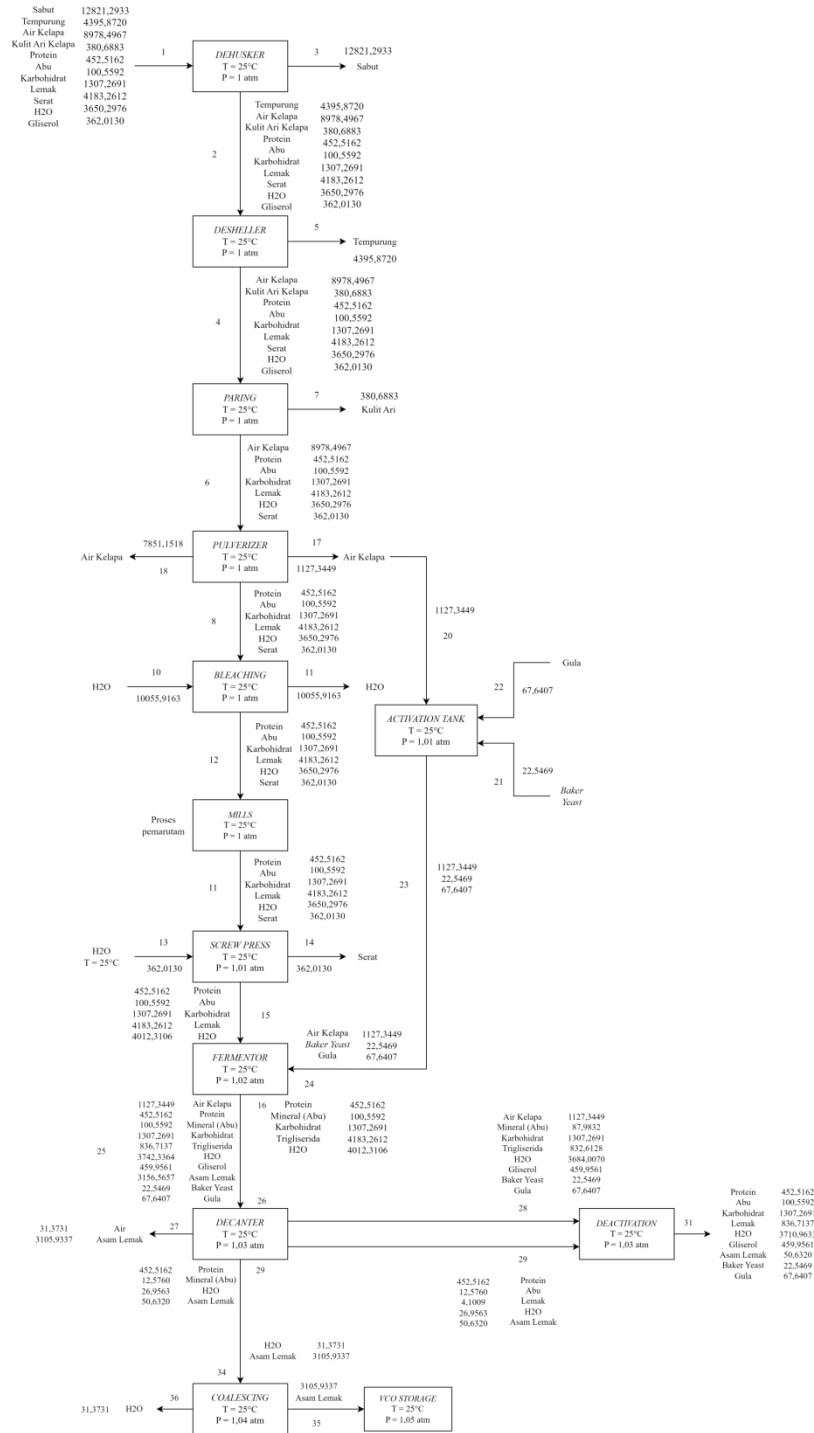
3.1 Diagram Alir Proses dan Material

3.1.1. Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif

3.1.2. Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif

3.2 Uraian Proses

Proses produksi VCO dengan kapasitas 25.000 ton/tahun dilakukan dengan menggunakan metode fermentasi. Proses tersebut dilakukan dalam 4 tahapan proses yaitu proses persiapan bahan baku, proses pembuatan santan, proses pembuatan *starter*, proses fermentasi, dan proses penyimpanan.

3.2.1 Tahapan Proses Persiapan Bahan Baku

Proses persiapan bahan baku dilakukan di area satu dengan kondisi operasi pada suhu 25°C dan tekanan 1 atm. Buah kelapa tua (usia \geq 12 bulan) yang utuh dilewatkan melalui *mature coconut conveyor* (J-111) menuju ke *dehusker* (X-112) untuk menghilangkan serabut kelapa. Setelah itu, buah kelapa yang sudah dibersihkan serabutnya dilewatkan ke *coconut without coir conveyor* (J-113) untuk dilakukan pemotongan batok kelapa di *desheller* (X-114). Selanjutnya, buah kelapa dilewatkan ke *coconut without shell conveyor* (J-115) menuju ke *paring* (X-116) untuk mengupas kulit ari. Daging buah kelapa setelah dihilangkan kulit arinya akan dilewatkan *coconut flesh conveyor* (J-117) menuju ke *pulverizer* (C-110) untuk dilakukan proses pemotongan menjadi ukuran yang lebih kecil. Limbah yang dihasilkan pada proses persiapan bahan baku yang berupa serabut kelapa, batok kelapa, dan kulit ari dilewatkan ke *coconut waste conveyor* (J-118) untuk dimasukkan ke proses *Waste Treatment Unit* (WTU).

3.2.2 Tahapan Pembuatan Santan

Proses pembuatan santan dilakukan di area dua. Daging buah kelapa yang telah dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil dimasukkan ke proses pencucian menggunakan air bersih di *bleaching tank* (T-221). Selanjutnya, dilakukan proses penggilingan daging buah kelapa yang sudah bersih menggunakan *mills* (C-222). Tujuan dari proses penggilingan ini adalah untuk mendapatkan parutan kelapa yang selanjutnya akan masuk ke *screw press* (H-220). Proses di dalam *screw press* (H-220) dilakukan penambahan air yang sebelumnya dipanaskan pada *water heater* (E-223) hingga 50°C untuk menghasilkan santan kelapa. Ampas yang dipisahkan dari *screw press* (H-220) dimasukkan ke proses WTU.

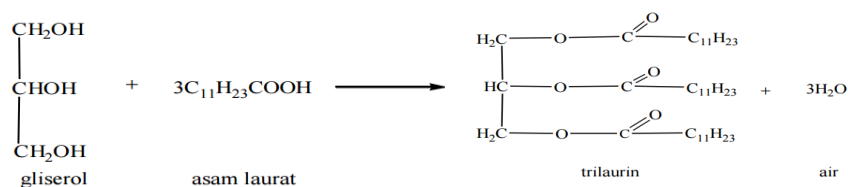
3.2.3 Tahapan Proses Pembuatan Starter

Proses pembuatan *starter* dilakukan di area tiga dengan alat utama *activation tank* (T-330). Sebelum masuk ke *activation tank*, air kelapa dipanaskan terlebih dahulu menggunakan *coconut water heater* (E-331) hingga mencapai suhu 50°C kemudian dialirkan menuju *activation tank* dengan bantuan *coconut water pump* (P-332). Pada *activation tank* (T-330) terjadi pencampuran antara ragi roti, gula, dan air kelapa untuk pembuatan *starter* pada suhu 25°C dan tekanan 1 atm selama 4 jam.

3.2.4 Tahapan Proses Fermentasi dan Penyimpanan Produk VCO

Proses fermentasi dan penyimpanan produk VCO dilakukan di area

empat. *Santan* yang sudah dipisahkan dari ampasnya dialirkan menuju *fermentation tank* dengan bantuan *coconut milk pump* (P-441). Pada *fermentation tank* (R-440) terjadi proses fermentasi santan dengan bantuan larutan *starter* dari *activation tank* (T-330) melalui *starter pump* (P-442). Proses fermentasi dilakukan pada suhu kamar (25°C) dan tekanan 1 atm selama 24 jam. Reaksi fermentasi yang terjadi yaitu reaksi hidrolisis lemak melalui mekanisme perusakan protein yang menyelimuti globula lemak dengan memanfaatkan bantuan mikroorganisme *S. cerevisiae* yang terdapat di dalam ragi roti. Keberadaan mikroorganisme tersebut berperan untuk menghasilkan enzim protease yang selanjutnya dapat menghidrolisis lemak dengan didukung oleh keberadaan kadar air yang tinggi dalam proses fermentasi yang berlangsung. Reaksi dapat dituliskan pada **Gambar 3.3**.



Gambar 3.3 Reaksi Hidrolisis Lemak pada VCO

Proses berlangsung secara *batch* memiliki waktu tunggu selama 24 jam, sehingga dibutuhkan lebih dari satu fermentor pada saat proses

fermentasi dengan penjadwalan yang dapat dilihat pada **Gambar 3.4**. Hasil fermentasi yang diperoleh berupa minyak, air, blondo, dan bakteri yang diasumsikan bahwa air, blondo, dan bakteri bergabung, yang selanjutnya akan dipisahkan dengan padatnya menggunakan *filter press* (FP-444). Sehingga, minyak kelapa dan air yang telah terpisah dari blondo akan dipompa oleh *fermentation pump* (P-443) menuju ke *decanter* (H-450) untuk dilakukan pemisahan VCO dari minyak dan air.

Produk utama dari proses ini adalah VCO dengan produk samping berupa blondo dan air. Air dan blondo dialirkan ke *deactivation tank* (T-451) untuk mendeaktifasi *yeast* pada suhu 10°C kemudian dialirkan ke *Waste Water Treatment* (WWT) dengan bantuan *waste pump* (P-452). Produk VCO dialirkan menuju *coalescing separator* (H-462) dengan bantuan VCO *pump* (P-461) untuk dilakukan pemurnian VCO dari sisa air yang masih terikut dalam VCO. Prinsip kerja dari *coalescing separator* ini adalah memisahkan minyak dan uap air berdasarkan perbedaan densitas VCO dan air sehingga air akan terkumpul pada bagian *bottom*. Dengan adanya penghilangan kadar air dari VCO, akan diperoleh VCO yang memiliki daya simpan lama dan tidak berbau tengik. Selanjutnya, produk VCO disimpan di dalam VCO *storage* (S-460) yang dijaga pada suhu 25°C dan tekanan 1 atm untuk didistribusikan ke industri sabun sebagai industri pengguna VCO.

3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1. *Pulverizer (C-110)*

Fungsi : Tempat untuk memotong daging buah kelapa menjadi ukuran yang lebih kecil.

Tabel 3. 1 Spesifikasi Pulverier (C-110)

| | | |
|------------------|------------------------------------|--------|
| Tipe | <i>Double Toothed Roll Crusher</i> | |
| Kapasitas | 19.034,413 | kg/jam |
| <i>Roll size</i> | | |
| Diameter | 24 | in |
| Face | 18 | in |
| Kecepatan putar | 125 | rpm |
| Daya | 5,5 | kW |
| Jumlah | 1 | buah |

3.3.2. *Mature Coconut Conveyor (J-111)*

Fungsi : Untuk mengangkat buah kelapa tua menuju *dehusker (X-112)*.

Tabel 3. 2 Spesifikasi *Mature Coconut Conveyor (J-111)*

| | | |
|---------------------|-----------------------------------|----------------|
| Tipe | <i>Troughed belt on 20° idler</i> | |
| Kapasitas | 43.958,7199 | kg/jam |
| Kecepatan belt | 137,3710 | ft/min |
| Lebar belt | 0,71 | m |
| Luas permukaan belt | 28,4 | m ² |
| Bahan konstruksi | <i>Rubber</i> | |
| Daya motor | 2,8918 | hp |
| Panjang belt | 10 | m |
| Jumlah | 1 | buah |

3.3.3. *Dehusker (X-112)*

Fungsi : Untuk mengupas serabut kelapa.

Tabel 3. 3 Spesifikasi *Dehusker (X-112)*

| Keterangan | | |
|------------------------|------------------------|------------|
| Material | <i>Stainless Steel</i> | |
| Kondisi Operasi | | |
| Daya | 1,5 | kW |
| Kapasitas | 8-10 | buah/menit |
| Ukuran | 0,93 x 0,75 x 1 | m |

3.3.4. *Coconut Without Coir Conveyor (J-113)*

Fungsi : Untuk mengangkat buah kelapa tanpa sabut menuju *desheller (X-114)*.

Tabel 3. 4 *Coconut Without Coir Conveyor (J-113)*

| | | |
|----------------------------|-----------------------------------|----------------|
| Tipe | <i>Troughed belt on 20° idler</i> | |
| Kapasitas | 28.573,1679 | kg/jam |
| Kecepatan <i>belt</i> | 89,2911 | ft/min |
| Lebar <i>belt</i> | 0,71 | m |
| Luas permukaan <i>belt</i> | 28,4 | m ² |
| Bahan konstruksi | <i>Rubber</i> | |
| Daya motor | 1,9302 | hp |
| Panjang <i>belt</i> | 10 | m |
| Jumlah | 1 | buah |

3.3.5. *Desheller (X-114)*

Fungsi : Untuk memotong batok kelapa.

Tabel 3. 5 Spesifikasi *Desheller (X-114)*

| Keterangan | | |
|-----------------|---------------------|------------|
| Material | Stainless Steel 304 | |
| Kondisi Operasi | | |
| Daya | 0,75 | kW |
| Kecepatan | 1.400 | rpm |
| Kapasitas | 5-10 | buah/menit |
| Ukuran | 0,8 x 0,6 x 1 | m |

3.3.6. *Coconut Without Shell Conveyor (J-115)*

Fungsi : Untuk mengangkat buah kelapa tanpa tempurung menuju paring (X-116).

Tabel 3. 6 Spesifikasi *Coconut Without Shell Conveyor (J-115)*

| | | |
|----------------------------|-----------------------------------|----------------|
| Tipe | <i>Troughed belt on 20° idler</i> | |
| Kapasitas | 23.298,1215 | kg/jam |
| Kecepatan <i>belt</i> | 72,8066 | ft/min |
| Lebar <i>belt</i> | 0,71 | m |
| Luas permukaan <i>belt</i> | 28,4 | m ² |
| Bahan konstruksi | <i>Rubber</i> | |
| Daya motor | 1,6005 | hp |
| Panjang <i>belt</i> | 10 | m |
| Jumlah | 1 | buah |

3.3.7. *Paring (X-116)*

Fungsi : Untuk mengupas kulit ari kelapa.

Bentuk : Balok horizontal

Bahan : Stainless steel, SS 201 (Mesinpresco.com 2021)

Tabel 3. 7 Spesifikasi *Paring (X-116)*

| Keterangan |
|------------|
|------------|

| | | |
|------------------------|----------------------------|----------|
| Material | <i>Stainless Steel 201</i> | |
| Bentuk | Balok horizontal | |
| Kondisi Operasi | | |
| Daya | 0,75 | kW |
| Kapasitas | 227 | buah/jam |
| Ukuran | 1,20 x 0,51 x 0,88 | m |

3.3.8. *Coconut Flesh Conveyor (J-117)*

Fungsi : Untuk mengangkat daging buah kelapa tanpa kulit
ari menuju pulverizer (C-110).

Tabel 3. 8 Spesifikasi *Coconut Flesh Conveyor (J-117)*

| | | |
|----------------------------|-----------------------------------|----------------|
| Tipe | <i>Troughed belt on 20° idler</i> | |
| Kapasitas | 22.841,2956 | kg/jam |
| Kecepatan <i>belt</i> | 71,3790 | ft/min |
| Lebar <i>belt</i> | 0,71 | m |
| Luas permukaan <i>belt</i> | 28,4 | m ² |
| Bahan konstruksi | <i>Rubber</i> | |
| Daya motor | 1,5719 | hp |
| Panjang <i>belt</i> | 10 | m |
| Jumlah | 1 | buah |

3.3.9. *Coconut Waste Conveyor (J-118)*

Fungsi : Untuk mengangkat limbah buah kelapa menuju
waste treatment unit (WTU).

Tabel 3. 9 Spesifikasi *Coconut Waste Conveyor (J-118)*

| | | |
|-----------------------|-----------------------------------|--------|
| Tipe | <i>Troughed belt on 20° idler</i> | |
| Kapasitas | 21.117,4242 | kg/jam |
| Kecepatan <i>belt</i> | 65,9919 | ft/min |
| Lebar <i>belt</i> | 0,71 | m |

| | | |
|----------------------------|---------------|----------------|
| Luas permukaan <i>belt</i> | 28,4 | m ² |
| Bahan konstruksi | <i>Rubber</i> | |
| Daya motor | 1,8971 | hp |
| Panjang <i>belt</i> | 40 | m |
| Jumlah | 1 | buah |

3.3.10. *Screw Press (H-220)*

Fungsi : Untuk memeras parutan kelapa sehingga menghasilkan santan kelapa.

Bentuk : Silinder Horizontal Berbentuk Corong

Bahan : Mild Steel and Stainless Steel 304/316 (Indiamart 2021)

Tabel 3. 10 *Spesifikasi Screw Press (H-220)*

| Keterangan | | |
|------------------------|---|------|
| Material | <i>Mild Steel and Stainless Steel 304/316</i> | |
| Bentuk | Silinder Horizontal Berbentuk Corong | |
| Kondisi Operasi | | |
| Daya | 5,6 | kW |
| Kapasitas | 208 | kg/h |
| Ukuran | 1,64 x 0,64 x 1,20 | m |

3.3.11. *Bleaching Tank (T-221)*

Fungsi : Tempat untuk pencucian buah kelapa.

Tabel 3. 11 *Spesifikasi Bleaching Tank (T-221)*

| Spesifikasi Alat | Keterangan | Satuan |
|-------------------------|---|---------------|
| Jenis Bahan | <i>Plate Steels SA-240 grade M type 316</i> | |
| Bentuk Tangki | Silinder vertikal | |
| Bentuk Tutup Atas | <i>Standar Dished</i> | |
| Bentuk Tutup Bawah | <i>Standar Dished</i> | |

| | | |
|---------------------|----------|-----------------|
| Tinggi Tangki | 117,7664 | in |
| Tinggi Liquid | 101,4671 | in |
| Diameter Dalam (di) | 77,6275 | in |
| Diameter Luar (do) | 78 | in |
| Tebal Silinder | 3/16 | in |
| Volume Bahan | 237,2219 | ft ³ |
| P | 1 | atm |
| T | 25 | °C |
| Jumlah Alat | 1 | Buah |

3.3.12. Mills (C-222)

Fungsi : Untuk memarut daging buah kelapa.

Bentuk: Balok Vertikal

Bahan : Stainless steel SXYS 190

Tabel 3. 12 Spesifikasi *Mills (C-222)*

| Keterangan | | |
|------------------------|---------------------------------|-------|
| Material | <i>Stainless Steel SXYS 190</i> | |
| Bentuk | Balok Vertikal | |
| Kondisi Operasi | | |
| Daya | 0,75 | kW |
| Kapasitas | 225 | pcs/h |
| Ukuran | 0,38 x 0,31 x 0,93 | m |

3.3.13. Water Heater (E-223)

Fungsi : Untuk menaikkan suhu air untuk santan kelapa

Bentuk: Silinder vertikal

Bahan : Stainless steel SS 304 – *Commercial Electric Water*

Heater with Coil

Tabel 3. 13 Spesifikasi *Water Heater* (E-223)

| Keterangan | |
|-------------------|-------------------------------|
| Material | <i>Stainless Steel SS 304</i> |
| Bentuk | Silinder Vertikal |

| Kondisi Operasi | | |
|------------------------|-------|----|
| Daya | 5 | kW |
| Kapasitas | 500 | L |
| Tinggi | 1,575 | m |
| Diameter | 0,71 | m |

3.3.14. *Water Pump* (P-224)

Fungsi : Mengalirkan air hangat untuk pembuatan santan dari water heater (E-223) ke *screw press* (H-220).

Tabel 3. 14 Spesifikasi *Water Pump* (P-224)

| Spesifikasi Alat | Keterangan | Satuan |
|-------------------------|-------------------------|---------------|
| Tipe | <i>Centrifugal Pump</i> | |
| Bahan | <i>Commercial Steel</i> | |
| Kondisi Operasi | 1 | atm |
| Daya Pompa | 0,0136 | hp |
| Total Head | 4,8027 | m |

3.3.15. Activation Tank (T-330)

Fungsi : Tempat untuk pembuatan starter dan pengaktifan yeast.

Tabel 3. 15 Spesifikasi Activation Tank (T-330)

| Spesifikasi Alat | Keterangan | Satuan |
|---------------------|--|-----------------|
| Jenis Bahan | <i>Plate Steels SA-167 grade 11 type 316</i> | |
| Bentuk Tangki | Silinder vertikal berpengaduk | |
| Bentuk Tutup Atas | <i>Torispherical Dished</i> | |
| Bentuk Tutup Bawah | <i>Torispherical Dished</i> | |
| Tinggi Tangki | 95,0893 | in |
| Tinggi Liquid | 66,3891 | in |
| Diameter Dalam (di) | 47,6250 | in |
| Diameter Luar (do) | 48 | in |
| Tebal Silinder | 3/16 | in |
| Volume Bahan | 57,0226 | ft ³ |
| P | 1,01 | atm |
| T | 30 | °C |
| Jumlah Alat | 3 | buah |

3.3.16. Coconut Water Heater (E-331)

Fungsi : Untuk menaikkan suhu air untuk santan kelapa

Bentuk: Silinder vertikal

Bahan : Stainless steel SS 304 – *Commercial Electric Water Heater with Coil*

Tabel 3. 16 Spesifikasi Coconut Water Heater (E-331)

| Keterangan | |
|------------|-------------------------------|
| Material | <i>Stainless Steel SS 304</i> |
| Bentuk | Silinder Vertikal |

| Kondisi Operasi | | |
|------------------------|-------|----|
| Daya | 5 | kW |
| Kapasitas | 500 | L |
| Tinggi | 1,575 | m |
| Diameter | 0,71 | m |

3.3.17. *Coconut Water Pump (P-332)*

Fungsi : Untuk mengalirkan air kelapa dari *coconut water heater (E-331)* ke *activation tank (T-330)*

Tabel 3. 17 Spesifikasi *Coconut Water Pump (P-332)*

| Spesifikasi Alat | Keterangan | Satuan |
|-------------------------|-------------------------|---------------|
| Tipe | <i>Centrifugal Pump</i> | |
| Bahan | <i>Commercial Steel</i> | |
| Kondisi Operasi | 1 | atm |
| Daya Pompa | 0,0186 | hp |
| Total Head | 1,417 | m |

3.3.18. *Baker Yeast Conveyor (J-333)*

Fungsi : Untuk mengangkut ragi roti menuju *activation tank (T-330)*.

Tabel 3. 18 Spesifikasi *Baker Yeast Conveyor (J-333)*

| | | |
|----------------------|----------------------------------|--------|
| Tipe | <i>Hopper screw conveyor</i> | |
| Kapasitas | 27,0563 | kg/jam |
| Bahan konstruksi | <i>Poly Vinyl Chloride (PVC)</i> | |
| Daya motor | 0,54 | hp |
| Sudut elevasi | 30 | ° |
| Panjang <i>auger</i> | 10 | m |
| Jumlah | 1 | Buah |

3.3.19. Filter Press (FP-444)

Fungsi : Memisahkan blondo dari minyak dan air.

Tabel 3. 19 Spesifikasi *Filter Press* (FP-444)

| Spesifikasi Alat | Keterangan | Satuan |
|---------------------|---|-----------------|
| Jenis Bahan | <i>Plate Steels SA-240 grade M type 316</i> | |
| P | 1,02 | atm |
| T | 30 | °C |
| Jumlah Alat | 9 | buah |
| Volume Cake | 33,5124 | ft ³ |
| Volume Filtrate | 34,7193 | ft ³ |
| Media Filter | <i>Woven Fabrics</i> | |
| Luas Penyaringan | 412,9289 | ft ² |
| Pipa Slurry : | | |
| Diameter Luar (OD) | 1,32 | in |
| Diameter Dalam (ID) | 0,957 | in |
| Pipa Filtrate : | | |
| Diameter Luar (OD) | 1,05 | in |
| Diameter Dalam (ID) | 0,824 | in |

3.3.20. *Fermentation Tank (R-440)*

Fungsi : Tempat terjadinya proses fermentasi, yaitu menghidrolisis lemak melalui perusakan protein pada globula lemak dengan bantuan ragi roti.

Tabel 3. 20 Spesifikasi *Fermentation Tank (R-440)*

| Spesifikasi Alat | Keterangan | Satuan |
|---------------------|---|-----------------|
| Jenis Bahan | <i>Plate Steels SA-240 grade M type 316</i> | |
| Bentuk Tangki | Silinder vertikal berpengaduk | |
| Bentuk Tutup Atas | <i>Torispherical Dished</i> | |
| Bentuk Tutup Bawah | <i>Torispherical Dished</i> | |
| Tinggi Tangki | 200,7867 | in |
| Tinggi Liquid | 140,4396 | in |
| Diameter Dalam (di) | 101,6250 | in |
| Diameter Luar (do) | 102 | in |
| Tebal Silinder | 3/16 | in |
| Volume Bahan | 547,2414 | ft ³ |
| P | 1,02 | atm |
| T | 25 | °C |
| Jumlah Alat | 18 | buah |

3.3.21. *Coconut Milk Pump (P-441)*

Fungsi : Mengalirkan santan dari *screw press (H-220)* ke *fermentation tank (R-440)*.

Tabel 3. 21 Spesifikasi *Coconut Milk Pump (P-441)*

| Spesifikasi Alat | Keterangan | Satuan |
|------------------|----------------------------------|--------|
| Tipe | <i>Sanitary Centrifugal Pump</i> | |
| Bahan | <i>Commercial Steel</i> | |
| Kondisi Operasi | 1,01 | atm |

| | | |
|------------|--------|----|
| Daya Pompa | 0,0954 | hp |
| Total Head | 1,232 | m |

3.3.22. Sugar Conveyor (J-334)

Fungsi : Untuk mengangkut gula menuju *activation tank* (T-330).

Tabel 3. 22 Sugar Conveyor (J-334)

| | | |
|------------------|------------------------------|--------|
| Tipe | <i>Hopper screw conveyor</i> | |
| Kapasitas | 27,0563 | kg/jam |
| Bahan konstruksi | Poly Vinyl Chloride (PVC) | |
| Daya motor | 0,54 | hp |
| Sudut elevasi | 30 | ° |
| Panjang auger | 10 | m |
| Jumlah | 1 | buah |

3.3.23. Starter Pump (L-442)

Fungsi : Untuk mengalirkan larutan starter dari *activation tank* (T-330) ke *fermentation tank* (R-440).

Tabel 3. 23 Spesifikasi Starter Pump (P-442)

| Spesifikasi Alat | Keterangan | Satuan |
|------------------|-------------------------|--------|
| Tipe | <i>Centrifugal Pump</i> | |
| Bahan | <i>Commercial Steel</i> | |
| Kondisi Operasi | 1,01 | atm |
| Daya Pompa | 0,0265 | hp |
| Total Head | 2,036 | m |

3.3.24. Fermentation Pump (P-443)

Fungsi : Untuk mengalirkan hasil fermentasi dari *fermentation tank* (R-440) ke *decanter* (H-450).

Tabel 3. 24 Spesifikasi Fermentation Pump (P-443)

| Spesifikasi Alat | Keterangan | Satuan |
|------------------|---------------------------|--------|
| Tipe | <i>Reciprocating Pump</i> | |
| Bahan | <i>Commercial Steel</i> | |
| Kondisi Operasi | 1,02 | atm |
| Daya Pompa | 0,1513 | hp |
| Total Head | 1,33 | m |

3.3.1. Decanter (H-450)

Fungsi : Untuk memisahkan VCO dari air dan blondo.

Tabel 3. 25 Spesifikasi *Decanter* (H-450)

| Spesifikasi Alat | Keterangan | Satuan |
|------------------|------------------------------------|--------|
| Jenis Bahan | <i>Plate Steels SA-167 grade C</i> | |
| Bentuk Tangki | Silinder horizontal | |
| Tipe | <i>Decanter Gravity Continue</i> | |
| Diameter | 1,2962 | m |
| Panjang | 6,4811 | m |
| z_1 | 1,1666 | m |
| z_2 | 1,2216 | m |
| z_3 | 0,6481 | m |
| P | 1,03 | atm |
| T | 25 | °C |
| Jumlah Alat | 1 | buah |

3.3.2. Deactivation Tank (T-451)

Fungsi : Tempat untuk mendeaktifasi yeast.

Tabel 3. 26 Deactivation Tank (T-451)

| Spesifikasi Alat | Keterangan | Satuan |
|---------------------|--|-----------------|
| Jenis Bahan | <i>Plate Steels SA-167 grade 11 type 316</i> | |
| Bentuk Tangki | Silinder vertikal berpengaduk | |
| Bentuk Tutup Atas | <i>Torispherical Dished</i> | |
| Bentuk Tutup Bawah | <i>Torispherical Dished</i> | |
| Tinggi Tangki | 125,0047 | in |
| Tinggi Liquid | 90,3862 | in |
| Diameter Dalam (di) | 65,6250 | in |
| Diameter Luar (do) | 66 | in |
| Tebal Silinder | 3/16 | in |
| Volume Bahan | 144,3536 | ft ³ |
| P | 1,01 | atm |
| T | 10 | °C |
| Jumlah Alat | 1 | buah |

3.3.3. Waste Pump (P-452)

Fungsi : Untuk mengalirkan campuran air dan blondo dari

deactivation tank (T-451) ke waste water treatment (WWT).

Tabel 3. 27 Spesifikasi Waste Pump (P-452)

| Spesifikasi Alat | Keterangan | Satuan |
|------------------|---------------------------|--------|
| Tipe | <i>Reciprocating Pump</i> | |
| Bahan | <i>Commercial Steel</i> | |
| Kondisi Operasi | 1,03 | atm |
| Daya Pompa | 0,0433 | hp |
| Total Head | 0,7034 | m |

3.3.4. VCO Storage (S-460)

Fungsi : Tempat penampungan produk VCO.

Tabel 3. 28 Spesifikasi VCO Storage

| Spesifikasi Alat | Keterangan | Satuan |
|---------------------|--|-----------------|
| Jenis Bahan | <i>Plate Steels SA-167 grade 11 type 316</i> | |
| Bentuk Tangki | Silinder vertikal | |
| Bentuk Tutup Atas | <i>Torispherical Dished</i> | |
| Bentuk Tutup Bawah | <i>Torispherical Dished</i> | |
| Tinggi Tangki | 146,1511 | in |
| Tinggi Liquid | 118,6352 | in |
| Diameter Dalam (di) | 89,625 | in |
| Diameter Luar (do) | 90 | in |
| Tebal Silinder | 3/16 | in |
| Volume Bahan | 321,8386 | ft ³ |
| P | 1,05 | atm |
| T | 25 | °C |
| Jumlah Alat | 6 | buah |

3.3.5. Unrefined VCO Pump (P-461)

Fungsi : Untuk mengalirkan VCO dari *decanter* (H-450) ke *coalescing separator* (H-462).

Tabel 3. 29 Spesifikasi *Unrefined VCO Pump* (P-461)

| Spesifikasi Alat | Keterangan | Satuan |
|------------------|-------------------------|--------|
| Tipe | <i>Centrifugal Pump</i> | |
| Bahan | <i>Commercial Steel</i> | |
| Kondisi Operasi | 1,03 | atm |
| Daya Pompa | 0,0069 | hp |
| Total Head | 0,2008 | m |

3.3.6. *Coalescing Separator (H-462)*

Fungsi : Untuk memisahkan VCO berdasarkan perbedaan densitas agar diperoleh VCO murni.

Bentuk : Silinder Vertikal

Bahan : Stainless Steel

Tabel 3. 30 *Coalescing Separator (H-462)*

| Keterangan | | |
|------------------------|------------------------|-------|
| Material | <i>Stainless Steel</i> | |
| Bentuk | Silinder Vertikal | |
| Kondisi Operasi | | |
| Daya | 10 | kW |
| Kapasitas | 200 | L/min |
| Ukuran | 0,72 x 0,68 x 1,1 | m |

3.3.7. *VCO Pump (P-463)*

Fungsi : Untuk mengalirkan VCO dari *coalescing separator* (H-462) ke *VCO Storage (S-460)*.

Tabel 3. 31 Spesifikasi *VCO Pump (P-463)*

| Spesifikasi Alat | Keterangan | Satuan |
|-------------------------|-------------------------|---------------|
| Tipe | <i>Centrifugal Pump</i> | |
| Bahan | <i>Commercial Steel</i> | |
| Kondisi Operasi | 1,04 | atm |
| Daya Pompa | 0,0167 | hp |
| Total Head | 1,796 | m |

3.3.8. Waste Water Pump (P-464)

Fungsi : Untuk mengalirkan air dari *coalescing separator* (H-462) ke *waste water treatment* (WWT).

Tabel 3. 32 Spesifikasi *Waste Water Pump* (P-464)

| Spesifikasi Alat | Keterangan | Satuan |
|------------------|-------------------------|--------|
| Tipe | <i>Centrifugal Pump</i> | |
| Bahan | <i>Commercial Steel</i> | |
| Kondisi Operasi | 1,04 | atm |
| Daya Pompa | 0,0003 | hp |
| Total Head | 1,1201 | m |

3.4 Neraca Massa

Basis

Basis waktu operasi dalam setahun

1 tahun = 330 hari

1 hari = 24 jam

Kapasitas produksi

Jumlah VCO = 25.000 ton/tahun

= 75,7576 ton/hari

= 3156,5657 kg/jam

Yield Produk = 28% (m/m) terhadap *input fermentation tank*

3.4.1 Neraca Massa Total



Gambar 3. 3 Aliran Neraca Massa Total

Tabel 3. 33 Tabel Neraca Massa Total

| Neraca Massa Total | | | | | |
|------------------------------|----------------------|-----------------|--|----------------------|-----------------|
| <i>Input</i> | | | <i>Output</i> | | |
| Bahan | Komponen | Jumlah (kg/jam) | Bahan | Komponen | Jumlah (kg/jam) |
| <i>Mature Coconut</i> <1> | Sabut <1> | 12.821,2933 | <i>Product Distribution</i> (VCO) <37> | Polipeptida <37> | 3.105,9337 |
| | Tempurung <1> | 4.395,8720 | | | |
| | Air Kelapa <1> | 8.978,4967 | <i>Waste Treatment Unit</i> <14> | Sabut <3> | 12.821,2933 |
| | Kulit Ari Kelapa <1> | 380,6883 | | Tempurung <5> | 4.395,8720 |
| | Protein <1> | 452,5162 | | Kulit Ari Kelapa <7> | 380,6883 |
| | Abu <1> | 100,5592 | | Serat <14> | 362,0130 |
| | Karbohidrat <1> | 1.307,2691 | <i>Coconut Water Distribution</i> <18> | Air Kelapa <18> | 7.851,1518 |
| | Lemak <1> | 4.183,2612 | | Air Kelapa <30> | 1.127,3449 |
| | H ₂ O <1> | 3.650,2976 | | Protein <32> | 452,5162 |
| | Serat <1> | 362,0130 | | Abu <30+32> | 100,5592 |

| | | | | | |
|----------------------------|---|--------------------|---|---|--------------------|
| <i>Water</i> <9> | H ₂ O <9> | 362,0130 | <i>Waste Water Treatment</i> <30+32> | Karbohidrat <30> | 1.307,2691 |
| <i>Baker Yeast</i> <21> | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <21> | 22,5469 | | Lemak <30+32> | 836,7137 |
| <i>Sugar</i> <22> | Gula <22> | 67,6407 | | H ₂ O <30+32> | 3.710,9633 |
| | | | | Gliserol <30> | 459,9561 |
| | | | | Poliipeptida <32> | 50,6320 |
| | | | | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <30> | 22,5469 |
| | | | | Gula <30> | 67,6407 |
| | | | H ₂ O | H ₂ O <35> | 31,3731 |
| Total Input | | 37.084,4671 | Total Output | | 37.084,4671 |

3.5 Neraca Massa Komponen

3.5.1 *Dehusker* (X-112)

Tabel 3. 34 Tabel Neraca Massa pada *Dehusker*

| Komponen | <i>Input</i> | | <i>Output</i> | |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--|
| | 1 | 2 | 3 | |
| | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | |
| Sabut | 12.821,2933 | - | 12.821,2933 | |
| Tempurung | 4.395,8720 | 4.395,8720 | - | |
| Air Kelapa | 8.978,4967 | 8.978,4967 | - | |
| Kulit Ari Kelapa | 380,6883 | 380,6883 | - | |
| Protein | 452,5162 | 452,5162 | - | |
| Abu | 100,5592 | 100,5592 | - | |
| Karbohidrat | 1.307,2691 | 1.307,2691 | - | |
| Lemak | 4.183,2612 | 4.183,2612 | - | |
| Serat | 3.650,2976 | 3.650,2976 | - | |
| H ₂ O | 362,0130 | 362,0130 | - | |
| Gliserol | - | - | - | |
| Polipeptida | - | - | - | |
| <i>Baker Yeast</i> | - | - | - | |
| Gula | - | - | - | |
| Jumlah | 36.632,2665 | 23.810,9733 | 12.821,2933 | |
| Total | 36.632,2665 | 36.632,2665 | | |

3.5.2 *Desheller* (X-114)

Tabel 3. 35 Tabel Neraca Massa pada *Desheller*

| Komponen | <i>Input</i> | <i>Output</i> | |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 2 | 4 | 5 |
| | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) |
| Sabut | - | - | - |
| Tempurung | 4.395,8720 | - | 4.395,8720 |
| Air Kelapa | 8.978,4967 | 8.978,4967 | - |
| Kulit Ari Kelapa | 380,6883 | 380,6883 | - |
| Protein | 452,5162 | 452,5162 | - |
| Abu | 100,5592 | 100,5592 | - |
| Karbohidrat | 1.307,2691 | 1.307,2691 | - |
| Lemak | 4.183,2612 | 4.183,2612 | - |
| H ₂ O | 3.650,2976 | 3.650,2976 | - |
| Serat | 362,0130 | 362,0130 | - |
| Gliserol | - | - | - |
| Polipeptida | - | - | - |
| <i>Baker Yeast</i> | - | - | - |
| Gula | - | - | - |
| Jumlah | 2.3810,9733 | 19.415,1013 | 4.395,8720 |
| Total | 23.810,9733 | 23.810,9733 | |

3.5.3 Paring (X-116)

Tabel 3. 36 Tabel Neraca Massa pada *Paring*

| Komponen | <i>Input</i> | <i>Output</i> | |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | 4 | 6 | 7 |
| | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) |
| Sabut | - | - | - |
| Tempurung | - | - | - |
| Air Kelapa | 8.978,4967 | 8.978,4967 | - |
| Kulit Ari Kelapa | 380,6883 | - | 380,6883 |
| Protein | 452,5162 | 452,5162 | - |
| Abu | 100,5592 | 100,5592 | - |
| Karbohidrat | 1.307,2691 | 1.307,2691 | - |
| Lemak | 4.183,2612 | 4.183,2612 | - |
| H ₂ O | 3.650,2976 | 3.650,2976 | - |
| Serat | 362,0130 | 362,0130 | - |
| Gliserol | - | - | - |
| Polipeptida | - | - | - |
| <i>Baker Yeast</i> | - | - | - |
| Gula | - | - | - |
| Jumlah | 19.415,1013 | 19.034,4130 | 380,6883 |
| Total | 19.415,1013 | 19.415,1013 | |

3.5.4 Pulverizer (C-110)

Tabel 3. 37 Tabel Neraca Massa pada Pulverizer

| Komponen | Input | Output | | |
|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 6 | 8 | 19 | 20 |
| | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) |
| Sabut | - | - | - | - |
| Tempurung | - | - | - | - |
| Air Kelapa | 8.978,4967 | - | 1.127,3449 | 7.851,1518 |
| Kulit Ari Kelapa | - | - | - | - |
| Protein | 452,5162 | 452,5162 | - | - |
| Abu | 100,5592 | 100,5592 | - | - |
| Karbohidrat | 1.307,2691 | 1.307,2691 | - | - |
| Lemak | 4.183,2612 | 4.183,2612 | - | - |
| H ₂ O | 3.650,2976 | 3.650,2976 | - | - |
| Serat | 362,0130 | 362,0130 | - | - |
| Gliserol | - | - | - | - |
| Polipeptida | - | - | - | - |
| Baker Yeast | - | - | - | - |
| Gula | - | - | - | - |
| Jumlah | 19.034,4130 | 10.055,9163 | 1.127,3449 | 7.851,1518 |
| Total | 19.034,4130 | 19.034,4130 | | |

3.5.5 Bleaching Tank (T-221)

Tabel 3. 38 Tabel Neraca Massa pada *Bleaching Tank*

| Komponen | Input | | Output | |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 8 | 10 | 11 | 12 |
| | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) |
| Sabut | - | - | - | - |
| Tempurung | - | - | - | - |
| Air Kelapa | - | - | - | - |
| Kulit Ari Kelapa | - | - | - | - |
| Protein | 452,5162 | - | - | 452,5162 |
| Abu | 100,5592 | - | - | 100,5592 |
| Karbohidrat | 1.307,2691 | - | - | 1.307,2691 |
| Lemak | 4.183,2612 | - | - | 4.183,2612 |
| H ₂ O | 3.650,2976 | 10.055,9163 | 10.055,9163 | 3.650,2976 |
| Serat | 362,0130 | - | - | 362,0130 |
| Gliserol | - | - | - | - |
| Polipeptida | - | - | - | - |
| <i>Baker Yeast</i> | - | - | - | - |
| Gula | - | - | - | - |
| Jumlah | 10.055,9163 | 10.055,9163 | 10.055,9163 | 10.055,9163 |
| Total | 20.111,8326 | | 20.111,8326 | |

3.5.6 Screw Press (H-220)

Tabel 3. 39 Tabel Neraca Massa pada *Screw Press*

| Komponen | <i>Input</i> | | <i>Output</i> | |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 13 | 15 | 16 | 17 |
| | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) |
| Sabut | - | - | - | - |
| Tempurung | - | - | - | - |
| Air Kelapa | - | - | - | - |
| Kulit Ari Kelapa | - | - | - | - |
| Protein | 452,5162 | - | - | 452,5162 |
| Mineral | 100,5592 | - | - | 100,5592 |
| Karbohidrat | 1.307,2691 | - | - | 1.307,2691 |
| Lemak | 4.183,2612 | - | - | 4.183,2612 |
| H ₂ O | 3.650,2976 | 362,0130 | - | 4.012,3106 |
| Serat | 362,0130 | - | 362,0130 | - |
| Gliserol | - | - | - | - |
| Polipeptida | - | - | - | - |
| <i>Baker Yeast</i> | - | - | - | - |
| Gula | - | - | - | - |
| Jumlah | 10.055,9163 | 362,0130 | 362,0130 | 10.055,9163 |
| Total | 10.417,9293 | | 10.417,9293 | |

3.5.7 Activation Tank (T-330)

Tabel 3. 40 Tabel Neraca Massa pada Activation Tank

| Komponen | Input | | | Output |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 22 | 23 | 24 | 25 |
| | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) |
| Sabut | - | - | - | - |
| Tempurung | - | - | - | - |
| Air Kelapa | 1.127,3449 | - | - | 1.127,3449 |
| Kulit Ari Kelapa | - | - | - | - |
| Protein | - | - | - | - |
| Abu | - | - | - | - |
| Karbohidrat | - | - | - | - |
| Lemak | - | - | - | - |
| H ₂ O | - | - | - | - |
| Serat | - | - | - | - |
| Gliserol | - | - | - | - |
| Polipeptida | - | - | - | - |
| <i>Baker Yeast</i> | - | 22,5469 | - | 22,5469 |
| Gula | - | - | 67,6407 | 67,6407 |
| Jumlah | 1.127,3449 | 22,5469 | 67,6407 | 1.217,5325 |
| Total | 1.217,5325 | | | 1.217,5325 |

3.5.8 Fermentation Tank (R-440)

Tabel 3. 41 Tabel Neraca Massa pada *Fermentation Tank*

| Komponen | <i>Input</i> | | <i>Output</i> |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 18 | 26 | 27 |
| | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) |
| Sabut | - | - | - |
| Tempurung | - | - | - |
| Air Kelapa | - | 1.127,3449 | 1.127,3449 |
| Kulit Ari Kelapa | - | - | - |
| Protein | 452,5162 | - | 452,5162 |
| Mineral (Abu) | 100,5592 | - | 100,5592 |
| Karbohidrat | 1.307,2691 | - | 1.307,2691 |
| Protein | 4.183,2612 | - | 836,7137 |
| H ₂ O | 4.012,3106 | - | 3.742,3364 |
| Serat | - | - | - |
| Gliserol | - | - | 459,9561 |
| Polipeptida | - | - | 3.156,5657 |
| <i>Baker Yeast</i> | - | 22,5469 | 22,5469 |
| Gula | - | 67,6407 | 67,6407 |
| Jumlah | 10.055,9163 | 1.217,5325 | 11.273,4488 |
| Total | 11.273,4488 | | 11.273,4488 |

3.5.9 Filter Press (FP-444)

Tabel 3. 42 Tabel Neraca Massa pada *Filter Press*

| Komponen | <i>Input</i> | <i>Output</i> | | |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 28 | 29 | 30 | 31 |
| | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) |
| Sabut | - | - | - | - |
| Tempurung | - | - | - | - |
| Air Kelapa | 1.127,3449 | - | 1.127,34 49 | - |
| Kulit Ari Kelapa | - | - | - | - |
| Protein | 452,5162 | - | - | 452,5162 |
| Mineral (Abu) | 100,5592 | - | 87,9832 | 12,5760 |
| Karbohidrat | 1.307,2691 | - | 1.307,26 91 | - |
| Protein | 836,7137 | - | 832,612 8 | 4,1009 |
| H ₂ O | 3.742,3364 | 31,3731 | 3.684,00 70 | 26,9563 |
| Serat | - | - | - | - |
| Gliserol | 459,9561 | - | 459,956 1 | - |
| Polipeptida | 3.156,5657 | 3.105,9337 | - | 50,6320 |
| <i>Baker Yeast</i> | 22,5469 | - | 22,5469 | - |
| Gula | 67,6407 | - | 67,6407 | - |
| Jumlah | 11.273,4488 | 3.137,3068 | 7.589,36 07 | 546,7813 |
| Total | 11.273,4488 | 11.273,4488 | | |

3.5.10 Decanter (H-450)

Tabel 3. 42 Tabel Neraca Massa pada *Decanter*

| Komponen | <i>Input</i> | <i>Output</i> | | |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 28 | 29 | 30 | 31 |
| | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) |
| Sabut | - | - | - | - |
| Tempurung | - | - | - | - |
| Air Kelapa | 1.127,3449 | - | 1.127,34 49 | - |
| Kulit Ari Kelapa | - | - | - | - |
| Protein | 452,5162 | - | - | 452,5162 |
| Mineral (Abu) | 100,5592 | - | 87,9832 | 12,5760 |
| Karbohidrat | 1.307,2691 | - | 1.307,26 91 | - |
| Protein | 836,7137 | - | 832,612 8 | 4,1009 |
| H ₂ O | 3.742,3364 | 31,3731 | 3.684,00 70 | 26,9563 |
| Serat | - | - | - | - |
| Gliserol | 459,9561 | - | 459,956 1 | - |
| Polipeptida | 3.156,5657 | 3.105,9337 | - | 50,6320 |
| <i>Baker Yeast</i> | 22,5469 | - | 22,5469 | - |
| Gula | 67,6407 | - | 67,6407 | - |
| Jumlah | 11.273,4488 | 3.137,3068 | 7.589,36 07 | 546,7813 |
| Total | 11.273,4488 | 11.273,4488 | | |

3.5.11 Deactivation Tank (T-451)

Tabel 3. 43 Tabel Neraca Massa pada *Deactivation Tank*

| Komponen | Input | | Output |
|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 30 | 31 | 33 |
| | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) |
| Sabut | - | - | - |
| Tempurung | - | - | - |
| Air Kelapa | 1.127,3449 | - | 1.127,3449 |
| Kulit Ari Kelapa | - | - | - |
| Protein | - | 452,5162 | 452,5162 |
| Abu | 87,9832 | 12,5760 | 100,5592 |
| Karbohidrat | 1.307,2691 | - | 1.307,2691 |
| Lemak | 832,6128 | 4,1009 | 836,7137 |
| H ₂ O | 3.684,0070 | 26,9563 | 3.710,9633 |
| Serat | - | - | - |
| Gliserol | 459,9561 | - | 459,9561 |
| Polipeptida | - | 50,6320 | 50,6320 |
| <i>Baker Yeast</i> | 22,5469 | - | 22,5469 |
| Gula | 67,6407 | - | 67,6407 |
| Jumlah | 7.589,3607 | 546,7813 | 8.136,1420 |
| Total | 8.136,1420 | | 8.136,1420 |

3.5.12 Coalescing Separator (H-462)

Tabel 3. 44 Tabel Neraca Massa pada *Coalescing Separator*

| Komponen | <i>Input</i> | <i>Output</i> | |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 36 | 37 | 38 |
| | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Massa (kg/jam) |
| Sabut | - | - | - |
| Tempurung | - | - | - |
| Air Kelapa | - | - | - |
| Kulit Ari Kelapa | - | - | - |
| Protein | - | - | - |
| Mineral (Abu) | - | - | - |
| Karbohidrat | - | - | - |
| Lemak | - | - | - |
| H ₂ O | 31,3731 | - | 31,3731 |
| Serat | - | - | - |
| Gliserol | - | - | - |
| Polipeptida | 3.105,9337 | 3.105,9337 | - |
| <i>Baker Yeast</i> | - | - | - |
| Gula | - | - | - |
| Jumlah | 3.137,3068 | 3.105,9337 | 31,3731 |
| Total | 3.137,3068 | 3.137,3068 | |

3.6 Perhitungan Neraca Panas

3.6.1 Water Heater (E-223)

Tabel 3. 45 Tabel Neraca Panas pada Water Heater

| Panas Masuk (kJ/jam) | | Panas Keluar (kJ/jam) | |
|----------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| ΔH_9 | 0 | ΔH_{12} | 37.843,0276 |
| Q | 42.047,8084 | Q_{loss} | 4.204,7808 |
| Total Panas (kJ/jam) | 42.047,8084 | Total Panas (kJ/jam) | 42.047,8084 |

3.6.2 Coconut Water Heater (E-331)

Tabel 3. 46 Tabel Neraca Panas pada Coconut Water Heater

| Panas Masuk (kJ/jam) | | Panas Keluar (kJ/jam) | |
|----------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| ΔH_{17} | 0 | ΔH_{19} | 114.425,5051 |
| Q | 127.139,4501 | Q_{loss} | 12.713,9450 |
| Total Panas (kJ/jam) | 127.139,4501 | Total Panas (kJ/jam) | 127.139,4501 |

3.6.3 Activation Tank (T-330)

Tabel 3. 47 Tabel Neraca Panas pada Activation Tank

| Panas Masuk (kJ/jam) | | Panas Keluar (kJ/jam) | |
|----------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| ΔH_{20} | 114.425,5051 | ΔH_{23} | 23.310,8992 |
| ΔH_{21} | 0 | Q_{loss} | 91.114,6059 |
| ΔH_{22} | 0 | | |
| Total Panas (kJ/jam) | 114.425,5051 | Total Panas (kJ/jam) | 114.425,5051 |

3.6.4 Fermentation Tank (R-440)

Tabel 3. 48 Tabel Neraca Panas pada *Fermentation Tank*

| Panas Masuk (kJ/jam) | | Panas Keluar (kJ/jam) | |
|----------------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| ΔH_{16} | 684.747,2130 | ΔH_{25} | 0 |
| ΔH_{24} | 23.310,8992 | Q_{loss} | 839.845,5310 |
| ΔH_{reaksi} | 131.787,4188 | | |
| Total Panas (kJ/jam) | 839.845,5310 | Total Panas (kJ/jam) | 839.845,5310 |

3.6.5 Deactivation Tank (M-451)

Tabel 3. 49 Tabel Neraca Panas *Deactivation Tank*

| Panas Masuk (kJ/jam) | | Panas Keluar (kJ/jam) | |
|----------------------|---|-----------------------|-------------------|
| ΔH_{28} | 0 | ΔH_{31} | - 381.308,8367 |
| ΔH_{29} | 0 | Q_{loss} | 34.664,4397 |
| | | Q | 346.644,3970 |
| Total Panas (kJ/jam) | 0 | Total Panas (kJ/jam) | 0 |

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Lokasi pendirian dari suatu pabrik merupakan hal yang harus diperhatikan mengingat lokasi dari pendirian pabrik akan berpengaruh secara langsung terhadap kelangsungan pabrik tersebut. Baik dari segi operasional pabrik, maupun non-operasional pabrik. Penentuan lokasi pendirian pabrik harus mencakup pertimbangan yang berkaitan dengan kemudahan proses produksi serta keuntungan pabrik dalam jangka waktu yang panjang, serta dengan kemungkinan lain berupa perluasan pabrik yang mungkin dapat terjadi pada masa mendatang.

Penentuan lokasi pabrik ini bertujuan untuk membuat proses pengoperasian pabrik berjalan dengan efektif dan efisien. Dalam menentukan lokasi pabrik terdapat beberapa aspek yang harus diperhatikan, diantaranya sebagai berikut.

3.1.3. Faktor Primer

1. Ketersediaan Bahan Baku Utama maupun Pendukung

Indonesia merupakan negara tropis sehingga memiliki potensi tinggi produksi kelapa. Tanaman kelapa tersebar luas baik di pekarangan ataupun perkebunan hampir di seluruh wilayah Indonesia. Luas areal kelapa tahun 2018 mencapai 3.417.951 hektar, dari luasan tersebut sekitar 99% atau seluas 3.385.085 hektar diusahakan oleh petani rakyat (perkebunan rakyat) yang dibudidayakan secara monokultur maupun tumpang sari dengan tanaman lainnya dengan melibatkan sekitar tiga juta

rumah tangga petani, Perkebunan Besar Negara (PBN) seluas 3.482 hektar atau 0,11% dan Perkebunan Besar Swasta (PBS) seluas 29.024 hektar atau 0,85% (Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan, 2019).

Tabel 4. 1 Data Produksi Kelapa di Indonesia Tahun 2017-2021

| No. | Provinsi | Produksi (Ton) | | | | |
|-----|-----------------|----------------|---------|---------|---------|---------|
| | | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
| 1. | Riau | 390.899 | 392.701 | 391.633 | 387.961 | 381.992 |
| 2. | Sulawesi Utara | 260.702 | 262.521 | 265.507 | 262.875 | 265.761 |
| 3. | Jawa Timur | 253.904 | 244.061 | 253.181 | 250.617 | 235.168 |
| 4. | Maluku Utara | 234.153 | 209.791 | 209.996 | 207.785 | 206.356 |
| 5. | Sulawesi Tengah | 187.435 | 193.898 | 193.823 | 191.864 | 191.598 |
| 6. | Jawa Tengah | 158.818 | 172.645 | 169.021 | 167.219 | 165.442 |
| 7. | Jambi | 108.226 | 107.854 | 108.744 | 107.600 | 106.549 |
| 8. | Maluku | 102.561 | 103.002 | 97.630 | 96.602 | 102.078 |
| 9. | Sumatera Utara | 97.684 | 99.445 | 99.616 | 98.588 | 98.266 |
| 10. | Jawa Barat | 92.179 | 93.625 | 92.946 | 91.979 | 86.023 |
| 11. | Lainnya | 1.172.861 | 960.606 | 946.070 | 935.890 | 938.297 |

(Sumber: Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021)

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa Sulawesi Utara merupakan provinsi yang memproduksi kelapa terbesar kedua di Indonesia. Selain itu, penyebaran produksi kelapa hampir tersebar di seluruh wilayah Indonesia meliputi Riau, Jawa, Maluku, dan Sumatera. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa produksi kelapa sebagai bahan baku pembuatan VCO dapat tersedia. Beberapa daerah di Sulawesi Utara yang memproduksi buah kelapa, antara lain Kabupaten Minahasa Selatan,

Kabupaten Minahasa Utara, dan Kota Bitung. Berikut tabel perbandingan produktivitas buah kelapa pada ketiga daerah tersebut di tahun 2021.

Tabel 4. 2 Data Produksi Kelapa Pada Berbagai Daerah di Sulawesi Utara Tahun 2021

| No. | Daerah | Produksi (Ton) |
|-----|----------------------------|----------------|
| 1. | Kabupaten Minahasa Selatan | 44.179 |
| 2. | Kabupaten Minahasa Utara | 37.971 |
| 3. | Kota Bitung | 11.775 |

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2021)

2. Kemudahan Transportasi

Variabel aksesibilitas (transportasi dan prasarana jalan) merupakan tingkat kemudahan transportasi dan ketersediaan prasarana yang mendukung aksesibilitas aktivitas industri dengan lokasi bahan baku atau menuju wilayah pemasaran serta kemudahan aktivitas masyarakat dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Kota Bitung memiliki jalan dengan panjang yang mencapai 535,17 km dengan kondisi rusak yang hanya mencapai 10,79% (Samsudin, 2020). Selain itu, terdapat Pelabuhan Bitung yang ditetapkan sebagai pelabuhan internasional yang berpotensi Pintu Gerbang Asia Pasifik dalam jaringan transportasi laut internasional.

3. Sumber Listrik

Ketersediaan listrik tentunya juga berperan penting bagi kelangsungan pabrik. Sebab, tanpa adanya pasokan listrik yang memadai, tentunya segala proses yang terlibat dalam pabrik akan terhambat.

Ketersediaan listrik yang dibutuhkan pabrik VCO ini dapat dipenuhi oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) Wilayah Kota Bitung.

4. Pemasaran Produk

Pemasaran menjadi salah satu faktor yang digunakan untuk menentukan lokasi pabrik karena lokasi pabrik yang berdekatan dengan lokasi pemasaran akan memudahkan dalam proses pemasaran dan distribusi. Pemasaran produk VCO ini mudah dijangkau karena tersedianya sarana transportasi yang memadai dan pemasarannya diharapkan tidak hanya di dalam negeri melainkan dapat juga untuk di ekspor. Kota Bitung, Sulawesi Utara menjadi pusat konsentrasi dan juga pusat perdagangan baik untuk memperoleh bahan baku maupun untuk menjual barang yang diproduksi disebabkan dekatnya dengan pelabuhan. Pelabuhan Kota Bitung berpotensi menjadi Pintu Gerbang Asia Pasifik karena berpeluang masuk ke dalam jaringan transportasi laut internasional yang dekat dengan pelabuhan besar di Asia Pasifik, seperti Singapura, Manila, Kaoshiung, Pusan, Kobe, dan Honolulu serta kota-kota besar lainnya (Genifer, 2015)

5. Tenaga Kerja

Komposisi penduduk usia muda yaitu penduduk dengan usia 15-64 tahun berjumlah lebih dari separuh penduduk Kota Bitung, yaitu sebesar 68,84% atau sebanyak 150.761 jiwa (Samsudin, 2020). Hal tersebut menunjukkan bahwa Kota Bitung memiliki potensi Sumber Daya Manusia (SDM) yang besar. Namun, tingginya penduduk usia muda harus

diimbangi dengan kompetensi atau kemampuan sehingga dapat memiliki kesesuaian dengan kriteria yang diharapkan industri. Menurut pendidikan tertinggi yang ditamatkan, penduduk yang siap memasuki dunia kerja paling banyak berpendidikan SMA/ sederajat yakni sebesar 44,04% dan berpendidikan perguruan tinggi sebesar 13,08% (Samsudin, 2020). Sehingga tenaga kerja dapat dengan mudah ditemukan di Kota Bitung.

3.1.4. Faktor Sekunder

1. Utilitas

Utilitas meliputi kebutuhan air, listrik, dan bahan bakar. Untuk sumber daya air di wilayah Kota Bitung terdiri dari air permukaan dan air tanah. Air permukaan meliputi air rawa, air sungai dan parit. Air tanah terdiri dari air tanah bebas (*unconfined ground water*) dan air tanah agak tertekan (*semiconfined ground water*). Selain disediakan langsung oleh alam, ketersediaan air bersih di Kota Bitung juga disediakan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Pada tahun 2019, PDAM Kota Bitung menyalurkan air sebanyak 3,68 juta m³ 19.156 pelanggan. Pelanggan PDAM secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi pelanggan rumah tangga, niaga atau industri, sosial dan pelanggan lainnya. Air yang terjual ke pelanggan niaga atau industri sebanyak 230,48 ribu m³ (Samsudin, 2020).

Kebutuhan akan listrik baik untuk tenaga penerangan maupun usaha di Kota Bitung dipenuhi oleh PT PLN dengan memanfaatkan generator diesel atau PLTD (*Pembangkit Listrik Tenaga Diesel*).

Perkembangan daya terpasang PLN dari tahun ke tahun mengalami peningkatan sampai dengan tahun 2016, daya terpasang di Kota Bitung telah mencapai 110.313.650 VA (Pemerintah Daerah Kota Bitung, 2016). Maka dari itu, pabrik VCO yang didirikan di Kota Bitung tidak akan kesulitan dalam memenuhi kebutuhan air dan listrik.

2. Peraturan Pemerintah atau Daerah

Pendirian pabrik haruslah memperhatikan beberapa aspek yang terkait dengan kebijakan atau peraturan pemerintah dan daerah yang dijadikan sebagai lokasi pendirian pabrik. Beberapa aspek yang harus diperhatikan diantaranya yaitu kebijakan terkait pengembangan industri, pemerataan kesempatan kerja, kesejahteraan masyarakat sekitar, serta hasil pembangunan. Selain itu, pabrik yang didirikan haruslah bersifat aman, sehingga dengan keberadaan pabrik yang ada lingkungan sekitar dapat tetap terjaga dengan baik.

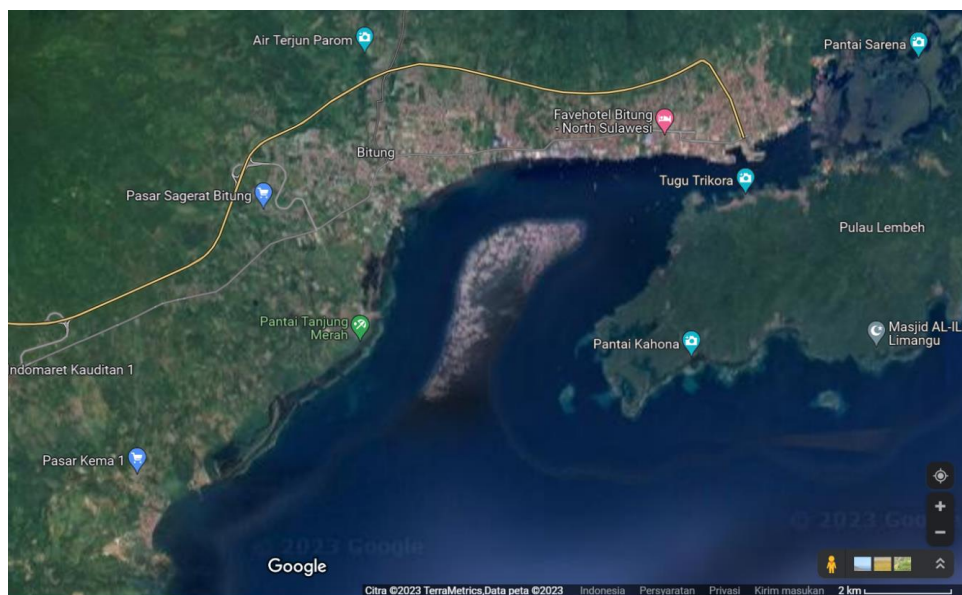
3. Keadaan Geografis dan Masyarakat

Keadaan geografis dan masyarakat bertujuan untuk menciptakan kenyamanan dan ketentraman dalam bekerja. Kota Bitung memiliki luas wilayah daratan 313,50 km² (31.350 ha) dan luas wilayah perairan 439,8 km² (43.980 ha), yang terbagi dalam 8 wilayah kecamatan dan 69 kelurahan. Klimatologi Kota Bitung umumnya merupakan daerah yang beriklim tropis, hanya dikenal dua musim, yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Keadaan ini berkaitan erat dengan arus angin yang bertiup di wilayah ini. Pada bulan Oktober sampai dengan bulan April

biasanya terjadi hujan. Hal ini disebabkan karena angin bertiup dari arah Barat atau Barat Laut yang banyak mengandung air dan sebaliknya adalah musim kemarau yang terjadi pada bulan Juli sampai dengan bulan September. Hal ini terjadi karena dipengaruhi oleh arus angin dari arah Timur yang tidak banyak mengandung air (Pemerintah Daerah Kota Bitung, 2016). Oleh karena itu, wilayah Kota Bitung memiliki peluang tinggi untuk dijadikan sebagai lokasi untuk pendirian pabrik.

4. Kebutuhan Tanah dan Pengembangannya

Daerah Kota Bitung sebagai lokasi pendirian pabrik VCO tergolong sebagai lokasi yang luas dan strategis. Sehingga, apabila terdapat rencana perluasan pabrik di masa yang mendatang, maka perluasan area pabrik dapat ditangani secara lebih mudah tanpa harus mencari daerah baru sebagai area perluasan.



Gambar 4. 1 Peta Kota Bitung sebagai Lokasi Pendirian Pabrik VCO dengan Kapasitas 25.000 ton/tahun

Tabel 4. 3 Uraian Penjelasan Penentuan Lokasi Pabrik

| No. | Faktor | Sub Faktor | Uraian Penjelasan |
|-----|--------------------------------------|---|--|
| 1. | Ketersediaan bahan baku ^a | Sumber bahan baku | Produksi kelapa sebagai sumber bahan baku di Kab. Minahasa Utara tersedia dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan dengan kedua daerah lainnya. Kota Bitung memproduksi kelapa dalam jumlah yang paling kecil jika dibandingkan dengan Kab. Minahasa Utara dan Kab. Minahasa Selatan. Jika ditinjau dari segi harga buah kelapa yang dihasilkan pada ketiga daerah berkisar pada harga Rp2.500,00–Rp3.500,00/buah. |
| | | Kapasitas dan lama waktu tersedianya bahan baku | Ketiga daerah dapat memproduksi kelapa sebagai bahan baku sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama untuk menunggu ketersediaan bahan baku. |
| | | Kualitas sesuai standar bahan baku | Kualitas bahan baku dipengaruhi oleh kondisi tanah. Kondisi tanah pada ketiga daerah memiliki kecocokan untuk perkebunan kelapa. |
| | | Cara mendapatkan dan pengangkutan bahan baku | Ketiga daerah mudah mendapatkan bahan baku dan tidak membutuhkan biaya pengangkutan yang besar karena ketiga daerah dapat memproduksi kelapa dalam jumlah yang besar. |
| 2. | Pemasaran ^{b,c,d} | Daerah untuk pemasaran produk | Ketiga daerah memiliki lokasi yang strategis dalam melakukan pemasaran. Kab. Minahasa Utara berada di antara Kota Bitung dan Kota Manado, sedangkan Kab. Minahasa Selatan berada pada jalur lintas darat Trans Sulawesi. Akan tetapi, jika |

Lanjutan tabel 4.3

| | | | |
|----|---|--|---|
| | | | ditinjau dari aspek sasaran konsumen yang merupakan orang perkotaan yang lebih mengutamakan kualitas dan manfaat produk VCO, Kota Bitung lebih mudah untuk melakukan pemasaran produk karena merupakan wilayah perkotaan. |
| | | Proyeksi kebutuhan produk di masa yang akan datang | Proyeksi kebutuhan produk di Kota Bitung lebih tinggi jika dibandingkan dengan dua daerah lain karena Kota Bitung merupakan wilayah perkotaan yang masyarakatnya memiliki tingkat kesadaran yang lebih tinggi terhadap manfaat VCO. |
| | | Pengaruh persaingan dagang | Persaingan dagang pada Kota Bitung lebih tinggi karena adanya pabrik pembuatan VCO. Pada Kab. Minahasa Utara dan Kab. Minahasa Selatan belum ada pabrik pembuatan VCO sehingga persaingan dagang rendah. |
| | | Jarak tempuh untuk pemasaran produk dan sarana pengangkutan produk | Kota Bitung dan Kab. Minahasa Utara lebih unggul dibandingkan dengan Kab. Minahasa Selatan karena ke dua daerah tersebut memiliki fasilitas pengangkutan produk yang lebih memadai dan jarak tempuh yang lebih rendah. |
| 3. | Utilitas ^{b,c,d} | Air | Ketiga daerah memiliki persediaan air baku yang memadai karena merupakan daerah pesisir dan terdapat banyak aliran sungai. |
| | | Listrik dan bahan bakar | Ketiga daerah memiliki sistem pembangkit listrik dengan kapasitas yang memadai, tetapi jika dibandingkan dengan daerah lainnya Kab. Minahasa Selatan memiliki pembangkit listrik dengan kapasitas yang lebih kecil. |
| 4. | Kondisi Geografis dan Masyarakat ^{e,f,g} | Kesiapan masyarakat setempat untuk menjadi masyarakat industri | Kesiapan masyarakat pada Kota Bitung dan Kab. Minahasa Utara untuk menjadi masyarakat industri lebih tinggi jika dibandingkan dengan Kab. Minahasa Selatan karena daerah tersebut dalam tahap pengembangan KEK. |

Lanjutan tabel 4.3

| | | | |
|----|-------------------------------|---|--|
| | | Keadaan geografis yang menyulitkan konstruksi peralatan | Ketiga daerah memiliki iklim tropis yang memiliki dua musim sehingga tidak akan terjadi perubahan cuaca yang ekstrim yang menyulitkan konstruksi peralatan. |
| | | Spesifikasi gempa bumi, banjir, dll. | Ketiga daerah pada kawasan pesisir memiliki resiko terkena bencana gelombang pasang atau tsunami tetapi Kab. Minahasa Selatan memiliki tingkat resiko bencana yang lebih rendah dibandingkan dengan daerah lain. |
| | | Kondisi tanah | Kondisi tanah pada ketiga daerah cenderung stabil sehingga sesuai untuk didirikan sebuah pabrik. |
| | | Kemungkinan perluasan di masa yang akan datang | Perluasan di masa yang akan datang pada Kab. Minahasa Selatan lebih memungkinkan dan mudah jika dibandingkan dengan daerah lain karena termasuk wilayah pedesaan sehingga tingkat kepadatan penduduk rendah. |
| 5. | Transportasi ^{b,c,d} | Jalan raya | Kab. Minahasa Selatan memiliki fasilitas jalan raya yang kurang memadai jika dibandingkan dengan daerah lain. |
| | | Jalur rel kereta api | Ketiga daerah memiliki jalur kereta api tetapi Kota Bitung memiliki stasiun yang lebih banyak jika dibandingkan dengan daerah lain. |
| | | Sungai | Penggunaan sungai sebagai sarana transportasi masih digunakan pada Kab. Minahasa Selatan. Sedangkan di Kota Bitung dan Kab. Minahasa Utara sudah tidak menggunakan sungai sebagai sarana transportasi. |
| | | Pelabuhan | Kota Bitung memiliki pelabuhan internasional yang dekat dengan pelabuhan besar di |

Lanjutan tabel 4.3

| | | | |
|----|-------------------------------|--|---|
| | | | Asia Pasifik. Kedua daerah lain memiliki pelabuhan lokal tetapi pada Kab. Minahasa Selatan fasilitas pelabuhan telah dikembangkan menjadi pelabuhan umum dan pelabuhan industri yang dikelola oleh pemerintah maupun swasta. |
| | | Lapangan udara | Ketiga daerah tidak memiliki lapangan udara, tetapi Kab. Minahasa Utara memiliki jarak terdekat dengan lapangan udara Sam Ratulangi di Kota Manado. Jika dibandingkan dengan Kota Bitung, Kab. Minahasa Selatan mempunyai jarak yang lebih jauh. |
| 6. | Tenaga kerja ^{b,c,d} | Mudah tidaknya merekrut tenaga kerja yang dibutuhkan | Proses perekrutan tenaga kerja pada Kota Bitung dan Kab. Minahasa Utara lebih mudah karena daerah tersebut dalam tahap pengembangan KEK. |
| | | Keahlian tenaga kerja | Keahlian tenaga kerja yang dibutuhkan industri pada Kota Bitung lebih sesuai dibandingkan dengan Kab. Minahasa Utara dan Kab. Minahasa Selatan karena Tenaga kerja di Kota Bitung memiliki keahlian yang diimbangi dengan pendidikan yang lebih memadai dibandingkan dengan daerah lainnya. |
| | | Tingkat pendidikan tenaga kerja | Kota Bitung memiliki tingkat pendidikan yang lebih memadai jika dibandingkan dengan kedua daerah lain sehingga memiliki keahlian yang sesuai dengan kriteria industri. |
| | | Tingkat penghasilan tenaga kerja sesuai UMR/UMK | Ketiga daerah memiliki Upah Minimum Regional (UMR) yang sama tetapi tingkat pendidikan tenaga kerja di Kota Bitung lebih tinggi dibandingkan dengan daerah lain. |
| 7. | Buangan | Cara pengolahan | Sebagian besar limbah industri VCO di Kab. Minahasa Utara dan Kab. Minahasa |

| | | | |
|----|--|---|---|
| | pabrik ^{h,i,j} | | Selatan belum ditangani secara memadai tetapi pada Kota Bitung sudah ada penanganan limbah karena berada pada kawasan industri. |
| | | Peraturan/ kebijakan pemerintah stempat | Sudah terdapat peraturan daerah mengenai Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada ketiga daerah, tetapi pada Kota Bitung dan Kab. Minahasa Utara yang dalam tahap pengembangan KEK memiliki peraturan yang lebih ketat. |
| 8. | Pembuangan limbah ^{h,i,j} | Peraturan/ kebijakan pemerintah stempat | Peraturan mengenai pembuangan limbah pada Kota Bitung dan Kab. Minahasa Utara lebih ketat dan jelas jika dibandingkan dengan Kab. Minahasa Selatan. |
| 9. | Site dan karakteristik lokasi ^{e,f,g} | Jenis tanah | Jenis tanah pada ketiga daerah cenderung stabil sehingga sesuai untuk didirikan pabrik. |
| | | Daerah (kota/ pedesaan) | Pendirian pabrik di wilayah Kab. Minahasa Utara dan Kab. Minahasa Selatan terletak pada pedesaan karena di daerah pedesaan memiliki tingkat kepadatan penduduk yang lebih rendah. |
| | | Harga tanah | Kota Bitung termasuk wilayah perkotaan sehingga memiliki harga tanah yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan harga tanah di Kab. Minahasa Utara dan Kab. Minahasa Selatan. |
| | | Fasilitas pendukung lainnya | Terdapat fasilitas yang lengkap pada ketiga daerah, tetapi pendirian pabrik di Kab. Minahasa Utara dan Kab. Minahasa Selatan tidak terlalu dekat dengan pemukiman warga sehingga dapat meminimalisir adanya gangguan terhadap kenyamanan warga. |

| | | | |
|-----|---|---|--|
| 10. | Peraturan perundang-undangan ^{h,i,j} | Ketentuan yang berlaku di daerah setempat | Kab. Minahasa Utara dan Kota Bitung memiliki ketentuan yang hampir sama karena kedua daerah dalam tahap pengembangan KEK. Sedangkan Kab. Minahasa Selatan sedikit berbeda karena tidak dalam pengembangan KEK. |
|-----|---|---|--|

Keterangan sumber:

a : (Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan 2019).

b : (Samsudin, 2020)

c : (Pangestika, 2020)

d : (Sinurat, 2020)

e : (Pemerintah Daerah Kota Bitung, 2016)

f : (Pemerintah Daerah Kabupaten Minahasa Utara, 2016)

g : (Pemerintah Daerah Kabupaten Minahasa Selatan, 2016)

h: (Pemerintah Kota Bitung, 2013)

i : (Pemerintah Kabupaten Minahasa Utara, 2013)

j : (Kabupaten Minahasa Selatan, 2014)

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik dapat diartikan sebagai suatu rancangan yang berkaitan dengan berbagai fasilitas yang berada di dalam pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi di dalam pabrik tersebut (Wignjosubroto, 2009). Suatu fasilitas pendukung kegiatan pabrik baiknya memiliki tata letak yang efektif juga efisien. Hal ini dapat ditinjau melalui aspek lalu lintas barang, pengendalian, keamanan, kenyamanan, maupun ekonomi pabrik. Tata letak pabrik secara garis besar dapat dikelompokkan ke dalam beberapa bagian, diantaranya sebagai berikut.

1. Daerah Perkantoran

Daerah perkantoran ini merupakan pusat dari segala kegiatan administrasi maupun keuangan pabrik. Daerah ini terdiri dari fasilitas perkantoran yang berguna untuk menunjang kegiatan karyawan.

2. Daerah Produksi dan Gudang

Daerah ini merupakan pusat dari kegiatan proses produksi pabrik serta penyimpanan bahan baku utama, bahan pendukung, maupun produk jadi.

3. Daerah Taman dan Parkir

Daerah ini merupakan daerah yang berguna dalam menunjang kenyamanan karyawan melalui keberadaan taman, maupun dari segi keamanan kendaraan pribadi karyawan melalui keberadaan lahan parkir.

4. Daerah Utilitas

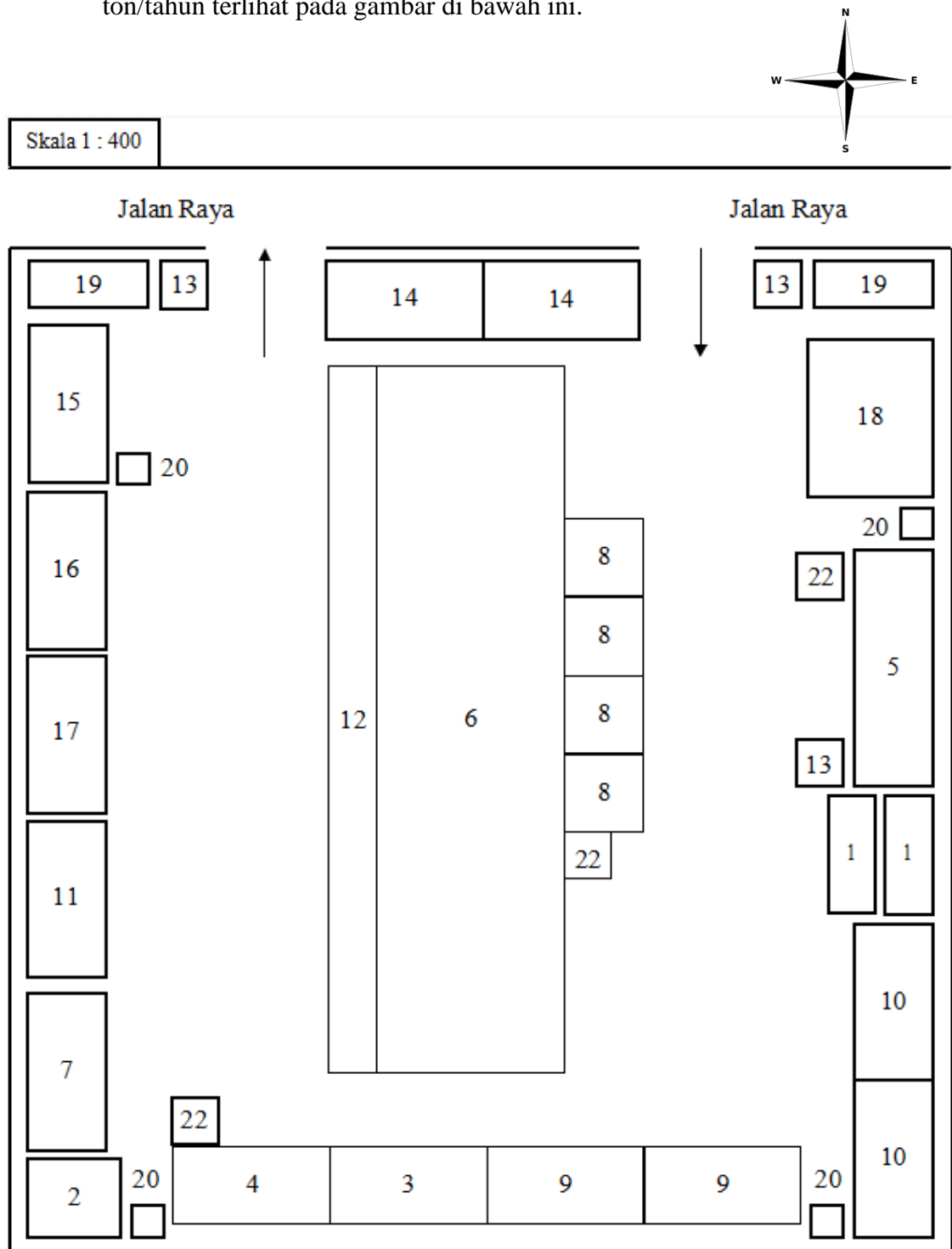
Daerah ini merupakan fasilitas yang akan mendukung segala kegiatan proses produksi yang berlangsung pada pabrik.

5. Daerah Pengolahan Limbah

Daerah ini merupakan daerah yang bertujuan untuk mengelola segala bentuk limbah yang ada sebagai sisa produksi yang telah berlangsung pada pabrik. Pada daerah ini, segala limbah yang ada akan dikelola lebih lanjut supaya limbah tersebut tidak berpotensi mencemari lingkungan.

4.3 Tata Letak Bangunan Pabrik

Tata letak bangunan pabrik VCO dengan kapasitas 25.000 ton/tahun terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 2 Tata Letak Bangunan (Plant Layout)

Tabel 4. 4 Keterangan Kebutuhan Bangunan Pabrik VCO Kapasitas 25.000 ton/tahun

| No. | Lokasi | Jumlah | Ukuran (m) | | Luas (m ²) |
|---------------------------|--------------------------|--------|------------|-------|------------------------|
| | | | Panjang | Lebar | |
| Ruang Non Produksi | | | | | |
| 1. | Bengkel | 2 | 7,5 | 3 | 45 |
| 2. | <i>Power plant</i> | 1 | 6 | 5 | 30 |
| 3. | Ruang utilitas | 1 | 10 | 5 | 50 |
| 4. | Pengolahan limbah | 1 | 10 | 5 | 50 |
| 5. | Garasi | 1 | 15 | 5 | 75 |
| Ruang Produksi | | | | | |
| 6. | Area produksi | 1 | 45 | 12 | 540 |
| 7. | Ruang <i>packaging</i> | 1 | 10 | 5 | 50 |
| 8. | Ruang kontrol | 4 | 5 | 5 | 100 |
| 9. | Laboratorium | 2 | 10 | 5 | 100 |
| 10. | Gudang bahan baku | 2 | 10 | 5 | 100 |
| 11. | Gudang produk | 1 | 10 | 5 | 50 |
| 12. | Peluasan area | 1 | 45 | 3 | 135 |
| Lain-lainnya | | | | | |
| 13. | Pos keamanan | 3 | 3 | 3 | 27 |
| 14. | Parkir tamu dan karyawan | 2 | 10 | 5 | 100 |
| 15. | Musholla | 1 | 10 | 5 | 50 |
| 16. | Kantin | 1 | 10 | 5 | 50 |
| 17. | Poliklinik | 1 | 10 | 5 | 50 |
| 18. | Kantor administrasi | 1 | 10 | 8 | 80 |
| 19. | Taman | 2 | 7,5 | 3 | 45 |
| 20. | Toilet | 4 | 2 | 2 | 16 |
| 21. | Jalan | 2 | 32 | 7,5 | 480 |
| 22. | Pemadam kebakaran | 3 | 3 | 3 | 27 |
| Total | | | | | 2.250 |

4.4 Tata Letak Mesin/Alat Proses (*Machines Layout*)

Tata letak mesin/alat proses dapat diartikan sebagai tata letak yang didasarkan pada pengelompokan fungsi dari setiap mesin yang sama ataupun sejenis. Hal ini ditujukan untuk memperoleh efisiensi, keselamatan, serta kelancaran para pekerja maupun kegiatan proses (Wignjosubroto, 2009). Tata letak mesin/alat proses ini merupakan suatu tata letak fungsional yang ditujukan untuk memberikan tingkat fleksibilitas yang besar pada *output*, desain produk, serta metode produksi yang digunakan pada suatu pabrik. Dengan memperhatikan hal-hal tersebut, maka tingkat kerusakan yang mungkin terjadi dapat diminimalkan. Selain hal tersebut, terdapat beberapa hal yang dapat dijadikan pertimbangan pengaturan tata letak mesin/alat proses, diantaranya sebagai berikut.

1. Dimensi Mesin (Alat)

Dengan mempertimbangkan penempatan alat proses berdasarkan dimensinya, maka kenyamanan ruang pabrik dapat lebih terjaga. Sebagai imbasnya, maka pekerja dapat lebih leluasa untuk bergerak di dalam ruang pabrik tersebut. Selain itu, dengan menempatkan alat proses berdasarkan dimensinya, maka sirkulasi udara yang berada pada ruangan tersebut juga dapat terjaga dengan baik dan lancar.

2. *Space* Antar Alat

Jarak antar alat proses haruslah cukup, terutama untuk peralatan yang memiliki resiko tinggi. Dengan memperhatikan jarak antar alat, maka penanganan bahaya yang mungkin terjadi dapat berlangsung dengan lebih mudah.

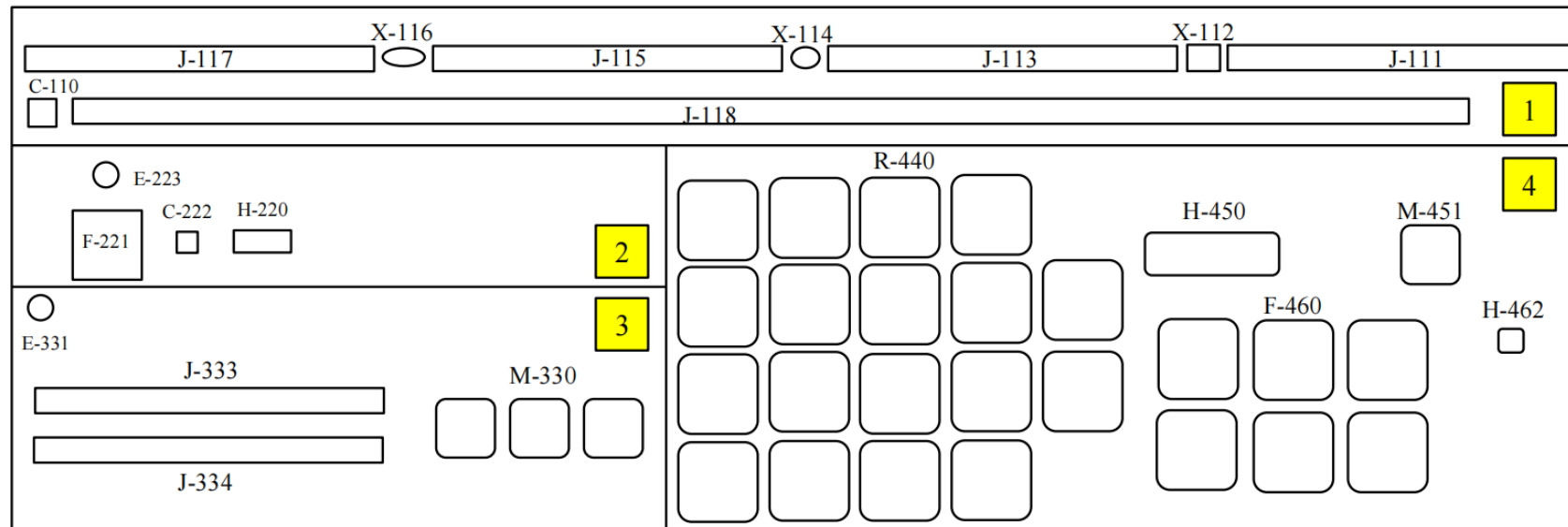
3. Kemudahan *Maintenance*

Melalui pengelompokkan fungsi dari setiap alat proses, maka proses *maintenance* alat akan jauh lebih mudah untuk dilakukan. Hal ini merupakan imbas dari pengelompokkan fungsi dari setiap alat proses. Sehingga, apabila diperlukan proses *maintenance* alat, maka alat proses yang memiliki fungsi yang sama ataupun sejenis dapat ditangani dengan lebih efektif dan efisien.

4. Pengaturan Material

Dengan adanya pengelompokkan fungsi dari setiap alat proses, maka aliran material yang dibutuhkan selama kegiatan proses produksi dapat berjalan dengan lancar.

Skala 1 : 200



Gambar 4. 3 Tata Letak Mesin/Alat Proses (Machines Layout)

1 Area Persiapan Bahan Baku

3 Area Pembuatan *Starter*

2 Area Pembuatan Santan

4 Area Fermentasi dan Penyimpanan Produk

Tabel 4. 5 Keterangan Kode Alat Area Produksi VCO

| No. | Kode Alat | Nama Alat |
|------------|------------------|---------------------------------------|
| 1. | C-110 | <i>Pulverizer</i> |
| 2. | J-111 | <i>Mature Coconut Conveyor</i> |
| 3. | X-112 | <i>Dehusker</i> |
| 4. | J-113 | <i>Coconut Without Coir Conveyor</i> |
| 5. | X-114 | <i>Desheller</i> |
| 6. | J-115 | <i>Coconut Without Shell Conveyor</i> |
| 7. | X-116 | <i>Paring</i> |
| 8. | J-117 | <i>Coconut Flesh Conveyor</i> |
| 9. | J-118 | <i>Coconut Waste Conveyor</i> |
| 10. | H-220 | <i>Screw Press</i> |
| 11. | F-221 | <i>Bleaching Tank</i> |
| 12. | C-222 | <i>Mills</i> |
| 13. | E-223 | <i>Water Heater</i> |
| 14. | M-330 | <i>Activation Tank</i> |
| 15. | E-331 | <i>Coconut Water Heater</i> |
| 16. | J-333 | <i>Baker Yeast Conveyor</i> |
| 17. | J-334 | <i>Sugar Conveyor</i> |
| 18. | R-440 | <i>Fermentation Tank</i> |
| 19. | H-450 | <i>Decanter</i> |
| 20. | M-451 | <i>Deactivation Tank</i> |
| 21. | F- 460 | <i>VCO Storage</i> |
| 22. | H-462 | <i>Coalescing Separator</i> |

4.5 Organisasi Perusahaan

4.4.1 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi dapat diartikan sebagai susunan yang mengatur wewenang, tanggung jawab, serta hubungan yang terjalin antar bagian di dalam perusahaan (Hasibuan, 2010). Struktur organisasi merupakan salah satu aspek yang harus diperhatikan demi mencapai hubungan kerja sama antar karyawan yang baik. Sehingga, melalui hal tersebut, tujuan perusahaan dapat tercapai dengan efektif serta efisien (Daft, 2010). Dengan begitu, maka secara bersamaan perusahaan juga dapat memperoleh keuntungan yang lebih maksimal.

Struktur organisasi perusahaan umumnya terbagi ke dalam 4 bentuk, diantaranya sebagai berikut.

1. Struktur Organisasi Garis

Struktur organisasi ini diciptakan oleh Henry Fayol, dimana struktur organisasi ini tergolong sebagai struktur organisasi yang paling sederhana. Struktur organisasi ini disebut sebagai struktur organisasi garis atau komando karena pemimpin dinilai sebagai pemegang kekuasaan tunggal. Sehingga, seluruh peraturan, keputusan, maupun kebijakan yang akan diambil oleh suatu perusahaan berada di tangan pemimpinnya.

2. Struktur Organisasi Garis dan Staf

Struktur organisasi ini merupakan suatu struktur organisasi yang memiliki 2 kelompok yang saling berpengaruh di dalam menjalankan organisasi di dalam perusahaan. Dalam mengambil kebijakan, seorang pemimpin memerlukan bantuan dari berbagai staf yang ahli di berbagai bidang tertentu. Sehingga, staf ahli tersebut dapat membantu pemimpin dalam mengambil keputusan.

2 kelompok yang dimaksud di dalam struktur organisasi ini diantaranya sebagai berikut.

a. Sebagai Garis

Hal yang dimaksud yaitu orang-orang yang diberi tanggung jawab untuk menjalankan tugas pokok organisasi untuk mencapai tujuan yang diinginkan oleh perusahaan.

b. Sebagai Staf

Hal yang dimaksud yaitu orang-orang yang diberi tanggung jawab untuk tugas-tugas yang sesuai dengan keahliannya. Selain itu, orang-orang yang terlibat di bagian ini dimaksudkan untuk memberi saran-saran terkait tugas yang dikerjakan kepada unit operasional.

3. Struktur Organisasi Fungsional

Struktur organisasi ini merupakan suatu struktur organisasi yang disusun berdasarkan fungsi dari masing-masing orang yang terlibat serta telah disesuaikan dengan kepentingan organisasi perusahaan. Pada struktur organisasi ini pimpinan tidak memegang kendali atas kebijakan yang akan diambil, namun kebijakan tersebut akan dilimpahkan kepada bagian-bagian yang berada di bawah pemimpin. Sehingga, struktur organisasi ini tidak menekankan suatu bentuk hierarki yang bersifat struktural.

4. Struktur Organisasi Fungsi dan Garis

Struktur organisasi ini merupakan suatu struktur organisasi dimana wewenang yang dimiliki oleh pemimpin dalam mengambil suatu keputusan akan dilimpahkan kepada masing-masing kepala bagian yang sesuai dengan bidangnya. Pada struktur organisasi ini, pemimpin juga akan melimpahkan wewenangnya kepada pejabat fungsional untuk melaksanakan suatu pekerjaan yang sesuai dengan bidangnya, dimana hasil pekerjaan tersebut akan diberikan kepada kepala bidang terlebih dahulu sebelum menuju pemimpin (Hasibuan, 2010).

Dalam menentukan struktur organisasi yang sesuai untuk perusahaan yang didirikan, maka terdapat beberapa asas yang harus dipertimbangkan, diantaranya sebagai berikut.

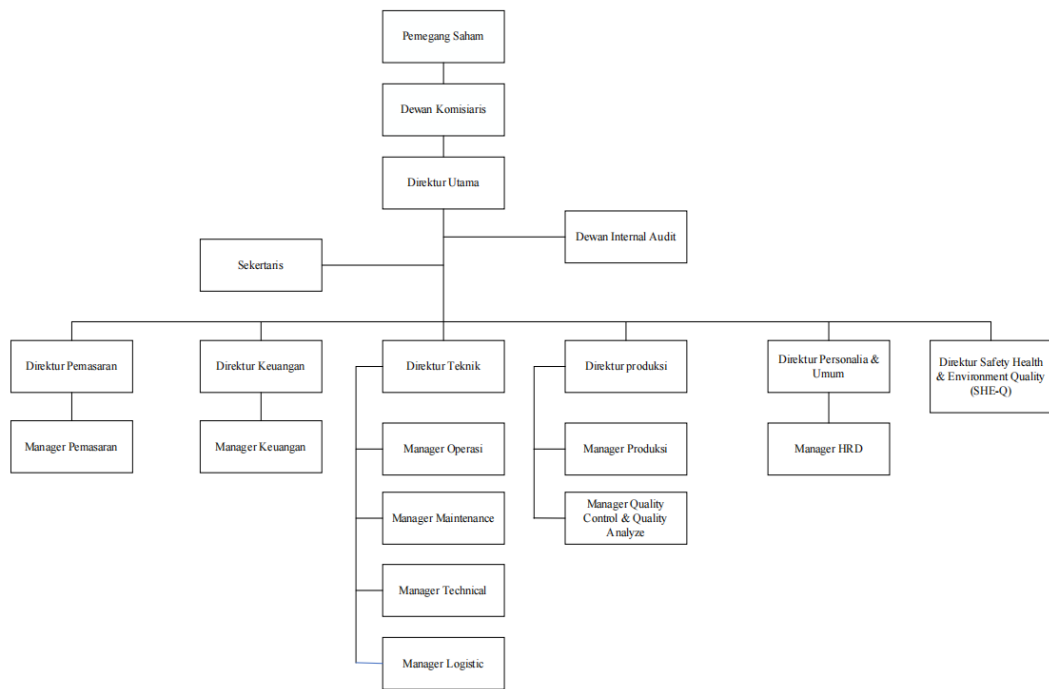
1. Tujuan perusahaan harus jelas.
2. Tujuan dari organisasi harus dipahami dan diterima oleh setiap orang yang terlibat di dalam organisasi.
3. Memiliki kesatuan arah.
4. Memiliki kesatuan perintah.
5. Memiliki keseimbangan wewenang dan tanggung jawab.
6. Memiliki pembagian tugas.
7. Memiliki koordinasi.
8. Struktur organisasi tersusun secara sederhana.
9. Pola dasar yang dimiliki organisasi harus bersifat relatif permanen.
10. Memiliki jaminan batas.
11. Setiap orang yang telah berjasa harus mendapatkan balas jasa yang sepadan.
12. Setiap orang ditempatkan sesuai dengan keahlian yang dimiliki (Zamani, 1998).

Struktur organisasi pada pra rancangan pabrik VCO menggunakan sistem *line and staff*. Terdapat dua kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi kerja berdasarkan sistem *line and staff* ini, yaitu :

a. Sebagai line atau garis, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.

b. Sebagai staff, yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran-saran kepada unit operasional.

Struktur organisasi pada pra rancangan pabrik VCO terlihat pada bagan dibawah ini.



Gambar 4. 4 Bagan Struktur Organisasi Pabrik VCO Kapasitas 25.000 ton/tahun

4.4.2 Wewenang dan Tanggung Jawab

1. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan badan kekuasaan tertinggi dalam perusahaan yang bertindak sebagai wakil pemegang saham yang diangkat berdasarkan ketentuan yang ada dalam perjanjian dan dapat diberhentikan dalam RUPS (Rapat Umum Pemegang Saham).

- i. Menentukan *outline* terkait kebijakan perusahaan yang berlaku.
- ii. Melakukan evaluasi dan mengawasi hasil yang diperoleh perusahaan
- iii. Memberikan nasihat kepada direktur (bila akan ada perubahan dalam perusahaan), dan,
- iv. Menyetujui atau menolak rancangan yang diajukan direktur.

2. Direktur Utama

Direktur utama sebagai pemegang jabatan tertinggi di dalam perusahaan akan bertanggung jawab secara penuh terhadap segala hal yang menyebabkan maju atau mundurnya perusahaan yang dijalankan. Dalam menjalankan tugasnya, direktur utama akan bertanggung jawab kepada dewan komisaris. Tugas yang harus dipenuhi oleh direktur utama diantaranya sebagai berikut.

- a. Bertanggung jawab terhadap pengambilan kebijakan perusahaan serta pekerjaannya kepada pemegang saham hingga masa jabatannya berakhir.

- b. Menjaga stabilitas organisasi serta menciptakan hubungan yang baik antara pemegang saham, direktur, karyawan, hingga mencapai konsumen.
- c. Mengangkat serta memberhentikan kepala bagian melalui persetujuan pada rapat umum pemegang saham (RUPS).
- d. Melakukan koordinasi dengan direktur yang dibawah, yaitu direktur teknik dan produksi, serta direktur keuangan dan umum.

Direktur utama juga membawahi beberapa jabatan, diantaranya sebagai berikut.

a. Manager Teknik dan Produksi

Manager teknik dan produksi bertanggung jawab untuk melakukan koordinasi, mengatur, serta mengawasi pekerjaan yang dilakukan oleh kepala bagian yang dibawahinya.

b. Manager Keuangan dan Pemasaran

Direktur keuangan dan umum bertanggung jawab untuk melakukan koordinasi, mengatur, serta mengawasi pekerjaan yang dilakukan oleh kepala bagian yang dibawahinya.

3. Kepala Bagian

Secara umum, kepala bagian memiliki tanggung jawab untuk melakukan koordinasi, mengatur, serta mengawasi

pelaksanaan pekerjaan yang sesuai dengan bidangnya. Dalam menjalankan tugasnya, kepala bagian bertanggung jawab kepada direktur yang sesuai dengan bidangnya.

a. Kepala Bagian Teknik

Kepala bagian teknik memiliki tugas dalam memimpin pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan bidang teknik, perawatan, pemeliharaan peralatan, dan K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja).

b. Kepala Bagian Pemasaran dan Keuangan

Kepala bagian pemasaran dan keuangan bertanggung jawab untuk merencanakan dan mengawasi keluar masuknya uang dari perusahaan serta melakukan pemasaran.

c. Kepala Bagian Personalia dan Umum

Kepala bagian umum memiliki tanggung jawab dalam membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antar pekerja dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya. Selain itu, juga dapat mengusahakan disiplin tenaga kerja, keamanan dan humas yang tinggi untuk menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis.

- d. Kepala Bagian *Quality Control* (QC) dan *Quality Analyze* (QA)

Kepala bagian QC dan QA memiliki tanggung jawab dalam departemen produksi.

- e. Kepala Bagian Produksi

Kepala bagian produksi memiliki tanggung jawab dalam proses pengolahan dan pengendalian pabrik, laboratorium serta utilitas.

4.4.3 Analisis dan Perhitungan Jumlah Karyawan

Penentuan Jumlah Karyawan Proses

A. Penyetaraan Satuan

Hari operasi dalam 1 tahun = 330 hari

Jam operasi dalam 1 hari = 24 jam

Kapasitas produksi = 25.000 ton/tahun = 75,76 ton/hari

B. Perhitungan Total Tahapan Proses

Tahap Proses Utama

1. Tahap Persiapan Bahan Baku = 4

2. Tahap Pembuatan Santan = 4

3. Tahap Pembuatan Starter = 2

4. Tahap Fermentasi dan Penyimpanan Produk = 7

Total Tahap Proses Utama = 17

Tahap Tambahan

1. Laboratorium = 1

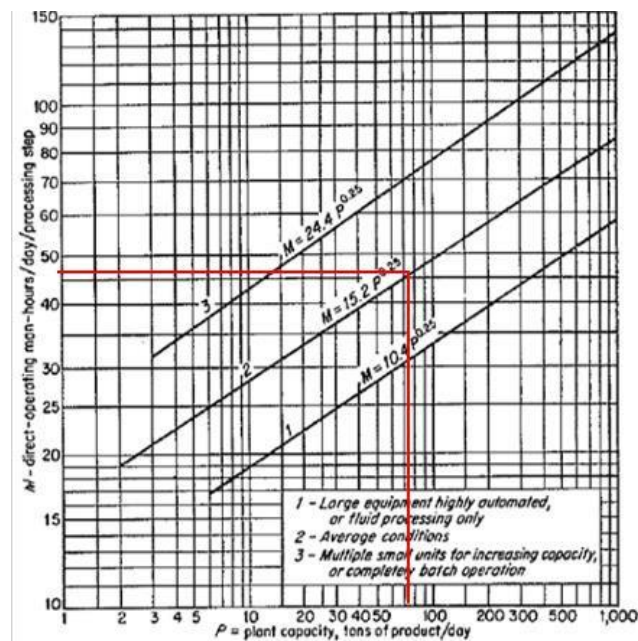
2. Utilitas = 5

Total Tahap Tambahan = 6

Total Tahapan Proses = 23

C. Menentukan jumlah karyawan berdasarkan grafik

Kondisi pabrik dipilih garis kedua, yaitu kondisi rata-rata pabrik.



Gambar 4. 5 Grafik Penentuan Jumlah Karyawan Proses

Berdasar tabel di atas diperoleh :

$$\text{Karyawan proses} = 44 \frac{\text{orang.jam}}{\text{hari.tahapan proses}}$$

$$= 44 \frac{\text{orang} \cdot \text{jam}}{\text{hari} \cdot \text{tahapan proses}} \times 23 \text{ tahapan proses}$$

$$= 1012 \frac{\text{orang} \cdot \text{jam}}{\text{hari}}$$

D. Menghitung total karyawan

Jumlah *shift* dalam 1 hari : 3 *shift*

Jumlah regu dalam 1 *shift* : 4 regu

Jam kerja untuk 1 *shift* : 8 jam

$$\begin{aligned} \text{Jumlah karyawan proses per regu} &= 1012 \frac{\text{orang} \cdot \text{jam}}{\text{hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{3 \text{ shift}} \times \frac{1 \text{ shift}}{8 \text{ jam}} \\ &= 42 \frac{\text{orang}}{\text{regu}} \end{aligned}$$

$$\text{Total karyawan proses} = 42 \frac{\text{orang}}{\text{regu}} \times 4 \text{ regu}$$

Jadi, total karyawan proses sebanyak 168 orang.

Tabel 4. 6 Karyawan Pabrik VCO

| No. | Jabatan | Jumlah (orang) | Pendidikan |
|-----|----------------------|----------------|--|
| 1. | Dewan Komisaris | 1 | Sarjana Ekonomi, Sarjana Strata Teknik Kimia |
| 2. | Direktur Utama | 1 | Sarjana Strata Teknik Kimia |
| 3. | Dewan Internal Audit | 1 | Sarjana Ekonomi |
| 4. | Sekretaris | 1 | Sarjana Ilmu Administrasi |
| 5. | Direktur Pemasaran | 1 | Sarjana Manajemen |
| 6. | Manajer Pemasaran | 1 | Sarjana Manajemen |
| 7. | Karyawan Pemasaran | 14 | Ahli Madya Manajemen |
| 8. | Direktur Keuangan | 1 | Sarjana Ekonomi, Sarjana Akuntansi |

| | | | |
|--------------|---|------------|---|
| 9. | Manajer Keuangan | 1 | Sarjana Ekonomi, Sarjana Akuntansi |
| 10. | Karyawan Keuangan | 4 | Ahli Madya Akuntansi |
| 11. | Direktur Teknik | 1 | Sarjana Teknik Kimia |
| 12. | Manajer Operasi | 1 | Sarjana Teknik Kimia, Sarjana Teknik Mesin |
| 13. | Manajer <i>Maintenance</i> | 1 | Sarjana Teknik Mesin |
| 14. | Manajer Teknik | 1 | Sarjana Teknik Mesin |
| 15. | Karyawan Teknik dan <i>Maintenance</i> | 8 | Diploma Teknik Mesin |
| 16. | Manajer Logistik | 1 | Sarjana Teknik Kimia, Sarjana Teknik Industri |
| 17. | Karyawan Logistik | 8 | Diploma Teknik Kimia, Diploma Teknik Industri |
| 18. | Direktur Produksi | 1 | Sarjana Teknik Kimia |
| 19. | Manajer Produksi | 1 | Sarjana Teknik Kimia |
| 20. | Manajer <i>Quality Control</i> (QC) dan <i>Quality Analysis</i> (QA) | 1 | Sarjana Teknik Kimia, Sarjana Kimia |
| 21. | Karyawan <i>Quality Control</i> (QC) dan <i>Quality Analysis</i> (QA) | 8 | Diploma Teknik Kimia, Sarjana Kimia |
| 22. | Karyawan Produksi | 168 | Diploma Teknik Kimia, Diploma Teknik Mesin |
| 23. | Direktur Personalia dan Umum | 1 | Sarjana Psikologi dan Hukum |
| 24. | Manajer HRD | 1 | Sarjana Psikologi dan Hukum |
| 25. | Karyawan HRD | 6 | Sarjana Psikologi dan Hukum |
| 26. | Direktur <i>Safety Health & Environment Quality</i> (SHE-Q) | 1 | Sarjana Teknik Kimia |
| 27. | Karyawan Keamanan | 8 | SMA/SMK Sederajat |
| 28. | Karyawan Kebersihan | 4 | SMA/SMK Sederajat |
| 29. | Paramedis | 4 | Kedokteran/D3 Keperawatan |
| 30. | Sopir | 4 | SMA/SMK Sederajat |
| Total | | 255 | |

4.4.4 Kualifikasi Karyawan Penggolongan Gaji

Kualifikasi karyawan pada pra rancangan pabrik VCO dengan kapasitas 25.0000 ton/tahun didasarkan pada tingkat pendidikan, pengalaman kerja, tanggung jawab, jabatan, keahlian, dan pengabdian pada perusahaan. Berdasarkan kriteria tersebut, karyawan akan menerima gaji sesuai dengan status kepegawaian, dimana status kepegawaiannya dibagi menjadi tiga, yaitu:

a. Karyawan Reguler

Karyawan reguler adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) dan mendapat gaji bulanan berdasarkan jabatan, keahlian dan pengabdian pada perusahaan.

b. Karyawan Borongan

Karyawan borongan adalah pekerja yang dipanggil apabila diperlukan saja, misalnya bongkar muat barang, renovasi pabrik, dan lain-lain. Pekerja ini menerima upah borongan berdasarkan pekerjaan tersebut.

c. Karyawan Harian

Karyawan harian adalah pekerja yang dipekerjakan oleh manajer pabrik berdasarkan nota persetujuan antara manajer pabrik dengan kepala bagian yang membawahannya dan menerima upah harian yang dibayarkan setiap akhir pekan.

4.4.5 Pengaturan Jam Kerja

Sistem pengaturan jam kerja dapat dibedakan berdasarkan 2 golongan karyawan, diantaranya sebagai berikut.

1. Karyawan *Non-Shift*

Karyawan *non-shift* merupakan karyawan yang tidak menangani proses produksi yang terjadi pada pabrik secara langsung. Karyawan *non-shift* terdiri dari beberapa jabatan sebagai berikut.

- a. Direktur Utama
- b. Manager Teknik dan Produksi
- c. Manager Keuangan dan Umum
- d. Kepala Bagian beserta bawahannya

Karyawan *non-shift* memiliki kewajiban untuk bekerja selama 5 hari dalam 1 pekan dengan pembagian jam kerja sebagai berikut.

a. Senin – Kamis

Jam Kerja : Pukul 07:00 – 12:00 serta 13:00 – 16:00

Jam Istirahat : Pukul 12:00 – 13:00

b. Jum'at

Jam Kerja : Pukul 07:00 – 11:30 serta 13:30 – 17:00

Jam Istirahat : Pukul 11:30 – 13:30

c. Sabtu dan Minggu merupakan hari libur

2. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* merupakan karyawan yang bertanggung jawab secara langsung terhadap proses produksi yang terjadi pada pabrik, baik yang berhubungan dengan kelancaran proses produksi pabrik maupun keamanan pabrik. Karyawan *shift* terdiri dari beberapa jabatan sebagai berikut.

- a. Operator Produksi
- b. Teknisi
- c. Bagian Gudang
- d. Bagian Keselamatan dan Keamanan Pabrik

Karyawan *shift* akan bekerja bergantian melalui pembagian 3 *shift* kerja dalam 1 hari dengan pembagian jam kerja sebagai berikut.

- a. *Shift* Pagi

Jam Kerja : Pukul 07:00 – 16:00

- b. *Shift* Sore

Jam Kerja : Pukul 15:00 – 00:00

- c. *Shift* Malam

Jam Kerja : Pukul 23:00 – 08:00

Jadwal kerja karyawan *shift* dibagi dalam empat minggu dan empat regu. Setiap kelompok kerja akan mendapatkan libur satu kali tiap tiga kali *shift*. Jadwal kerja karyawan *shift* dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Pembagian

jadwal kerja dari setiap regu dapat dilihat berdasarkan tabel berikut.

Tabel 4. 7 Jadwal *Shift*

| 4 GRUP - 3 <i>SHIFT</i> | | | | |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Tanggal | GRUP A | GRUP B | GRUP C | GRUP D |
| 1 | 3 | 2 | 1 | Libur |
| 2 | Libur | 2 | 1 | 3 |
| 3 | Libur | 2 | 1 | 3 |
| 4 | 2 | Libur | 1 | 3 |
| 5 | 2 | 1 | Libur | 3 |
| 6 | 2 | 1 | Libur | 3 |
| 7 | 2 | 1 | 3 | Libur |
| 8 | 2 | 1 | 3 | Libur |
| 9 | Libur | 1 | 3 | 2 |
| 10 | 1 | Libur | 3 | 2 |
| 11 | 1 | Libur | 3 | 2 |
| 12 | 1 | 3 | Libur | 2 |
| 13 | 1 | 3 | Libur | 2 |
| 14 | 1 | 3 | 2 | Libur |
| 15 | Libur | 3 | 2 | 1 |
| 16 | Libur | 3 | 2 | 1 |
| 17 | 3 | Libur | 2 | 1 |
| 18 | 3 | Libur | 2 | 1 |
| 19 | 3 | 2 | Libur | 1 |
| 20 | 3 | 2 | 1 | Libur |
| 21 | 3 | 2 | 1 | Libur |
| 22 | Libur | 2 | 1 | 3 |
| 23 | Libur | 2 | 1 | 3 |
| 24 | 2 | Libur | 1 | 3 |
| 25 | 2 | 1 | Libur | 3 |

4.4.6 Fasilitas Karyawan

Fasilitas karyawan disediakan sebagai sarana untuk meningkatkan tingkat produktifitas karyawan dalam bekerja di

dalam pabrik atau perusahaan. Fasilitas ini diberikan dengan tujuan untuk menjaga kesehatan karyawan, baik dari segi jasmani maupun rohaninya. Fasilitas yang disediakan oleh perusahaan diantaranya sebagai berikut.

1. Poliklinik

Poliklinik diberikan sebagai sarana guna meningkatkan kesehatan karyawan. Maka dari itu, perusahaan memberikan fasilitas berupa poliklinik yang ditangani oleh dokter juga perawat.

2. Pakaian Kerja

Guna menghindari hal-hal berupa kesenjangan sosial di antara para karyawan, perusahaan menyediakan 2 pasang pakaian kerja setiap tahunnya.

3. Konsumsi

Dalam memenuhi kebutuhan makanan dan minuman bagi para karyawan, maka perusahaan mengelola kebutuhan konsumsi karyawan melalui jasa katering yang telah ditunjuk.

4. Koperasi

Melalui keberadaan koperasi, perusahaan bermaksud untuk mempermudah akses karyawan dalam hal simpan-pinjam, pemenuhan kebutuhan pokok serta peralatan rumah tangga, maupun kebutuhan-kebutuhan lainnya.

5. Masjid dan Kegiatan Rohani

Dengan keberadaan fasilitas ibadah berupa masjid, perusahaan bermaksud untuk mempermudah karyawan dalam menjalankan kewajiban ibadahnya maupun melakukan aktifitas keagamaannya yang lain.

6. Transportasi

Guna meningkatkan produktifitas juga meringankan pengeluaran karyawan, perusahaan juga menyediakan tunjangan berupa uang transportasi yang akan diserahkan bersamaan dengan penyerahan gaji bulanan kepada para karyawan.

4.4.7 Hak Karyawan

Selain melaksanakan kewajiban juga tanggung jawabnya, karyawan tentunya juga memiliki hak-hak yang harus dipenuhi oleh perusahaan. Hak-hak karyawan yang dimaksud diantaranya sebagai berikut.

1. Tunjangan Hari Raya (THR)

Hak karyawan yang berupa tunjangan hari raya akan diberikan setiap tahunnya ketika telah menjelang hari raya Idul Fitri. Tunjangan ini akan diberikan sebesar dengan gaji karyawan dalam 1 bulan.

2. Jaminan Sosial Tenaga Kerja (Jamsostek)

Hak karyawan yang berupa jaminan sosial tenaga kerja merupakan suatu bentuk asuransi jiwa juga kecelakaan.

3. Hak Cuti

a. Cuti Tahunan

Cuti tahunan karyawan dapat diberikan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.

b. Cuti Massal

Cuti massal karyawan dapat diberikan selama 4 hari kerja yang bertepatan dengan hari raya Idul Fitri.

BAB V

UTILITAS

Utilitas merupakan sekumpulan unit atau bagian dari sebuah pabrik kimia yang bertugas menyediakan kebutuhan penunjang proses produksi pabrik. Unit utilitas memiliki peran yang sangat penting dalam proses suatu industri agar proses produksi berjalan sesuai yang diinginkan, maka dari itu hal tersebut harus ada dalam sebuah pabrik.

Unit pendukung proses (unit utilitas) yang tersedia dalam prarancangan pabrik VCO ini terdiri dari:

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air
2. Unit Pembangkit Steam
3. Unit Pembangkit Listrik
4. Unit Penyedia Udara Tekan
5. Unit Penyedia Bahan Bakar
6. Unit Pengolahan Limbah
7. Unit Pengolahan Refrigerant/Coolant (Jika Ada)

5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

5.1.1 Unit Penyediaan Air

Air merupakan bahan yang paling banyak digunakan pada unit utilitas baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Untuk alasan ini maka jumlah dan syarat air harus dipenuhi (Safitri Ekawati, 2020).

Adapun kebutuhan air meliputi air sanitasi, air pendingin, air proses, dan air umpan *boiler*. Dalam skripsi ini, unit penyediaan air merupakan unit penyedia pasokan air bagi keberlangsungan proses produksi. Untuk memenuhi kebutuhan umumnya menggunakan air sumur, air sungai, dan air laut sebagai sumber. Dalam perancangan pabrik VCO ini, sumber air baku yang digunakan berasal dari sungai. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah :

1. Pengolahan air sungai relatif mudah dan sederhana, juga membutuhkan biaya pengolahan murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya yang lebih besar.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
3. Letak sungai berada tidak terlalu jauh dengan pabrik.

Adapun sumber air tersebut akan digunakan sebagai :

a. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan laboratorium, kamar mandi, musholla, dan lain-lain. Kualitas air dapat ditinjau dari segi fisik, kimia, dan biologi. Secara kuantitas air tersebut harus mempunyai jumlah yang cukup untuk digunakan sebagai air minum, mencuci, dan keperluan rumah tangga lainnya.

Berdasarkan Permenkes nomor 907/menkes/SK/VII/2002 tanggal 29 Juli 2002 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air, ada beberapa persyaratan atau parameter mengenai kualitas air, baik air minum

maupun air bersih. Adapun parameter tersebut yaitu parameter fisik, parameter kimia, parameter mikrobiologi, dan parameter radioaktivitas. Air yang memenuhi parameter fisik adalah air yang tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, jernih, dan dengan suhu sebaiknya dibawah suhu udara sedemikian rupa sehingga menimbulkan rasa nyaman (Kemenkes RI, 2002).

Dilihat dari segi parameter kimia, air yang baik adalah air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan antara lain air raksa (Hg), aluminium (Al), Arsen (As), barium (Ba), besi (Fe), Flourida (F), Kalsium (Ca), derajat keasaman (pH), dan zat kimia lainnya. Sedangkan dari parameter mikrobiologis air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari harus bebas dari bakteri patogen. Bakteri golongan *coli*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens* yang merupakan indikator dari pencemaran air oleh bakteri pathogen.

Adapun kebutuhan air sanitasi, antara lain:

1. Kebutuhan Karyawan

Untuk kebutuhan karyawan dibutuhkan air sebanyak 120 liter/hari.orang.

Densitas air : 997,08 kg/m³ (pada suhu 25°C)

(Geankoplis 1993)

Jumlah karyawan : 160 orang

Jam kerja karyawan : 9 jam/hari

$$\text{Kebutuhan karyawan} = 120 \frac{\text{liter}}{\text{hari.orang}} \times 160 \text{ orang} \times \frac{9 \text{ hari}}{8 \text{ jam}}$$

$$= 3825 \frac{\text{liter}}{\text{jam}} \times 997,08 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ liter}}$$

$$= 3.813,8310 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

2. Laboratorium dan Taman

Laboratorium dan taman = 20% x kebutuhan karyawan

$$\text{Laboratorium dan taman} = 20\% \times 3.813,8310 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

$$= 762,7662 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

3. Pemadaman Kebakaran dan Cadangan Air

Pemadaman kebakaran dan cadangan air = 140% x kebutuhan air (1 + 2)

$$\text{Pemadaman kebakaran dan cadangan air} = 140\% \times (3813,8310 + 762,7662) \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

$$= 6407,2361 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

b. Air Pendingin

Air pendingin digunakan untuk peralatan yang menggunakan proses pendinginan, yaitu *Deactivation Tank* (T-451). Kegunaan air pendingin, antara lain:

1. Air dapat menyerap jumlah panas yang tinggi per satuan volume
2. Air merupakan materi yang mudah didapat dan relatif murah, dan
3. Tidak mudah mengembang dan menyusut dengan adanya perubahan suhu.

Syarat air pendingin, yaitu tidak mengandung *hardness* dan silika (dapat membentuk kerak), besi (penyebab korosi), dan minyak (dapat menurunkan efisiensi perpindahan panas).

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Pendingin

| No. | Nama Alat | Kebutuhan Air Pendingin (kg/jam) |
|--------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. | <i>Deactivation Tank</i> (T-451) | 5489,2224 |
| Total | | 5489,2224 |

c. Air Proses

Air Proses merupakan air yang digunakan pada peralatan yang air untuk proses operasi, yaitu *Screw Press* (H-220) dan *Bleaching Tank* (T-221).

Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Proses

| No. | Nama Alat | Kebutuhan Air Proses (kg/jam) |
|--------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 1. | <i>Screw Press</i> (H-220) | 362,0130 |
| 2. | <i>Bleaching Tank</i> (T-221) | 10.055,9163 |
| Total | | 10.417,9293 |

Kebutuhan air proses = Total air yang digunakan pada alat proses

$$= 10.417,9293 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

Tabel 5. 3 Total Kebutuhan Air Utilitas

| Tabel Kebutuhan Air Utilitas | |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Macam Penggunaan Air | Kebutuhan (kg/jam) |
| 1. Air Sanitasi | |
| a. Kebutuhan Karyawan | 3813,8310 |
| b. Laboratorium dan Taman | 762,7662 |
| c. Pemadam Kebakaran dan Cadangan Air | 6407,2361 |
| 2. Air Pendingin | 6587,0668 |
| 3. Air Proses | 10.417,9293 |
| Total | 27.988,8294 |

5.2 Unit Pembangkit *Steam*

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi. *Steam* banyak digunakan sebagai media pemanas dalam skala industri karena biaya yang relatif rendah dengan laju perpindahan panas yang tinggi, kandungan energi besar, relatif bersih, dan tidak terlalu korosif (Safitri Ekawati, 2020). Proses *steam* dalam industri dilakukan oleh ketel uap atau *boiler*. Untuk *boiler* pada sistem industri yang bekerja secara kontinyu, lazim digunakan teknologi otomatis seperti *water level control*, *temperature control*, serta kontrol lainnya untuk memudahkan proses pada *boiler*. *Boiler* tersusun dari beberapa komponen seperti cerobong, *superheater*, *steam drum*, *economizer*, dan komponen penting lainnya. Salah satu komponen terpenting pada sistem *boiler* adalah *economizer* yang berperan membantu memanaskan *feedwater* yang akan digunakan dalam *boiler*. Pemanasan dalam *economizer* dilakukan hingga air mencapai titik didih normal yaitu 100°C

Secara umum air yang akan digunakan sebagai air umpan *boiler* adalah air yang tidak mengandung unsur yang dapat menyebabkan terjadinya endapan yang dapat membentuk kerak pada *boiler*, air yang tidak mengandung unsur yang dapat menyebabkan korosi terhadap boiler dan sistem penunjangnya dan juga tidak mengandung unsur yang dapat menyebabkan terjadinya pembusakan terhadap air *boiler*. Salah satu parameter mutu air umpan *boiler* adalah memiliki pH dengan standar pabrik 9,2-9,6. pH yang tidak memenuhi standar pabrik dapat menyebabkan korosi pada pipa dan *boiler*. (Dimas Frananta S, 2021). Selain itu, perlu adanya kontrol kadar unsur kimia seperti O₂, Mg, dan Ca. Proses dalam *boiler* yaitu mengubah air menjadi uap dengan cara pemanasan air dalam pipa dan memanfaatkan panas yang dihasilkan pembakaran bahan bakar. Pembakaran dilakukan secara terus menerus dengan cara mengalirkan bahan bakar sekaligus udara dari luar. Kemudian, uap yang nantinya dihasilkan oleh *boiler* disebut uap *superheat*.

5.3 Unit Pembangkit Listrik

Unit ini bertindak sebagai penyedia listrik bagi keberlangsungan proses dalam perusahaan. Adapun sumber listrik yang akan dipakai adalah PLN, dan untuk cadangan listrik pabrik ini menggunakan genset berbahan dasar diesel.

Tabel 5. 4 Kebutuhan Listrik pada Unit Proses Produksi

| No. | Nama Alat | Daya (kWh) | Jumlah | Total Daya (kWh) |
|-----|---|------------|--------|------------------|
| 1. | <i>Pulverizer (C-110)</i> | 5,5 | 1 | 5,5 |
| 2. | <i>Mature Coconut Conveyor (J-111)</i> | 2,2 | 1 | 2,2 |
| 3. | <i>Dehusker (X-112)</i> | 61,0 | 1 | 61,0 |
| 4. | <i>Coconut Without Coir Conveyor (J-113)</i> | 1,4 | 1 | 1,4 |
| 5. | <i>Desheller (X-114)</i> | 19,8 | 1 | 19,8 |
| 6. | <i>Coconut Without Shell Conveyor (J-115)</i> | 1,2 | 1 | 1,2 |
| 7. | <i>Paring (X-116)</i> | 42,7 | 1 | 42,7 |
| 8. | <i>Coconut Flesh Conveyor (J-117)</i> | 1,2 | 1 | 1,2 |
| 9. | <i>Coconut Waste Conveyor (J-118)</i> | 1,4 | 1 | 1,4 |
| 10. | <i>Screw Press (H-220)</i> | 270,7 | 1 | 270,7 |
| 11. | <i>Bleaching Tank (T-221)</i> | 0,6 | 1 | 0,6 |
| 12. | <i>Mills (C-222)</i> | 22,3 | 1 | 22,3 |
| 13. | <i>Water Heater (E-223)</i> | 3,6 | 1 | 3,6 |
| 14. | <i>Activation Tank (T-330)</i> | 5,0 | 3 | 15,0 |
| 15. | <i>Coconut Water Heater (E-331)</i> | 11,2 | 1 | 11,2 |
| 16. | <i>Coconut Water Pump (P-332)</i> | 0,01 | 1 | 0,01 |
| 17. | <i>Baker Yeast Conveyor (J-333)</i> | 0,4 | 1 | 0,4 |
| 18. | <i>Sugar Conveyor (J-334)</i> | 0,4 | 1 | 0,4 |
| 19. | <i>Fermentation Tank (R-440)</i> | 5,0 | 18 | 90,0 |
| 20. | <i>Coconut Milk Pump (P-441)</i> | 0,07 | 1 | 0,07 |
| 21. | <i>Starter Pump (P-442)</i> | 0,02 | 1 | 0,02 |
| 22. | <i>Fermentation Pump (P-442)</i> | 0,11 | 1 | 0,11 |
| 23. | <i>Decanter (H-450)</i> | 30,0 | 1 | 30,0 |
| 24. | <i>Deactivation Tank (T-451)</i> | 143,8 | 1 | 143,8 |
| 25. | <i>Waste Pump (P-452)</i> | 0,03 | 1 | 0,03 |
| 26. | <i>Unrefined VCO Pump (P-461)</i> | 0,005 | 1 | 0,005 |

Tabel 5. 5 Kebutuhan Listrik pada Unit Pengolahan Air

| No. | Nama Alat | Daya (kWh) | Jumlah | Total Daya (kWh) |
|--------------|---------------------------|------------|--------|------------------|
| 1. | <i>Water Pump</i> (P-224) | 0,02 | 1 | 0,02 |
| 2. | <i>Cooling Tower</i> | 5,00 | 1 | 5,00 |
| Total | | | | 5,02 |

Tabel 5. 6 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan

| No. | Lokasi | Daya (kWh) | Jumlah | Total Daya (kWh) |
|-----|------------------------------------|------------|--------|------------------|
| 1. | Pos Keamanan | 0,010 | 2 | 0,020 |
| 2. | Parkir tamu dan karyawan | 0,010 | 7 | 0,070 |
| 3. | Musholla | 0,010 | 3 | 0,030 |
| 4. | Toilet | 0,010 | 1 | 0,010 |
| 5. | Kantin | 0,010 | 3 | 0,030 |
| 6. | Kantor Administrasi | 0,036 | 2 | 0,072 |
| 7. | Jalan dan Taman | 0,036 | 10 | 0,360 |
| 8. | Bengkel | 0,010 | 3 | 0,030 |
| 9. | Ruang Utilitas | 0,036 | 2 | 0,072 |
| 10. | Gudang bahan baku dan produk | 0,036 | 2 | 0,072 |
| 11. | Ruang Kontrol dan <i>Packaging</i> | 0,036 | 2 | 0,072 |
| 12. | Laboratorium | 0,036 | 2 | 0,072 |
| 13. | Ruang Proses Produksi | 0,036 | 6 | 0,216 |
| 14. | Pemadam Kebakaran | 0,010 | 2 | 0,020 |
| 15. | Pengolahan Limbah | 0,036 | 2 | 0,072 |
| 16. | Garasi | 0,036 | 2 | 0,072 |

Tabel 5. 7 Kebutuhan Listrik untuk Lain-lain

| No. | Nama Alat | Daya (kWh) | Jumlah | Total Daya (kWh) |
|--------------|----------------|------------|--------|------------------|
| 1. | Kulkas | 0,10 | 5 | 0,50 |
| 2. | AC | 0,84 | 7 | 5,88 |
| 3. | Peralatan Lain | 0,50 | 5 | 2,50 |
| Total | | | | 8,88 |

Tabel 5. 8 Total Kebutuhan Listrik

| Tabel Kebutuhan Listrik | |
|---------------------------------|------------------------|
| Macam Penggunaan Listrik | Kebutuhan (kWh) |
| Unit Proses Produksi | 750,7552 |
| Unit Pengolahan Air | 5,0200 |
| Unit Penerangan | 1,3200 |
| Kebutuhan Listrik Lain-Lain | 8,8800 |
| Total | 765,9752 |

Biaya Listrik = Rp1.114,74/kWh (Lifepal 2021b)

Biaya Listrik per tahun = Rp1.114,74/kWh x Total Kebutuhan

Listrik

= Rp1.114,74/kWh x 765,9752 kWh x

$\frac{24 \text{ jam}}{\text{hari}} \times \frac{330 \text{ hari}}{\text{tahun}}$

= Rp6.762.596.500,03

5.4 Unit Penyedia Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan adalah minyak diesel sebagai bahan bakar generator listrik pengganti listrik PLN.

Penyediaan Bahan Bakar :

Jenis Bahan Bakar = *Diesel Oil*

Densitas = 900 kg/m³ (*Toolbox 2021*)

Heating Value = 42.000 kJ/kg (*World Nuclear Association 2021*)

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Bahan Bakar} &= \frac{\text{Kebutuhan Listrik}}{\text{Heating Value}} \\ &= \frac{750,9752 \text{ kW}}{42.000 \text{ kJ/kg} \times 900 \text{ kg/m}^3} \times \frac{3600 \text{ kJ}}{\text{kWh}} \times \frac{1000 \text{ L}}{\text{m}^3} \\ &= 72,9500 \text{ L/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Diesel Oil per tahun} &= 72,9500 \text{ L/jam} \times \text{Rp}14.100/\text{L} \times \frac{24 \text{ jam}}{\text{hari}} \times \frac{330 \text{ hari}}{\text{tahun}} \\ &= \text{Rp}8.146.469.303,01 \end{aligned}$$

5.5 Unit Pengolahan Limbah

Dalam proses pengolahan minyak, masih diperoleh produk samping berupa tempurung kelapa dan ampas kelapa (Herawati dkk., 2008). Limbah dari proses pembuatan VCO terdiri dari limbah padat dan limbah cair. Limbah padat dari proses pembuatan VCO yaitu ampas kelapa sisa pemerasan santan dan blondo, sedangkan limbah cair dari proses pembuatan VCO yaitu air sisa proses yang mengandung minyak yang berasal dari pompa dan alat proses lainnya.

Terdapat banyak cara untuk mengolah limbah padat (ampas kelapa dan blondo), yaitu :

1. Produk Kue Kering dari Ampas Kelapa

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah ampas kelapa menjadi produk kue kering dilakukan untuk membuat produk kue kering dan memperoleh formula pemanfaatan limbah ampas kelapa yang dipilih oleh panelis. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap. Produk kue kering memakai perlakuan penambahan limbah ampas kelapa yaitu A (0%), B (25%), C (50%), D (75%), E (100%). Hasil penelitian menunjukkan perlakuan penambahan limbah ampas kelapa adalah 50% (Lumoidong dan Mamujaja, 2017).

2. Pemanfaatan Blondo Pada Limbah VCO (Virgin Coconut Oil) Menjadi Hand Sanitizer

Dari penelitian dan pengolahan data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan blondo pada limbah VCO menjadi hand sanitizer dapat difungsikan. Komposisi yang tepat adalah dengan penambahan etanol 15% pada pembuatan hand sanitizer yang memenuhi SNI 06-2588-1992. Tetapi tanpa menggunakan etanol pengujian waktu kering tidak memenuhi SNI karena batas SNI 15-30 detik, sedangkan pengujian yang didapatkan 1 menit 54 detik. Hand sanitizer dari blondo pada limbah VCO dapat difungsikan yang ditandai dengan pengujian Antibakteri dengan hasil pada pelarut etanol sebelum menggunakan hand sanitizer dengan rata-rata 513,33 koloni, sesudah menggunakan hand sanitizer dengan rata-rata 210 koloni. Kemudian tanpa etanol sebelum menggunakan hand sanitizer dengan rata-rata 875 koloni, sesudah

menggunakan hand sanitizer dengan rata-rata 625 koloni. Maka hand sanitizer dari blondo pada limbah VCO tersebut layak digunakan yang mengacu pada SNI 06-2588-1992 (Utari dan Arbi, 2020).

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Dalam prarancangan pabrik diperlukan analisis ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (estimation) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas atau suatu titik di mana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu, analisis ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak dan layak atau tidak, jika didirikan. Perhitungan analisis ekonomi meliputi :

1. Modal (*Capital Investment*)
 - a) Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b) Modal kerja (*Working Capital Investment*)
 - c) Biaya produksi (*Manufacturing Cost*)
2. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
 - a) Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
 - b) Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran umum (*General Cost*)
4. Analisis profitabilitas
 - a) *Return On Investment* (ROI)
 - b) *Pay Out Time* (POT)
 - c) *Break Even Point* (BEP)

d) *Shut Down Point (SDP)*

e) *Internal Rate of Return (IRR)*

6.1 Metode Penafsiran Harga Peralatan

Harga peralatan setiap tahun mengalami perubahan menyesuaikan dengan kondisi perekonomian. Untuk menentukan harga peralatan pada tahun tertentu maka diperlukan indeks harga sebagai dasar suatu harga yang berubah setiap tahun. Indeks harga dapat disebut sebagai perbandingan harga tahun sekarang dan harga pada masa lalu. Nilai dari tiap indeks pada tahun 2009 – 2019 dapat dilihat pada tabel 6.1

Tabel 6. 1 Indeks Harga Berdasarkan Chemical Engineering Plant Cost Index
dari Tahun 2009-2019

| No. | Tahun (y) | Indeks Harga (x) | x^2 | $x.y$ |
|---------------|--------------|------------------|------------------|-------------------|
| 1. | 2009 | 521,9 | 272379,61 | 1048497,1 |
| 2. | 2010 | 550,8 | 303380,64 | 1107108,0 |
| 3. | 2011 | 585,7 | 343044,49 | 1177842,7 |
| 4. | 2012 | 584,6 | 341757,16 | 1176215,2 |
| 5. | 2013 | 567,3 | 321829,29 | 1141974,9 |
| 6. | 2014 | 576,1 | 331891,21 | 1160265,4 |
| 7. | 2015 | 556,8 | 310026,24 | 1121952,0 |
| 8. | 2016 | 541,7 | 293438,89 | 1092067,2 |
| 9. | 2017 | 567,5 | 322056,25 | 1144647,5 |
| 10. | 2018 | 603,1 | 363729,61 | 1217055,8 |
| 11. | 2019 | 607,5 | 369056,25 | 1226542,5 |
| Jumlah | 22154 | 6263,0 | 3572589,6 | 12614168,3 |

(Sumber: *Chemical Engineering Plant Cost Index 2020*)

Berdasarkan nilai indeks harga pada tabel 6.1 diperoleh persamaan linier sebesar $y = 0,0730 x + 1972,4585$. Sehingga dapat diketahui bahwa nilai indeks harga pada tahun 2021 sebesar 665,31 dan pada tahun 2023 sebesar 692,72.

6.2 Harga Peralatan

Harga peralatan berikut diperoleh melalui website www.alibaba.com. Harga peralatan tersebut bernilai USD dengan nilai tukar Rupiah. Nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika (USD) pada tahun 2009 – 2021 dapat dilihat pada tabel 6.2 dibawah ini.

Tabel 6. 2 Nilai Tukar Rupiah dari Tahun 2009-2021

| Tahun | Nilai Tukar (Rp) | %P |
|-----------------------|------------------|----------|
| 2009 | 11.380,0 | - |
| 2010 | 9.350,0 | -17,84% |
| 2011 | 9.043,0 | -3,28% |
| 2012 | 8.980,0 | -0,70% |
| 2013 | 9.690,0 | 7,91% |
| 2014 | 12.205,0 | 25,95% |
| 2015 | 12.665,0 | 3,77% |
| 2016 | 13.770,0 | 8,72% |
| 2017 | 13.347,0 | -3,07% |
| 2018 | 13.387,0 | 0,30% |
| 2019 | 13.970,0 | 4,35% |
| 2020 | 13.650,0 | -2,29% |
| 2021 | 14.020,0 | 2,71% |
| Total ($\Sigma\%P$) | | 26,54% |
| i | | 2,21% |
| | | 0,000221 |

(Sumber: Investing, 2021)

Berdasarkan nilai tukar Rupiah terhadap Dollar pada tabel 6.2 dapat dihitung tukar pada tahun 2023 dengan menggunakan metode pertumbuhan rata-rata per tahun. sehingga pada tahun 2023 nilai tukar Rupiah sebesar Rp14.026,20 dalam 1 USD.

Penaksiran harga peralatan setiap waktu akan berubah tergantung kondisi ekonomi. Oleh karena itu, diperlukan data berupa indeks harga pada tahun 2023 untuk menaksirkan harga peralatan. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan total harga peralatan sebesar Rp25.508.084.474,22 Dengan pertimbangan keamanan dalam pembelian alat, harga tersebut ditambahkan sebesar 20% dari harga peralatan total. Maka, harga peralatan menjadi Rp30.609.701.369,06.

6.3 Perhitungan *Total Capital Investment* (TCI)

Total capital investment adalah biaya yang harus dikeluarkan untuk mendirikan suatu pabrik yang terdiri dari *fixed capital investment* dan *working capital investment*. Pabrik VCO dengan proses fermentasi menggunakan ragi roti pada kapasitas 25.000 ton/tahun ini dikategorikan dalam *solid-fluid processing plant* karena bahan baku yang digunakan berfase *solid* dengan produk akhir berfase *fluid*.

6.3.1 *Fixed Capital Investment* (FCI)

Fixed Capital Investment (FCI) adalah uang yang dikeluarkan untuk mendirikan suatu pabrik, yang terdiri dari *direct cost* dan *indirect cost*.

1) *Direct Cost* (DC) / Biaya Langsung

Direct cost adalah modal yang dikeluarkan untuk pembelian atau pengadaan peralatan proses produksi, antara lain mesin-mesin dan alat tambahannya, perpipaan, perlistrikan, alat ukur, pengerjaan tanah sampai pendirian bangunan yang berhubungan langsung dengan pendirian suatu pabrik baru. Berdasarkan perhitungan pada lampiran diperoleh jumlah *direct cost* sebesar Rp94.000.047.336,97.

2) *Indirect Cost* (IC) / Biaya Tak Langsung

Indirect cost adalah modal yang dikeluarkan untuk konstruksi pabrik, *overhead* konstruksi dan bagian-bagian pabrik yang tidak berhubungan langsung dengan pengadaan peralatan proses produksi. Yang termasuk pada *indirect cost* adalah kantor pengawasan lapangan sewaktu pabrik dikonstruksi, ongkos pengawasan, pengeluaran *engineering* (gambar alat maupun *plant layout*), ongkos pemborong, biaya tidak terduga dan lain sebagainya. Berdasarkan perhitungan pada lampiran diperoleh jumlah *indirect cost* sebesar Rp39.218.562.796,22. Sehingga total dari FCI adalah sebesar Rp133.218.610.133,20.

6.3.2 Working Capital Investment (WCI)

Working Capital Investment (WCI) adalah modal yang harus dikeluarkan untuk menjalankan proses produksi pabrik dalam jangka waktu tertentu. Nilai dari WCI adalah 15% dari TCI atau 75% dari pengadaan peralatan jika pabrik yang didirikan berada pada kategori solid-

fluid processing plant (Peters dkk. 2003), sehingga didapatkan total WCI sebesar Rp23.344.382.616,80.

Berdasarkan perhitungan FCI dan WCI didapatkan nilai TCI sebesar Rp156.562.992.749,99. Perhitungan Total Capital Investment dapat dilihat pada Tabel 6.3 dibawah ini.

Tabel 6. 3 *Total Capital Investment* (TCI)

| | | Values (Rp) | Calculated values (Rp) |
|---|-----------|-------------------|---------------------------|
| Direct Cost | | | |
| <i>Purchased equipment delivered</i> | A | 31.125.843.489,06 | |
| <i>Purchased equipment installation</i> | 39% A | 12.139.078.960,74 | |
| <i>Intrumentation and controls</i> | 26% A | 8.092.719.307,16 | |
| <i>Piping (installed)</i> | 31% A | 9.649.011.481,61 | |
| <i>Electrical systems (installed)</i> | 10% A | 3.112.584.348,91 | |
| <i>Buildings (include services)</i> | 29% A = D | 9.026.494.611,83 | |
| <i>Yard improvements</i> | 12% A | 3.735.101.218,69 | |
| <i>Service facilities (installed)</i> | 55% A | 17.119.213.918,99 | |
| Total direct cost | | | 94.000.047.336,97 |
| Indirect Cost | | | |
| <i>Engineering and supervision</i> | 32% A | 9.960.269.916,50 | |
| <i>Construction expenses</i> | 34% A | 10.582.786.786,28 | |
| <i>Legal expenses</i> | 4% A | 1.245.033.739,56 | |
| <i>Contractor's fee</i> | 19% A | 5.913.910.262,92 | |
| <i>Contingency</i> | 37% A | 11.516.562.090,95 | |
| Total indirect cost | | | 39.218.562.796,22 |
| Fixed Capital Investment | | | 133.218.610.133,20 |
| <i>Working capital</i> | | | 23.344.382.616,80 |
| Total Capital Investment | | | 156.562.992.749,99 |

(Sumber: Peters dkk. 2003)

Modal investasi pendirian pabrik berasal dari uang modal sendiri dan pinjaman pihak bank. Perbandingan jumlah modal tersebut menyesuaikan kesepakatan peminjam dan jenis pabrik yang akan didirikan. Dengan perbandingan antara modal sendiri dengan saham 2:3 didapatkan modal diperoleh dari saham sebesar Rp62.625.197.100,00 dan modal sendiri sebesar Rp93.937.795.650,00.

6.4 Total Production Cost (TPC)

Production Cost berhubungan dengan ongkos produksi baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara umum *Production Cost* dibagi menjadi dua menjadi *manufacturing cost* dan *general expenses*.

6.4.1 Manufacturing Cost

Manufacturing Cost adalah biaya yang dibutuhkan untuk mengolah bahan baku menjadi bahan jadi. *Manufacturing cost* terdiri dari *direct production cost*, *fixed charges* dan *plant overhead cost*.

1) Biaya Produksi Langsung / *Direct Production Cost*

Direct production cost terdiri dari bahan baku, tenaga kerja, utilitas, *maintenance*, *operating supplies*, dan laboratorium. Berdasarkan perhitungan didapatkan *direct production cost* sebesar Rp789.373.750.452,25.

2) Biaya Tetap / *Fixed Charges*

Fixed charges adalah biaya yang harus dikeluarkan meskipun pabrik tidak melakukan produksi, yang terdiri dari depresiasi, pajak, dan

asuransi. Berdasarkan perhitungan didapatkan *fixed charges* sebesar Rp23.462.141.496,85.

3) *Plant Overhead Cost*

Plant overhead cost merupakan biaya lebih yang dikeluarkan pabrik diluar perencanaan yang bernilai 10% TPC (Peters dkk. 2003). Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai *plant overhead cost* sebesar Rp124.024.226.052,89.

6.4.2 *General Expenses*

General expenses adalah biaya yang harus dikeluarkan yang secara tidak langsung berhubungan dengan pengolahan bahan baku menjadi bahan jadi. *General expenses* meliputi biaya administrasi, biaya distribusi dan pemasaran, serta biaya penelitian dan pengembangan. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai *general expenses* sebesar Rp301.592.043.959,99.

Nilai TPC didapatkan melalui penjumlahan antara *direct production cost* dan *general expenses*. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai TPC sebesar Rp1.240.242.260.528,94. Perhitungan *Total Capital Investment* dapat dilihat pada Tabel 8.14 dibawah ini.

Tabel 6. 4 *Total Production Cost*

| | | <i>Cost per rate or quantity unit</i> | <i>Subtotal (Rp)</i> | <i>Total values (Rp)</i> |
|---|------------|---------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| <i>Raw materials</i> | E | 704.464.285.714,29 | | |
| <i>Operating labor</i> | B | 6.854.400.000,00 | | |
| <i>Operating supervision</i> | 15% B | 1.028.160.000,00 | | |
| <i>Utilities</i> | | 15.664.956.201,08 | | |
| <i>Maintenance and repair</i> | 7% FCI = C | 9.325.302.709,32 | | |
| <i>Operating supplies</i> | 15% C | 1.398.795.406,40 | | |
| <i>Laboratory charges</i> | 15% B | 1.028.160.000,00 | | |
| <i>Royalties</i> | 4% TPC | 49.609.690.421,16 | | |
| <i>Catalysts and solvents</i> | | - | | |
| <i>Variabel production costs</i> | | | 789.373.750.452,25 | |
| <i>Depreciation</i> | | 3.087.164.348,91 | | |
| <i>Taxes (property)</i> | | 2.664.372.202,66 | | |
| <i>Financing (interest)</i> | | 15.656.299.275,00 | | |
| <i>Insurance</i> | | 1.332.186.101,33 | | |
| <i>Rent</i> | | 722.119.568,95 | | |
| <i>Fixed charges</i> | | | 23.462.141.496,85 | |
| <i>Plant overhead costs</i> | | | 124.024.226.052,89 | |
| <i>Manufacturing costs</i> | | | | 936.860.118.001,99 |
| <i>Administrative costs</i> | | | 49.214.516.243,83 | |
| <i>Distribution and marketing costs</i> | | | 186.036.339.079,34 | |
| <i>Research and development costs</i> | | | 62.012.113.026,45 | |
| <i>General expenses</i> | | | | 301.592.043.959,99 |
| <i>Total Production Cost</i> | | | | 1.240.242.260.528,94 |

6.5 Analisis Profitabilitas

Modal yang telah diinvestasikan diharapkan dapat mendapatkan keuntungan dari produksi dan dapat Kembali dengan pada waktu yang telah diperhitungkan. Agar tujuan target tersebut dapat tercapai maka perlu dilakukan evaluasi terhadap modal meliputi evaluasi keuntungan/laba, *Return On Investment*

(ROI), *Pay Out Time* (POT), *Break Even Point* (BEP), *Shut Down Point* (SDP), dan *Internal Rate of Return* (IRR).

1) Evaluasi Keuntungan/Laba

Evaluasi keuntungan/laba diketahui melalui hasil dari penjualan produk. Dengan kapasitas produksi 25.000 ton/tahun dan harga jual produk sebesar Rp52.000,00 per kg didapatkan total penjualan dalam satu tahun sebesar Rp1.300.000.000.000,00. Harga produk tersebut berdasarkan HPP (Harga Pokok Penjualan) yang dihitung dengan laba penjualan sebesar 5% per kg. Evaluasi keuntungan/laba terdiri dari dua macam laba yaitu, laba kotor dan laba bersih.

a) Laba kotor / *Gross Profit*

Laba kotor yang merupakan laba sebelum dipotong pajak penghasilan. Laba kotor dihitung melalui selisih dari harga jual dengan biaya produksi/TPC. Berdasarkan perhitungan didapatkan *gross profit* sebesar Rp59.757.739.471,06.

b) Laba bersih / *Net Profit*

Laba bersih yaitu laba setelah dipotong pajak pendapatan. Berdasarkan UU RI No. 36 Tahun 2008 pajak pendapatan sampai Rp50.000.000 bernilai 5% dari laba kotor, pajak pendapatan Rp50.000.000 sampai Rp250.000.000 bernilai 15% dari laba kotor, pajak pendapatan Rp250.000.000 sampai Rp500.000.000 bernilai 25% dari laba kotor, dan pajak pendapatan diatas Rp500.000.000 bernilai 30% dari laba kotor, sehingga didapatkan pajak pendapatan

sebesar Rp17.852.321.841,32. Berdasarkan perhitungan didapatkan net profit sebesar Rp41.905.417.629,75.

2) *Return on Investment (ROI)*

ROI adalah pernyataan umum yang digunakan untuk tahunan sebagai usaha untuk mengembalikan modal. ROI dapat dihitung dari laba per tahun dibagi modal. Untuk pabrik dengan proses fermentasi pengembalian lambat 10% dan pengembalian cepat 49%. Berdasarkan perhitungan didapatkan ROI sebelum pajak sebesar 44,9% sedangkan ROI setelah pajak sebesar 31,5%. Maka, dapat disimpulkan bahwa ROI dari pabrik VCO ini dapat mengembalikan modal dengan cepat.

3) *Minimum Pay Out Time (POT)*

Minimum pay out time adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan modal suatu pabrik yang dapat dihitung dari modal dibagi laba dan depresiasi. Depresiasi dimasukkan dalam perhitungan karena dianggap modal sudah berkurang atau sudah sebagian dikembalikan. Untuk pabrik dengan proses fermentasi pengembalian lambat selama 5 tahun dan pengembalian cepat selama 2 tahun. Berdasarkan perhitungan didapatkan POT sebelum pajak selama 2 tahun sedangkan POT setelah pajak selama 3 tahun. Maka, dapat disimpulkan bahwa POT dari pabrik VCO ini dapat mengembalikan modal dalam jangka waktu yang singkat.

4) *Break Even Point (BEP)*

Break Even point adalah kapasitas dimana pabrik tidak laba atau rugi, artinya total penjualan sama dengan total ongkos produksi. Beberapa

komponen yang merupakan komponen TPC digunakan untuk mencari BEP, yang dinyatakan dalam pengeluaran tetap atau *Fixed charges* (FC), *Variable cost* (VC) dan *Semi variable cost* (SVC). Perhitungan *Break Even Point* dapat dilihat pada Tabel 8.15 dibawah ini.

Tabel 6. 5 *Break Even Point*

| | | Values (Rp) | Total Values (Rp) |
|------------------------------------|--------|--------------------|--------------------|
| Fixed Charges (FC) | | | |
| <i>Depreciation</i> | 10% E | 3.087.164.348,91 | |
| <i>Taxes (property)</i> | 2% FCI | 2.664.372.202,66 | |
| <i>Financing (interest)</i> | 8% TCI | 12.525.039.420,00 | |
| <i>Insurance</i> | 1% FCI | 1.332.186.101,33 | |
| <i>Rent</i> | 9% D | 812.384.515,06 | |
| Total fixed charges | | | 20.421.146.587,97 |
| Semi Variable Cost (SVC) | | | |
| <i>Operating labor</i> | B | 6.854.400.000,00 | |
| <i>Operating supervision</i> | 15% B | 1.028.160.000,00 | |
| <i>Maintenance and repair</i> | C | 9.325.302.709,32 | |
| <i>Operating supplies</i> | 15% C | 1.398.795.406,40 | |
| <i>Intrumentation and controls</i> | 36% A | 11.205.303.656,06 | |
| <i>Plant overhead costs</i> | | 124.024.226.052,89 | |
| <i>General expenses</i> | | 303.382.142.526,94 | |
| Total semi variable cost | | | 457.218.330.351,62 |
| Variable Cost (VC) | | | |
| <i>Raw materials</i> | | 704.464.285.714,29 | |
| <i>Utilities</i> | | 15.664.956.201,08 | |
| <i>Packaging</i> | | 6.877.049,36 | |
| Total variable cost | | | 720.136.118.964,73 |

| | |
|-------------------------------------|----------------------|
| <i>Total production cost</i> | 1.197.775.595.904,32 |
|-------------------------------------|----------------------|

BEP dapat dihitung dengan persamaan :

$$BEP = \frac{FC + 0,3 SVC}{S - 0,7 SVC - VC} \times 100\%$$

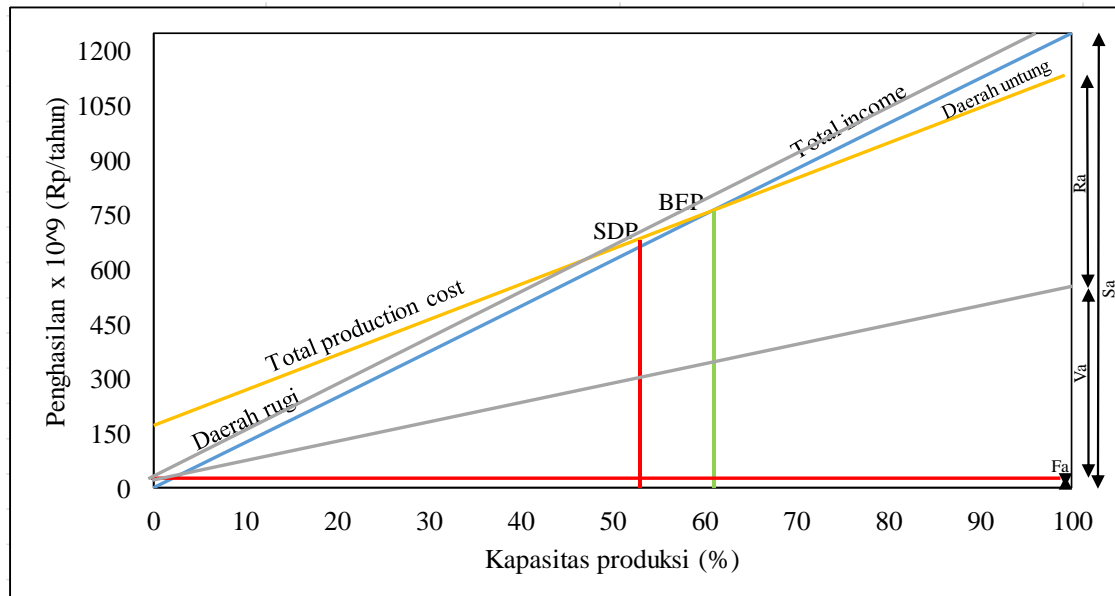
Dengan menggunakan persamaan tersebut dapat diketahui nilai BEP sebesar 60,7% sehingga titik BEP terjadi pada kapasitas produksi 15.164 ton/tahun. Artinya, total penjualan pabrik akan sama dengan total ongkos produksi ketika mencapai kapasitas produksi sebesar 15.164 ton/tahun.

5) *Shut Down Point* (SDP)

Shut down point terjadi apabila jumlah kerugian pada daerah rugi sama dengan pengeluaran tetap atau *fixed charges*. Nilai SDP dapat dihitung melalui persamaan SDP :

$$SDP = \frac{0,3 SVC}{S - 0,7 SVC - VC} \times 100\%$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai SDP sebesar 52,8% sehingga titik SDP terjadi pada kapasitas produksi 13.199 ton/tahun. Artinya, jumlah kerugian pada daerah rugi akan sama dengan pengeluaran tetap ketika mencapai kapasitas produksi sebesar 13.199 ton/tahun. Gambar 6.1 merupakan grafik titik BEP dan SDP.



Gambar 6. 1 Grafik Titik BEP dan SDP

6) *Internal Rate of Return (IRR)*

Internal Rate of Return (IRR), yaitu cara untuk menghitung tingkat suku bunga dimana hasil penjumlahannya akan menghasilkan nilai yang sama dengan investasi. Dengan metode *trial and error*, dihitung *Total Discounted Cash Flow* pada umur pabrik yang besarnya sama dengan FCI, sehingga diperoleh IRR sebesar 18,45%. Berdasarkan (Lifepal 2021), suku bunga bank pada tahun 2021 sebesar 12,20%. Artinya, pabrik VCO ini dapat memberikan suku bunga tahunan yang lebih tinggi daripada bank sehingga nilai IRR dapat dikatakan baik.

BAB VII

KESIMPULAN

1. Pabrik *Virgin Coconut Oil* (VCO) ini memiliki kapasitas 25.000 ton/tahun yang didasarkan pada ketersediaan bahan baku dan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun. Bahan baku yang digunakan adalah buah kelapa tua dan proses yang digunakan yaitu fermentasi dengan menggunakan ragi roti.
2. Berdasarkan perhitungan utilitas, didapatkan kebutuhan utilitas pabrik sebesar Rp15.664.956.201,08/tahun.
3. Total Capital Investment (TCI) Pabrik VCO ini sebesar Rp156.562.992.749,99 sedangkan *Total Production Cost* (TPC) sebesar Rp1.240.242.260.528,94.
4. Dari analisis perhitungan yang dilakukan, laba kotor yang diperoleh sebesar Rp59.757.739.471,06 dan untuk laba bersih sebesar Rp41.905.417.629,75. Untuk laju pengembalian modal (ROI) sebelum pajak sebesar 44,9% dan setelah pajak sebesar 31,5%. Lama pengembalian modal (POT) sebelum pajak yaitu 2 tahun dan setelah pajak 3 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 60,7%, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 52,8%, dan *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 18,45%. Pabrik VCO ini dapat memberikan suku bunga tahunan yang lebih tinggi daripada bank sehingga nilai IRR dapat dikatakan baik.
5. Proses pembuatan VCO dapat dilakukan dengan tekanan dan suhu yang rendah untuk menghasilkan hasil yang baik, sehingga pabrik ini dapat digolongkan pabrik berseriko rendah.

Berdasarkan pertimbangan yang telah dikaji, maka pabrik VCO berkapasitas 25.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustine, D, MM Gumilang, dan N Komalasari. 2021. *The Effect of Yeast Starter Variations on the Quality of Virgin Coconut Oil (VCO) Using the Fermentation Method*. Helium: Journal of Science and Applied Chemistry 1(1): 1–6.
- Andaka, Ganjar. 2016. *Fermentasi Menggunakan Ragi Roti Making Coconut Oil By the Fermentation Method*. Teknik Kimia 10(2): 65–70.
- Aprilasani, Zeffa. 2014. *Pengaruh Lama Waktu Pengadukan dengan Variasi Penambahan Asam Asetat dalam Pembuatan Virgin Coconut Oil (VCO) dari Buah Kelapa*. Konversi 3(1): 1–12.
- Astri Nur Istyami dkk. 2017. *Mass Balances and Thermodynamics Study of Thermal Triglyceride Hydrolysis*. MATEC Web of Conferences 156, 05013 (2018).
- Arindani, Sabrina. 2015. *Produksi Bioetanol Menggunakan Ragi Roti Instan dengan dan Tanpa Pemberian Aerasi Pada Media Molases*. Skripsi: Universitas Jember.
- Ari Prasetyo Budi, Wahyu .2019. *Proses Produksi Minyak Kelapa Murni VCO (Virgin Coconut Oil) di Desa Tanjung Terdana Kecamatan Pondok Kubang Ditinjau dari Prinsip Produksi dalam Islam*. Diploma thesis, IAIN BENGKULU.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Statistik Industri Manufaktur Bahan Baku 2017*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Statistik Industri Manufaktur Bahan Baku 2018*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Statistik Industri Manufaktur Bahan Baku 2019*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik.2021. *Data Ekspor dan Impor*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

- Boateng, R. Ansong, W. B. Owusu, dan M. Steiner-Asiedu. 2016. *Coconut Oil and Palm Oil's Role In Nutrition, Health and National Development: A Review*. Ghana Med. J., vol. 50, no. 3, hal. 189–196, 2016.
- Dwi, P.B. dan Yuliana Maria. 2017. *Warta Ekspor Optimalisasi Bahan Baku Kelapa*.
- Fontan, Rafael Da Costa Ilhéu dkk. 2009. *Thermophysical properties of coconutwater affected by temperature*. Journal of Food Process Engineering 32(3): 382–97.
- F, Plou dkk. 1996. *High-yield Production of Mono- And Di-Oleylglycerol by Lipase-Catalyzed Hydrolysis of Triolein*. Enzyme Microb Technol 18(1996) 66-71.
- Ghosh, S., R. Chakraborty, dan U. Raychaudhuri. 2012. *Optimizing process conditions for palm (Borassus flabellifer) wine fermentation using response surface methodology*. International Food Research Journal 19(4): 1633–39.
- Heldman, Dennis R. & Lund, Daryl B. 1992. *Handbook of Food Engineering*. London: CRC Press.
- Hermansyah, Heri dkk. 2007. *Kinetic Model F Kinetic Model For Triglyceride Hyceride Hydrolysis Using Lipase: Reolysis Using Lipase: Review*. Makara Journal of Technology.
- Iskandar, Ahmat, Ersan, dan Rachmad Edison. 2015. *View of Pengaruh Dosis Enzim Papain terhadap Rendemen dan Kualitas Virgin Coconut Oil (VCO)*. Jurnal Agro Industri Perkebunan.
- L. Lim, F. P.K., L. F.G. Bongosia, N. B.N. Yao, dan L. A. Santiago. 2014. *Cytotoxic Activity of The Phenolic Extract of Virgin Coconut Oil On Human Hepatocarcinoma Cells (Hepg2)*. International Food Research Journal 21(2): 729–33.
- M. Goto, F. Nakashio, K. Yoshizuka, K. Inoue. 1992. *Hydrolysis of Triolein by Lipase in A Hollow Fiber Reactor*. J Membrane Sci. 74 (1992) 207-214.

- Muharun dan M. Apriyanto. 2014. *Pengolahan Minyak Kelapa Murni (VCO) dengan Metode Fermentasi Menggunakan Ragi Tape Merk NKL*. Jurnal Teknologi Pertanian, vol. 3, no. 2, hal. 9–14, Nov 2014.
- N. T. Oseni, W. Fernando, R. Coorey, I. Gold, dan V. Jayasena. 2017. *Science Effect of Extraction Techniques On The Quality of Coconut Oil*. African Journal of Food vol. 11, no. 3, hal. 58–66, 2017.
- Nasruddin. 2011. *Studi Kualitas Minyak Goreng Dari Kelapa (Cocos nucifera L.) Melalui Proses Sterilisasi dan Pengepresan*. Jurnal Dinamika Penelitian Industri Vol. 22 No. 1 Tahun 2011 Hal. 918
- O. Nitbani, Jumina, D. Siswanta, dan E. N. Solikhah. 2016. *Isolation and Antibacterial Activity Test of Lauric Acid from Crude Coconut Oil (Cocos nucifera L.)*. Procedia Chem., vol. 18, hal. 132–140, Jan 2016.
- Purba, H. F. dkk. 2020. *Asahan Coconut For Virgin Coconut Oil Production Using Fermentation Method*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 454(1).
- Silaban, Ramlan dkk. 2014. *Pembuatan Virgin Coconut Oil (VCO) Melalui Kombinasi Teknik Fermentasi dan Enzimatis Menggunakan Ekstrak Nenas*. Jurnal Pendidikan Kimia.
- Sipahelut, Sophia G dan Telussa, Ivonne. 2011. *Karakteristik Minyak Atsiri Dari Daging Buah Pala Melalui Beberapa Teknologi Proses*. Jurnal Teknologi Hasil Pertanian, Vol. IV, No. 2, Agustus 2011.
- Senphan, T. dan Benjakul, S. 2016. *Chemical Compositions and Properties of Virgin Coconut Oil Extracted Using Protease From Hepatopancreas of Pacific White Shrimp*. Eur. J. Lipid Sci. Technol., vol. 118, no. 5, hal. 761–769, Mei 2016.
- Salsabila, U, D Mardiana, dan E Indahyanti. 2013. *Kinetika Reaksi Fermentasi Glukosa Hasil Hidrolisis Pati Biji Durian Menjadi Etanol*. Kimia Student Journal 2(1): 331–36.
- S. Mujdalipah. 2016. *Pengaruh Ragi Tradisional Indonesia Dalam Proses Fermentasi Santan Terhadap Karakteristik Rendemen, Kadar Air, Dan*

- Kadar Asam Lemak Bebas Virgin Coconut Oil (VCO)*. Edufortech, vol. 1, no. 1, hal. 1–6, 2016.
- Sulastris, S. 2015. *Beberapa Metode Pembuatan Minyak Kelapa*. PPM FMIPA UNY. Yogyakarta.
- Wang, Y. J dkk. 1987. *Lipase-Catalyzed Oil Hydrolysis in the Absence of Added Emulsifier*. Biotechnology and Bioengineering, Vol. 31, Pp. 628-633 (1988) 1988 John Wiley & Sons, Inc.
- Wang, C. S., Hartsuck, J.A., Weiser, D. 1985. *Kinetics of Acylglycerol Hydrolysis by Human Milk Protein*. Biochim Biophys Acta 837 (1985) 111-118.
- Widjaja, Willy Pranata dkk. 2014. *Optimasi Kondisi Fermentasi pada Pembuatan Minyak Kelapa (Cocos Nucifera L) Dengan Menggunakan Saccharomyces cerevisiae*. Jurnal Agroteknologi.
- Yaws, Carl L. 1999. *Chemical Properties Handbook: Physical, Thermodynamic, Environmental, Transport, Safety, and Health Related Properties for Organic and Inorganic Chemicals*. Texas: McGraw-Hill
- Towler, Gavin dan Ray Sinnott. 2008. *Chemical Engineering Design-Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design*. USA: Elsevier, Inc.
- KM Wasungu dan RE Simard. 2015. *Growth Characteristics of Bakers' Yeast in Ethanol*. National Library of Medicine
- Silvia, Eva. 2009. *Sifat Fisiko Kimia dan Aktivitas Antioksidan Virgin Coconut Oil (VCO) Hasil Fermentasi Rhizopus Orizae*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta: Fakultas Sains dan Teknologi, 2009
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2019. *Standar Pelayanan Perpustakaan Pusat Pengembangan SDM Aparatur.-:-*.
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Data Ekspor dan Impor*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Litbang Pertanian Kalimantan Timur. 2014. *Diversifikasi Produk Buah Kelapa*.
- Brownell, L.E., and Young, E.H. 1979. *Process Equipment Design*. Willey Eastern Ltd., New Delhi.

- Kirk, R.E. dan Othmer, D.F. 1967. *Encyclopedia of Chemical Engineering Technology Volume 1*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Khatun, M., Egucgi, S., Yamaguchi, T., Takamura, H and Matoba, T. 2006. *Effect of Thermal Treatment on Radical Scavenging Activity of Some Species*. Journal Food. Sci. Technol Res. 12(3): 178-185.
- Peters, M.S., Klaus, D., Timmerhause and Ronald E. West. 2004. *Plant Design and Economics for Chemical Engineer, 5th Ed*. Singapore: Mc Graw Hill.
- Pontoh, J., Surbakti, M. B., & Papilaya, M. (2019). *Kualitas Virgin Coconut Oil dari beberapa metode pembuatan*. Chemistry Progress, 1(1), 60-65.
- Winarti S., Jariyah. dan Yudi Purnomo. 2007. *Proses Pembuatan VCO (Virgin Coconut Oil) Secara Enzimatis Menggunakan Papain Kasar*. Jurnal Teknologi Pertanian. Vol. 8.No. 2.136-141, Surabaya.
- Alibaba.com. 2020a. "Belt Conveyor Troughing Idler."
<https://indonesian.alibaba.com/product-detail/belt-conveyor-carrying-troughing-idler-roller-62090347415.html> (November 19, 2021).
- . 2020b. "LYC-50J 50LPM Coalescence Separator Water Waste Hydraulic Oil Purifier Unit."
<https://m.alibaba.com/product/1600365746245/Coalescence-Separator-Water-Oil-LYC-50J.html?s=p> (November 19, 2021).
- . 2021a. "Konveyor Tabung Untuk Bahan Bubuk."
https://indonesian.alibaba.com/product-detail/conveyor-powder-tubular-conveyor-for-powder-material-chain-conveyor-for-materials-1600336626449.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.2eec3939E00bFN&s=p (November 29, 2021).
- . 2021b. "MesinDecanter Air Minyak Padat."
https://indonesian.alibaba.com/product-detail/liquid-solid-liquid-separator-3-phase-horizontal-oil-water-solid-decanter-centrifuge-for-sale-62084657386.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.25ad8a673m58px (November 30, 2021).
- . "Pengaduk Bio Reaksi Industri Kimia Reaktor Tong Fermentasi Kimia 100l Reaktor Suku Cadang Makanan Daya Baja Tahan Karat - Buy 100l

- Reactor,Pharmaceutical Reactor,Chemical Reactor Product on Alibaba.com.” <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/reactor-reaction-100l-reactor-reactor-chemical-industrial-bio-reaction-mixer-mixing-fermentation-vessel-chemical-100l-reactor-stainless-steel-power-food-parts-1600209522695.html?spm=a2700.galleryofferlist.norm> (September 29, 2021a).
- . “Westfalia Structure Industrial Scale Centrifuge For Vco - Buy Industrial Scale Centrifuge For Vco,Coconut Oil Separator,High Speed Separator Product on Alibaba.com.” https://indonesian.alibaba.com/product-detail/westfalia-structure-industrial-scale-centrifuge-for-vco-1600105303878.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_image.115e1bc8qck_vrj (September 29, 2021b).
- . “Yeast Production Line,Fermenter Bioreactor(50l-10000l-cgmp) - Buy Fermenter,Yeast Production Line,Gmp Product on Alibaba.com.” https://www.alibaba.com/product-detail/Yeast-production-line-Fermenter-bioreactor-50L_60681664320.html?spm=a2700.details.0.0.594f37c3i2XvJp (September 28, 2021c).
- Daft, Richard L. 2010. *Era Baru Manajemen Edisi Ke-9*. Jakarta: Salemba Empat.
- Hasibuan, Malayu S.P. 2010. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Wignjosubroto, Sritomo. 2009. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Surabaya: Guna Widya.
- Zamani. 1998. *Manajemen*. Jakarta: Badan Penerbit IPWI.
- Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2022. *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Samsudin, Ahmad. 2020. *STATISTIK DAERAH KOTA BITUNG 2020*. Bitung: Badan Pusat Statistik Kota Bitung.

- Lumoidong, Frans dan Mamuaja, Christine F. 2018. *Pemanfaatan Limbah Ampas Kelapa Menjadi Produk Kue Kering*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan, Vol. 5 No. 1 Th. 2017
- Heny Herawati dkk. 2008. *Pemanfaatan Limbah Pembuatan VCO*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008 – Yogyakarta, 18-19 November 2008.
- Safitri Ekawati dkk. 2020. *Analisa Ekonomi Prarancangan Pabrik Kimia Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Randu (Ceiba Pentandra) Menggunakan Katalis Heterogen Cao dengan Kapasitas 22.000 Ton/Tahun*. Malang: Jurnal Distilat.
- Simatupang, Dimas Frananta. 2021. *Penentuan Kebutuhan Injeksi Ammonia untuk Meningkatkan pH pada Air Umpan Boiler: Studi Kasus di PT. XYZ Sumatera Utara*. Medan: Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI).
- Utari, Rinda Dwi dan Arbi, Yaumal. 2020. *Pemanfaatan Blondo Pada Limbah VCO (Virgin Coconut Oil) Menjadi Hand Sanitizer*. Jurnal Aerasi Vol 2 no.2 Oktober 2020.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A
FERMENTATION TANK

Tabel A.1 Neraca Massa Fermentation Tank

| Neraca Massa Fermentor | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Komponen | BM (kg/kmol) | Input | | | | Reaksi | | Output | |
| | | 16 | | 24 | | Koefisien | Laju Mol (kmol/jam) | 25 | |
| | | Laju Massa (kg/jam) | Laju Mol (kmol/jam) | Laju Massa (kg/jam) | Laju Mol (kmol/jam) | | | Laju Massa (kg/jam) | Laju Mol (kmol/jam) |
| Sabut | | | | | | | | | |
| Tempurung | | | | | | | | | |
| Air Kelapa | | | | | | | | | |
| Kulit Ari Kelapa | | | | | | | | | |
| Protein | - | 452,5162338 | | | | | | 452,5162338 | |
| Mineral (Abu) | - | 100,5591631 | | | | | | 100,5591631 | |
| Karbohidrat | - | 1307,26912 | | | | | | 1307,26912 | |
| Trigliserida | 669,3734 | 4183,261183 | 6,249518106 | | | -1 | -4,999522718 | 836,7136634 | 1,249995389 |
| H ₂ O | 18 | 4012,310606 | 222,9061448 | | | -3 | -14,99856815 | 3742,336379 | 207,9075766 |
| Serat | | | | | | | | | |
| Gliserol | 92 | | | | | 1 | 4,999522718 | 459,95609 | 4,999522718 |
| Polipeptida | 210,4578 | | | | | 3 | 14,99856815 | 3156,5657 | 14,9986 |
| Ragi Roti | | | | 22,54689755 | | | | 22,54689755 | |
| Air Kelapa | | | | 1127,344877 | | | | 1127,344877 | |
| Gula | | | | 67,64069264 | | | | 67,64069264 | |
| Jumlah | | 10055,91631 | | 1217,532468 | | | | 11273,44877 | |
| Total | | 11273,4488 | | | | | | 11273,44877 | |

Fungsi = Tempat terjadinya proses fermentasi, yaitu menghidrolisis trigliserida menjadi asam lemak.

Bentuk = Silinder tegak dengan bagian tutup atas dan bawah torispherical

Bahan = Plate Steels grade SA-240 grade M type 316

konstruksi

Jumlah = 18 buah

Tekanan = 1,02 atm = 14,994 psia = 0,294 psig

Suhu operasi = 25 °C = 77 °F = 350,15 K

Pengelasan = double welded butt joint

Faktor pengelasan = 0,8 (Brownell pg. 254)

Allowable stress (f) = 18750 psig (Brownell pg. 342)

Faktor korosi = 2/16 in

Laju alir massa campuran (Q) = 11273,4488 kg/jam; 626,3027 kg/jam

Densitas campuran (ρ) = 970,00 kg/m³ = 60,5551 lb/ft³

Volume campuran = 75% volume total

Volume dalam tangki (VL) = $\frac{11273,45}{970,0000} \times t$
 = 278,9307 m³ = 9850,3444 ft³ (Untuk 18 buah tangki)

VL untuk 1 tangki = 547,2414 ft³

Volume tangki (VT) = $\frac{100\%}{75\%} \times 547,2414 \text{ ft}^3$
 = 729,6551 ft³ (Untuk 1 buah tangki)

n tangki = $\frac{VL}{VL \text{ tangki}} = \frac{9850,3444 \text{ ft}^3}{547,2414 \text{ ft}^3} = 18,0073 \approx 18$ buah tangki

VT = VL + VRK

729,6551 = 547,2414 + VRK

VRK = 182,4138 ft³

Waktu tinggal = 24 jam

m bahan = 15031,2650 kg = 33138,2275 lb

m vessel = 200 kg = 440,9240 lb

d baut = 2 in

n = 4 buah

Axis 1-1 dengan beban konsentris

TEBAL BEJANA

Tangki berupa silinder tegak dengan tutup atas dan tutup bawah torispherical

Dimensi tinggi liquid dalam silinder / diameter bejana (Lls / D) = 1 1/5

$$VL = V1 + V2$$

$$547,2414 \text{ ft}^3 = 0,000049 \text{ di}^3 + \frac{\pi \times \text{di}^2 \times \text{Lls}}{4}$$

$$547,2414 \text{ ft}^3 = 0,000049 \text{ di}^3 + \frac{\pi \times 1,20 \text{ di}^2}{4}$$

$$547,2414 \text{ ft}^3 = 0,000049 \text{ di}^3 + 0,9 \text{ di}^3$$

$$547,2414 \text{ ft}^3 = 0,9425 \text{ di}^3$$

$$\text{di}^3 = 580,6109 \text{ ft}^3$$

$$\text{di} = 8,34 \text{ ft}$$

$$\text{di} = 100,11 \text{ in}$$

$$\text{Lls} = 1 \frac{1}{5} \times \text{d}$$

$$\text{Lls} = 10,01 \text{ ft}$$

$$\text{Lls} = 120,13 \text{ in}$$

Tutup atas dan tutup bawah berbentuk torispherical maka $V1 = V3$

$$VT = V1 + V2 + V3$$

$$729,6551 \text{ ft}^3 = 0,000049 \text{ di}^3 + \frac{\pi \times \text{di}^2 \times \text{Lls}}{4} + 0,000049 \text{ di}^3$$

$$729,6551 \text{ ft}^3 = 0,0595 + 54,6613 \text{ Ls}$$

$$729,5956 \text{ ft}^3 = 54,6613 \text{ Ls}$$

$$\text{Ls} = 13,3476 \text{ ft}$$

$$\text{Ls} = 160,1708 \text{ in}$$

$$\text{Volume silinder (V2)} = 54,6613 \text{ Ls}$$

$$= 729,5956 \text{ ft}^3$$

Volume campuran dalam torispherical = Volume torispherical

$$= 0,0595 \text{ ft}^3$$

Volume campuran dalam silinder = Volume liquid dalam tangki - Volume

liquid dalam torispherical

$$= 547,2414 - 0,0595$$

$$= 547,1818 \text{ ft}^3$$

$$P \text{ operasi} = 14,9940 \text{ psia}$$

$$P \text{ liquid} = \frac{\rho \times \text{LLs}}{144}$$

$$\begin{aligned}
P_{\text{liquid}} &= 4,2098 \text{ psia} \\
P_{\text{alat}} &= P_{\text{operasi}} + P_{\text{liquid}} \\
P_{\text{alat}} &= 4,5038 \text{ psig} \\
\text{Tebal silinder (ts)} &= \frac{P_{\text{alat}} \times d_i}{2 (fE - 0,6 P_{\text{alat}})} + C \\
&= \frac{4,5038 \times 100,11}{29994,5954} + 2/16 \\
&= 0,01503 + 2/16 \\
&= 0,1400 \text{ in} \\
\text{ts standard} &= 0,1400 \times \frac{16}{16} \\
&= 2,2405 \text{ in} \\
\text{ts standard} &= 3/16 \text{ in (Brownell pg. 90)} \\
d_o &= d_i + (2 \times \text{ts}) \\
&= 100,4847 \text{ in} \\
d_o \text{ standard} &= 102 \text{ in (Brownell pg. 90) (2,5908)} \\
r_o &= 51 \text{ in} \\
d_i \text{ baru} &= d_o - 2 \text{ ts} \\
d_i \text{ baru} &= 101,625 \text{ in} = 8,4688 \text{ ft}
\end{aligned}$$

LEG DESIGN

Beban leg (P)

$$P = \frac{\sum W}{n}$$

$$P = 8394,7879 \text{ psig}$$

Tinggi leg (ℓ)

$$\ell(\text{inch}) = \frac{1}{2}(L_s + h_a + h_b + s_f) + 2,5 \text{ ft}$$

$$\ell = 130,7215 \text{ inch}$$

Trial nilai A, r, b, h, dan I

$$\text{Ukuran beam} = 24 \times 7 \text{ inch}$$

$$A = 26,3 \text{ inch}^2$$

$$r = 9,21 \text{ inch}$$

$$b = 7,124 \text{ inch}$$

$$h = 24 \text{ inch}$$

$$I = 2230,1 \text{ inch}^4$$

Nilai l/r

$$\frac{l}{r} = 14,1934 \text{ inch}$$

maka, $f_c = 15000$ psig

Nilai f_c aman

$$f_c \text{ eksperimen} = \frac{P(a + \frac{1}{2}b)}{\frac{1}{2}b}$$

dengan nilai $a = 1,5$

$$f_c \text{ eksperimen} = 67,8737 \text{ psig}$$

$$f_c \text{ aman} = f_c - f_c \text{ eksperimen}$$

$$f_c \text{ aman} = 14932,1263 \text{ psig}$$

Nilai A

$$A = \frac{P}{f_c \text{ aman}}$$

$$A = 0,5622 \text{ inch}^2$$

$$A \text{ tersedia} = 26,3 \text{ inch}^2$$

Nilai $A < A$ tersedia maka nilai A benar

LUG DESIGN

Dengan beban konsentris

Lebar dan Panjang Horizontal Plate

$$b_{hp} = h + 2 d \text{ baut}$$

$$b_{hp} = 28 \text{ inch}$$

$$l_{hp} = 1,5b + 2 d \text{ baut}$$

$$l_{hp} = 14,6860 \text{ inch}$$

Dimensi Gusset Vertical Plate

$$l_g = l_{hp} = 14,6860 \text{ inch}$$

$$a_g = \frac{1}{2} l_g$$

$$a_g = 7,3430 \text{ inch}$$

$$h_g = \frac{5}{3} l_g$$

$$h_g = 24,4767 \text{ inch}$$

Tebal Horizontal Plate

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1-\mu^2)}{r_o^2 t_s^2}}$$

dengan nilai $\mu = 0,3$

$$\beta = 0,6059$$

$$M = \frac{\beta^3 \times t_s^2 \times P \times a \times r_o^2}{6(1-\mu^2) b_{hp} h_g}$$

$$M = 2,1136 \text{ psig}$$

$$t_{hp} = \sqrt{\frac{6M}{f_{allow}}}$$

dengan f allowable beton = 12000 psig

$$t_{hp} = 0,0325 \text{ inch}$$

Tebal Vertical Plate

$$t_g = \frac{3}{8} t_{hp}$$

$$t_g = 0,0122 \text{ inch}$$

TEBAL TUTUP BEJANA (th)

Tutup atas dan tutup bawah berbentuk torispherical maka $t_{ha} = t_{hb}$

$$I_{cr} = d_o \text{ standard}$$

$$= 48 \text{ in}$$

$$R = 6\% i_{cr}$$

$$= 2,88 \text{ in}$$

$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{r}{i_{cr}}} \right)$$

$$= 0,8112$$

$$t_{ha} = t_{hb} = \frac{P \text{ alat} \cdot r \cdot W}{2(f \cdot E - 0,1 P \text{ alat})} + C$$

$$= 5,1310 + 0,125$$

$$= 0,000171037 + 0,125$$

$$t_{ha} = t_{hb} = 0,1252 \text{ in}$$

$$t_{ha \text{ standard}} = t_{hb \text{ standard}} = 0,1252 \times \frac{16}{16}$$

$$= 2,0027 \text{ in}$$

$$t_{ha \text{ standard}} = t_{hb \text{ standard}} = 0,1875 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} SF &= 3,5 \text{ th} \\ &= 0,6563 \text{ in} = 0,0547 \text{ ft} \\ DH &= 0,1935 \text{ do} - 0,455 \text{ th} \\ &= 9,2027 \text{ in} \end{aligned}$$

Tinggi tutup atas dan bawah ($h_a = h_b$) = SF + DH

$$h_a = h_b = 9,8589 \text{ in} = 0,8216 \text{ ft}$$

Tinggi total bejana (H) = $L_s + h_a + h_b$

$$H = 95,0893 \text{ in}$$

Tinggi liquid dalam bejana = $L_{ls} + h_b$

$$\text{Tinggi liquid dalam bejana} = 66,3891 \text{ in}$$

NOZZLE

Laju alir campuran keluar 1 tangki = 1217,5325 kg/jam (Basis 1 jam)

$$\begin{aligned} 3 \text{ tangki} &= 405,8442 \text{ kg/jam} \\ &= 894,7321 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

Densitas campuran = $1005,37 \text{ kg/m}^3 = 62,76343899 \text{ lb/ft}^3$

Volumetrik (Q) = $\frac{m}{\rho} = 14,2556 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,0040 \text{ ft}^3/\text{s}$

Viskositas campuran = 116,74 cP (Diasumsikan sama dengan viskositas air kelapa)

$$\begin{aligned} &= 0,1167 \text{ kg/m.s} \\ &= 0,0784 \text{ lb/ft.s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_i \text{ opt} &= 3,9 \times Q^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 0,5543 \text{ in} = 0,0462 \text{ ft} \end{aligned}$$

Spesifikasi Nozzle

d nominal pipe NPS = 0,75 in (Brownell Young Hal. 221 Figure 12.2) Outside Diameter of Flange A = 3,875 in Thickness of Flange Minimum

T = 0,5 in

Outside Diameter of Raised Face R = 1,7 in

Diameter of Hub at Base E = 1,5 in

Diameter of Hub at Point of Welding K = 1,05 in

Length through Hub L = 2,06 in

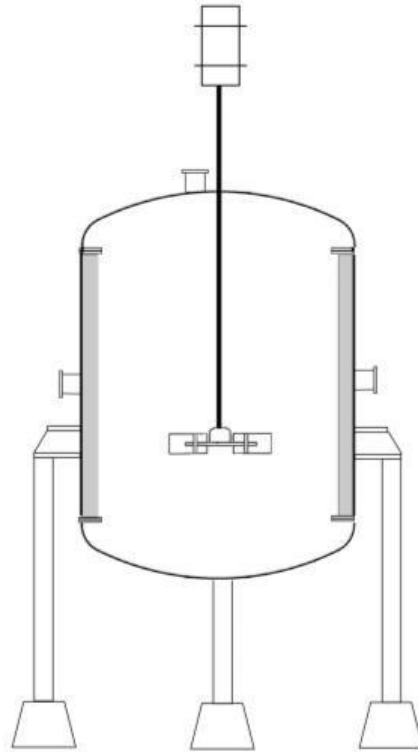
Inside Diameter of Standard Wall Pipe B = 0,82 in

Pengecekan Bilangan Reynold

$$D = 0,0683 \text{ ft}$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{1/4 \pi d^2} = \frac{0,00633380445179162}{0,00253345980588007}$$
$$= 2,5001 \text{ ft/s}$$

$$N_{re} = \frac{D \times v \times \rho}{\mu} = 129,2045 < 2100 \text{ (Laminer)}$$



Gambar A.1 *Fermentation Tank*

Tabel A.2 Spesifikasi *Fermentation Tank* (R-440)

| Spesifikasi Alat | Keterangan | Satuan |
|---------------------|---|--------|
| Jenis Bahan | <i>Plate Steels SA-240 grade M type 316</i> | |
| Bentuk Tangki | Silinder vertikal berpengaduk | |
| Bentuk Tutup Atas | <i>Torispherical Dished</i> | |
| Bentuk Tutup Bawah | <i>Torispherical Dished</i> | |
| Tinggi Tangki | 200,7867 | in |
| Tinggi Liquid | 140,4396 | in |
| Diameter Dalam (di) | 101,6250 | in |

| | | |
|--------------------|----------|-----------------|
| Diameter Luar (do) | 102 | in |
| Tebal Silinder | 3/16 | in |
| Volume Bahan | 547,2414 | ft ³ |
| P | 1,02 | atm |
| T | 25 | °C |
| Jumlah Alat | 18 | buah |

Tabel A.3 Penjadwalan *Fermentation Tank* (R-440)

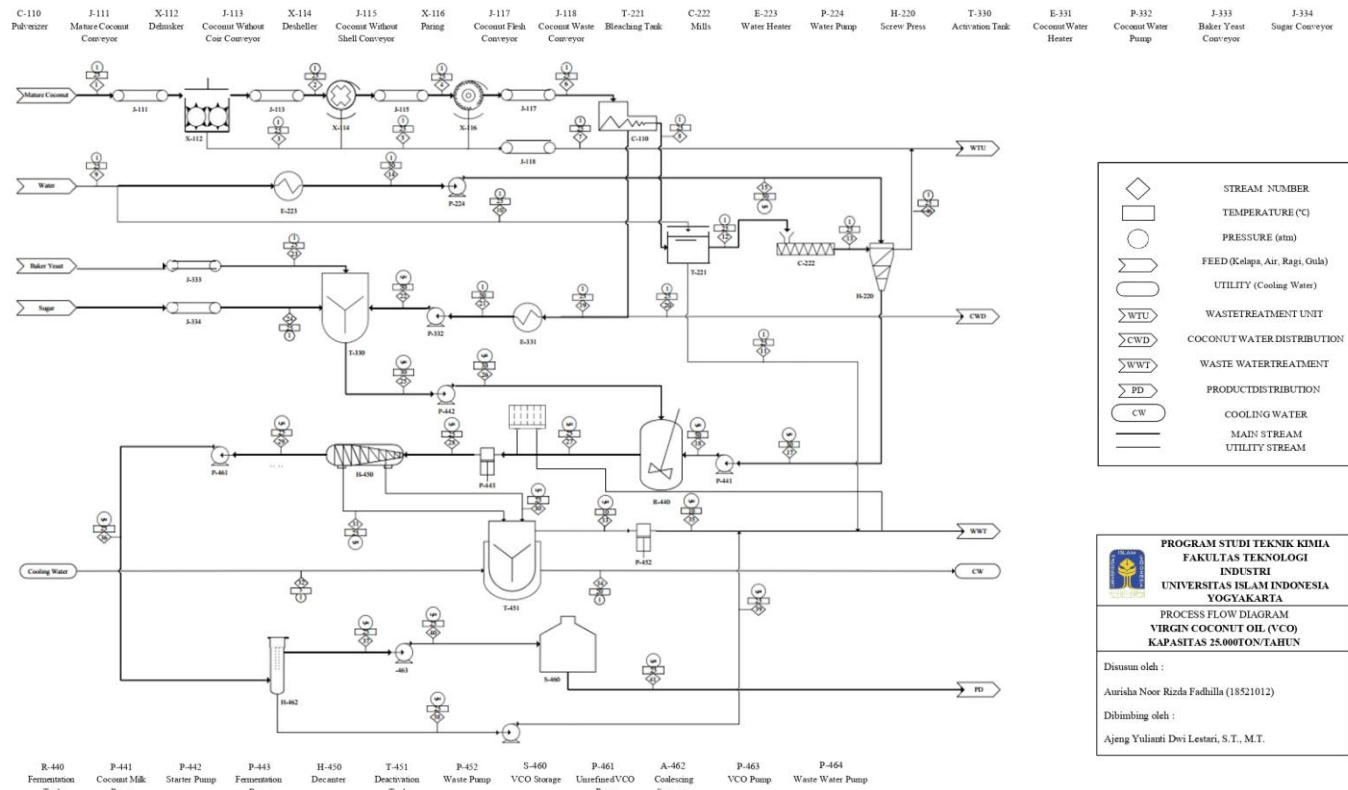
| Reaktor | Waktu (Jam) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-------------|------|------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 | 52 | 56 | 60 | 64 | 68 | 72 | 76 | 80 | 84 | 88 | 92 | 96 | 100 |
| 1 | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red |
| 2 | | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red |
| 3 | | | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red |
| 4 | | | | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue |
| 5 | | | | | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow |
| 6 | | | | | | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red |
| 7 | | | | | | | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red |
| 8 | | | | | | | | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red |
| 9 | | | | | | | | | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red |
| 10 | | | | | | | | | | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red |
| 11 | | | | | | | | | | | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue |
| 12 | | | | | | | | | | | | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow |
| 13 | | | | | | | | | | | | | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red | Red |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red | Red | Red |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red | Red |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue | Red |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow | Blue |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | Blue | Red | Red | Red | Red | Red | Red | Yellow |

| Keterangan : | |
|--------------|-------------------------|
| | = Proses Fermentasi |
| | = Proses Pengosongan |
| | = Proses dan Pengadukan |

LAMPIRAN B

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PRARANCANGAN PABRIK VIRGIN COCONUT OIL (VCO) MENGGUNAKAN RAGI ROTI PADA KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN



| Komponen/Arus | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|--------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|
| Temperature (°C) | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 50 | 50 | 25 | 50 | 50 | 25 | 25 | 50 | 50 | 25 | 25 | 30 | 30 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | |
| Pressure (atm) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.01 | 1 | 1.01 | 1.02 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.01 | 1.02 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1 | 1.03 | 1.04 | 1 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.04 | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 1.05 |
| Sabut (kg/jam) | 12821.29 | 0.00 | 12821.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Tempurung (kg/jam) | 4395.87 | 4395.87 | 0.00 | 0.00 | 4395.87 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Air Kelapa (kg/jam) | 8978.50 | 8978.50 | 0.00 | 0.00 | 8978.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Kulit Air Kelapa (kg/jam) | 380.69 | 380.69 | 0.00 | 0.00 | 380.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Protein (kg/jam) | 452.52 | 452.52 | 0.00 | 0.00 | 452.52 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 452.52 | 452.52 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 452.52 | 0.00 | 452.52 | 452.52 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Mineral (Abu) (kg/jam) | 100.56 | 100.56 | 0.00 | 0.00 | 100.56 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.56 | 100.56 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.56 | 100.56 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.56 | 100.56 | 0.00 | 87.98 | 12.58 | 0.00 | 100.56 | 100.56 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Karbohidrat (kg/jam) | 1307.27 | 1307.27 | 0.00 | 0.00 | 1307.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1307.27 | 1307.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1307.27 | 1307.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1307.27 | 1307.27 | 0.00 | 1307.27 | 1307.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Trigliserida (kg/jam) | 4183.26 | 4183.26 | 0.00 | 0.00 | 4183.26 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4183.26 | 4183.26 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4183.26 | 4183.26 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 836.71 | 836.71 | 0.00 | 832.61 | 4.10 | 0.00 | 836.71 | 836.71 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| H ₂ O (kg/jam) | 3650.30 | 3650.30 | 0.00 | 0.00 | 3650.30 | 0.00 | 0.00 | 3650.30 | 362.01 | 10055.92 | 10055.92 | 3650.30 | 3650.30 | 362.01 | 362.01 | 0.00 | 4012.31 | 4012.31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 31.37 | 3684.01 | 26.96 | 0.00 | 3710.96 | 3710.96 | 0.00 | 31.37 | 0.00 | 31.37 | 31.37 | 0.00 | |
| Serat (kg/jam) | 362.01 | 362.01 | 0.00 | 0.00 | 362.01 | 0.00 | 0.00 | 362.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 362.01 | 362.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 362.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| Glycerol (kg/jam) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 459.96 | 459.96 | 0.00 | 459.96 | 0.00 | 0.00 | 459.96 | 459.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| Polipeptida (kg/jam) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| Baker Yeast (kg/jam) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Gula (kg/jam) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Total (kg/jam) | 36632.27 | 12821.97 | 12821.29 | 19415.10 | 4395.87 | 19034.41 | 380.69 | 10055.92 | 362.01 | 10055.92 | 10055.92 | 10055.92 | 10055.92 | 362.01 | 362.01 | 362.01 | 10055.92 | 10055.92 | 1127.34 | 7851.15 | 1127.34 | 1127.34 | 22.55 | 67.64 | 67.64 | 1217.53 | 1217.53 | 11273.45 | 11273.45 | 3137.31 | 7589.36 | 546.78 | 0.00 | 8136.14 | 8136.14 | 0.00 | 3137.31 | 3105.93 | 31.37 | 3137.31 | 3105.93 | 3105.93 |