



**TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803**

**MINYAK GORENG SEHAT DARI CRUDE CALOPHYLLUM  
INOPHYLLUM OIL(CCIO) DENGAN METODE *BATCHWISE  
SOLVENT EXTRACTION - MICROWAVE ASSISTED  
EXTRACTION***

**Oleh :**

**Aang Firmansyah M  
NRP. 02211640000116**

**M. Yusril Izhar Noer  
NRP. 02211640000166**

**Dosen Pembimbing :**

**Hakun Wirawasista Aparamarta, ST, M.MT, PhD  
NIP. 1978 09 222008 12 1001**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN  
REKAYASA SISTEM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020**



**PLANT DESIGN PROJECT – TK184803**

**HEALTHY COOKING OIL FROM CRUDE  
CALOPHYLLUM INOPHYLLUM OIL(CCIO) DENGAN  
METODE *BATCHWISE SOLVENT EXTRACTION -  
MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION***

**Written by :**

**Aang Firmansyah M  
NRP. 02211640000116**

**M. Yusril Izhar Noer  
NRP. 02211640000166**

**Advisors :**

**Hakun Wirawasista Aparamarta, ST, M.MT, PhD  
NIP. 1978 09 222008 12 1001**

**DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY AND  
SYSTEM ENGINEERING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Desain Pabrik Kimia dengan judul:

**"MINYAK GORENG SEHAT DARI *CRUDE CALOPHYLLUM INOPHYLLUM OIL*  
(CCIO) DENGAN METODE *BATCHWISE SOLVENT EXTRACTION -  
MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION*"**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi S-1 Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Oleh :

**Aang Firmansyah M** 02211640000116

**M. Yusril Izhar Noer** 02211640000166

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Desain Pabrik Kimia :

1. Prof. Dr. Ir. Arief Widjaja, M. Eng

2. Dr. Yeni Rahmawati, S.T, M.T



Surabaya, 27 Februari 2020

Dosen Pembimbing



**Hakun Wirawasista Aparamarta, ST, M.MT, PhD**

NIP. 1978 09 222008 12 1001

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Teknologi Biokimia

Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS



**Prof. Dr. Ir. Arief Widjaja, M. Eng**

NIP. 1966 05 23 1991 02 1001



## INTISARI

Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) merupakan spesies tanaman *mangrove* dari famili *Calophyllaceae*. Diantara minyak biji *mangrove*, biji nyamplung memiliki kandungan minyak yang tinggi yaitu 40-73% (Singh dkk, 2010). Selain itu, Kandungan *Oleic Fatty Acid* ( $C_{18:1}$ ) pada minyak nyamplung sangat berpotensi untuk produksi minyak goreng (*diet oil*) dengan harga jual yang tinggi. Tetapi, selama ini minyak nyamplung hanya dijadikan untuk produksi biodiesel yang harga jualnya rendah. Adanya tren penggunaan *diet oil* sebagai minyak goreng akan membuat minyak goreng dari biji nyamplung mampu bersaing dengan minyak goreng lainnya. Seiring berjalannya waktu, masyarakat di masa depan tidak hanya memperhatikan faktor harga dalam membeli minyak goreng tetapi juga memperhatikan faktor kesehatan. Selain itu, permintaan *diet oil* dari pihak perhotelan juga mengalami peningkatan untuk memenuhi kebutuhan internalnya. Sehingga pembuatan pabrik minyak goreng ini diperkirakan sangat prospektif sekali di masa yang akan datang.

Ada banyak keuntungan menggunakan Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) sebagai bahan baku minyak goreng. Beberapa keuntungan tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Calophyllum inophyllum* memiliki potensi kelangsungan hidup yang tinggi di alam, masih produktif hingga 50 tahun.
2. Tidak bersaing dengan tanaman pangan.
3. Pohon-pohon yang dapat digunakan sebagai pemecah angin (*wind breaker*) di tepi pantai di mana ia bisa mengurangi abrasi, melindungi tanaman dan memberikan ekowisata dan konservasi di kawasan pesisir.

Terdapat dua tahapan utama dalam pembuatan minyak goreng dari *Crude Biji Nyamplung* (CCIO) yaitu Proses Ekstraksi dan Proses Pemurnian. Proses pemurnian menggunakan metode kombinasi *Microwave Assisted Extraction* dan *Batchwise Solvent Extraction*. Proses ini tidak memerlukan tahap yang terdapat pada proses secara kimia maupun fisika, seperti *degumming*, netralisasi, *bleaching*, dan *dewaxing*. Terdapat dua jenis solvent yang

digunakan dalam proses ini, yaitu *solvent* polar dan non-polar. Pemilihan kedua jenis *solvent* tersebut berdasarkan dari sifat polar dan non-polar yang dimiliki oleh senyawa-senyawa yang terkandung dalam *crude Calophyllum inophyllum oil*. *Solvent* non-polar melarutkan senyawa-senyawa non-polar, seperti Trigliserol (TG), sehingga dihasilkan *non-polar lipids fraction* (NPLF). Sebaliknya, *solvent* polar melarutkan senyawa-senyawa polar sehingga dihasilkan *polar lipids fraction* (PLF). TG merupakan komponen utama pada minyak goreng dan pada proses ini senyawa tersebut terkonsentrasi pada NPLF. Adapun keunggulan metode ini yaitu kondisi operasi atmosferik dan *solvent* dapat direcovery dengan mudah sehingga bisa dimanfaatkan kembali.

*Multi stage batchwise extraction* terbagi menjadi dua tahap, *single-stage extraction* dan *multis stage solvent extraction* (*batchwise solvent extraction*). Pada tahap *single-stage extraction*, *crude Calophyllum inophyllum oil* akan dipisahkan menjadi dua fraksi, polar dan non-polar. Perbandingan *solvent* polar dan non-polar yang digunakan adalah 1:3, atau 25% metanol dan 75% petroleum ether. Rasio kebutuhan *solvent* (campuran metanol dan petroleum ether) terhadap *crude calophyllum inophyllum oil* adalah 5:1. Di dalam tangki ekstraksi, *crude Calophyllum inophyllum oil* akan dicampur dengan *solvent* methanol dan petroleum ether dan setelah itu diaduk pada suhu dan tekanan ruangan. Setelah pengadukan selesai, campuran minyak dengan *solvent* akan dialirkan menuju *decanter* untuk pemisahan kedua fraksi. Senyawa non-polar terdapat pada fraksi bagian atas dan senyawa polar terdapat pada fraksi bagian bawah. Setelah pemisahan selesai, ekstrak yang berupa senyawa non-polar akan memasuki tahap selanjutnya yaitu *batchwise extraction*.

Pada tahap ini, senyawa non-polar diekstrak kembali menggunakan methanol pada suhu dan tekanan ruangan. Ekstraksi dilakukan dalam 7 tahap (*7 stages*) agar diperoleh kadar TG yang tinggi. Hasil dari ekstraksi 7 tahap tersebut berupa senyawa non-polar (yang merupakan *refined Calophyllum inophyllum oil*) dan senyawa polar yang merupakan ekstrak methanol. Dari proses

permurnian tersebut, didapatkan minyak nyamplung dengan kadar TG sebesar 98,86% dan kadar FFA 0,26%. Minyak selanjutnya dimasukkan ke dalam kolom distilasi untuk memisahkan solvent (petroleum ether) dari minyak.

Pabrik minyak goreng dari *Crude* Minyak Biji Nyamplung (CCIO) akan didirikan di Cilacap, Jawa Tengah dengan estimasi waktu mulai produksi pada tahun 2022. Pabrik ini berkapasitas 5295 ton/tahun dengan operasi selama 24 jam per hari dengan hari kerja 330 hari per tahun. Untuk mencapai produksi sebesar itu dibutuhkan bahan baku crude minyak biji nyamplung sebesar 9592 ton/tahun.

Penentuan lokasi pabrik berdasarkan pada Faktor primer dan faktor sekunder. Dengan pertimbangan faktor-faktor tersebut, maka lokasi pabrik akan dibangun di daerah Cilacap-Jawa Tengah, dengan pertimbangan dan alasan sebagai berikut:

1) Penyediaan bahan baku

Pertimbangannya adalah karena pabrik ini berbahan baku *crude nyamplung oil*, di mana di Cilacap terdapat pabrik biodiesel dan industri rumahan pengolahan biji nyamplung oleh masyarakat setempat. Sehingga bahan baku yang akan digunakan dapat terpenuhi sesuai kapasitas pabrik.

2) Pemasaran produk

Daerah Cilacap merupakan daerah yang letaknya cukup strategis karena merupakan kawasan yang mudah dijangkau Industri Indonesia, diharapkan akan memudahkan pemasaran, terutama untuk orientasi dalam negeri.

3) Sarana transportasi

Sarana transportasi cukup baik, seperti tersedianya jalan raya, bandar udara, dan pelabuhan.

4) Tenaga kerja

Ketersediaan tenaga kerja yang terampil harus diperhatikan untuk mengoperasikan peralatan pabrik. Daerah Jawa Tengah terdapat banyak tenaga kerja yang potensial dan ahli dibidang industri. Selain itu juga mengurangi tingkat pengangguran di daerah Jawa Tengah.

Sumber investasi pabrik minyak goreng dari *Crude* Minyak Biji Nyamplung (CCIO) berasal dari 30% dana pribadi dan 70% dana pinjaman dari Bank. Dengan perincian analisa ekonomi sebagai berikut:

Investasi : Rp. 59.124.282.561

*Internal Rate of Return* : 29%

POT : 3,44 tahun

BEP : 44,39 %

Sehingga dengan hasil tersebut dinilai bahwa pabrik ini layak untuk didirikan



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Kuasa sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Pra Desain Pabrik yang berjudul “**Minyak Goreng Sehat Dari *Crude Calophyllum Inophyllum Oil* (CCIO) Dengan Metode *Batchwise Solvent Extraction - Microwave Assisted Extraction*”**. Tugas Akhir ini merupakan syarat kelulusan bagi mahasiswa tahap sarjana di Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS Surabaya.

Selama penyusunan laporan ini, kami banyak mendapat bimbingan, dorongan, serta bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahu wa ta'ala yang selalu mempermudah kami agar dapat menyelesaikan tugas akhir.
2. Kedua orang tua kami tercinta yang selalu mendo'akan demi kebahagiaan dan kesuksesan anaknya.
3. Bapak Hakun Wirawasista Aparamarta, S.T., M.MT, Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikirannya untuk memberikan bimbingan kepada kami.
4. Dr. Widiyastuti, S.T., M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS Surabaya.
5. Ibu Dr. Lailatul Qadariyah, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS Surabaya.
6. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia.
7. Rekan-rekan mahasiswa Laboratorium Teknologi Biokimia Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS,
8. Mahasiswa Teknik Kimia angkatan 2016, dan semua pihak yang memberikan dukungan moril dan partisipasinya baik langsung maupun tidak langsung untuk terselenggaranya laporan ini.

Kami menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini, yang membutuhkan saran yang konstruktif demi penyempurnaannya.

Surabaya, 10 Januari 2020

Penyusun

## DAFTAR ISI

INTISARI.....	i
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
BAB 1 LATAR BELAKANG.....	1
BAB 2 BASIS DESAIN DATA .....	7
2.1 Kapasitas .....	7
2.2 Lokasi.....	9
2.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk .....	14
2.3.1 Bahan Baku Utama (Crude Biji Nyamplung).....	14
2.3.2 Produk .....	15
BAB 3 SELEKSI DAN URAIAN PROSES .....	19
3.1 Jenis-Jenis Proses.....	19
3.1.1 Proses Pembutan Minyak Goreng Nyamplung Secara Umum .....	19
3.1.2 Proses Ekstraksi .....	19
3.1.3 Proses Pemurnian.....	21
3.2.1 Pemilihan Proses Ekstraksi .....	22
BAB 4 NERACA MASSA DAN ENERGI .....	25
4.1 Neraca Massa.....	25
4.2 Neraca Energi .....	50
BAB 5 SPESIFIKASI ALAT .....	55

BAB 6 ANALISA EKONOMI.....	85
6.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia .....	85
6.1.1 Bentuk Badan Perusahaan.....	85
6.1.2. Sistem Organisasi Perusahaan.....	85
6.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan.....	89
6.1.4 Perincian Jumlah Tenaga Kerja.....	91
6.1.5 Status Karyawan dan Pengupahan.....	93
6.2 Utilitas.....	96
6.2.1 Unit Pengolahan Air.....	96
6.2.2 Unit Penyediaan <i>Steam</i> .....	97
6.2.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik .....	97
6.2.4 Unit Bahan Bakar .....	97
6.2.5 Unit Penanganan Limbah .....	97
6.3 Analisa Ekonomi.....	98
6.3.1 Laju Pengembalian Modal ( <i>Internal Rate of Return / IRR</i> ) .....	98
6.3.2 Waktu Pengembalian Modal ( <i>Payout Period / POT</i> ) .....	98
6.3.3 Titik Impas ( Break Even Point / BEP ) .....	98
BAB 7 KESIMPULAN .....	101
DAFTAR PUSTAKA .....	103

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Pola Konsumsi Minyak Goreng Sawit di Indonesia .....	2
Tabel 2.1 Data Impor Minyak Zaitun.....	7
Tabel 2.2 Potensi Budidaya Nyamplung Di Indonesia.....	10
Tabel 2.3 Komposisi Asam Lemak pada Minyak Nyamplung....	14
Tabel 2.4 Syarat Mutu Minyak Goreng.....	16
Tabel 2.5 Komposisi Minyak Nyamplung dan Minyak Zaitun...	17
Tabel 3.1 Seleksi Proses Ekstraksi.....	22
Tabel 4.1 Neraca Massa Ekstraksi di Microwave.....	25
Tabel 4.2 Fraksi Massa Ekstraksi di Microwave.....	26
Tabel 4.3 Neraca Massa Decanter Microwave.....	26
Tabel 4.4 Fraksi Massa Decanter Microwave.....	27
Tabel 4.5 Neraca Massa Ekstraktor stage I.....	28
Tabel 4.6 Fraksi Massa Ekstraktor stage I.....	28
Tabel 4.7 Neraca Massa Decanter Stage I.....	29
Tabel 4.8 Fraksi Massa Decanter Stage I.....	29
Tabel 4.9 Neraca Massa Ekstraktor Stage II.....	30
Tabel 4.10 Fraksi Massa Ekstraktor stage I.....	30
Tabel 4.11 Neraca Massa Decanter Stage II.....	31
Tabel 4.12 Fraksi Massa Decanter Stage II.....	31
Tabel 4.13 Neraca Massa Ekstraktor Stage III.....	32
Tabel 4.14 Fraksi Massa Ekstraktor Stage III.....	32
Tabel 4.15 Neraca Massa Decanter Stage III.....	33
Tabel 4.16 Fraksi Massa Decanter Stage III.....	33
Tabel 4.17 Neraca Massa Ekstraktor Stage IV.....	34
Tabel 4.18 Fraksi Massa Ekstraktor Stage IV.....	34
Tabel 4.19 Neraca Massa Decanter Stage IV.....	35
Tabel 4.20 Fraksi Massa Decanter Stage IV.....	35
Tabel 4.21 Neraca Massa Ekstraktor stage V.....	36
Tabel 4.22 Fraksi Massa Ekstraktor stage V.....	36
Tabel 4.23 Neraca Massa Decanter Stage V.....	37
Tabel 4.24 Fraksi Massa Decanter Stage V.....	37
Tabel 4.25 Neraca Massa Ekstraktor Stage VI.....	38
Tabel 4.26 Fraksi Massa Ekstraktor stage VI.....	38
Tabel 4.27 Neraca Massa Decanter Stage VI.....	39

Tabel 4.28 Fraksi Massa Decanter Stage VI.....	39
Tabel 4.29 Neraca Massa Ekstraktor Stage VII.....	40
Tabel 4.30 Fraksi Massa Ekstraktor Stage VII.....	40
Tabel 4.31 Neraca Massa Decanter Stage VII.....	41
Tabel 4.32 Fraksi Massa Decanter Stage VII.....	41
Tabel 4.33 Neraca Massa Kolom Destilasi NPLF.....	42
Tabel 4.34 Fraksi Massa Kolom Destilasi NPLF.....	42
Tabel 4.35 Neraca Massa Reboiler Destilasi NPLF.....	43
Tabel 4.36 Fraksi Massa Reboiler Destilasi NPLF.....	44
Tabel 4.37 Neraca Massa Reflux Destilasi NPLF.....	44
Tabel 4.38 Fraksi Massa Reflux Destilasi NPLF.....	45
Tabel 4.39 Neraca Massa Storage PLF.....	45
Tabel 4.40 Fraksi Massa Storage PLF.....	46
Tabel 4.41 Neraca Massa Kolom Destilasi PLF.....	46
Tabel 4.42 Fraksi Massa Kolom Destilasi PLF.....	47
Tabel 4.43 Neraca Massa Reboiler Destilasi PLF.....	47
Tabel 4.44 Fraksi Massa Reboiler Destilasi PLF.....	48
Tabel 4.45 Neraca Massa Reflux Destilasi PLF.....	49
Tabel 4.46 Fraksi Massa Reflux Destilasi PLF.....	49
Tabel 4.47 Neraca Energi Microwave Extraction.....	50
Tabel 4.48 Neraca Energi HE NPLF.....	51
Tabel 4.49 Neraca Energi Kolom Destilasi NPLF.....	52
Tabel 4.50 Neraca Energi HE PLF.....	52
Tabel 4.51 Neraca Energi Kolom Destilasi PLF.....	53
Tabel 5.1 Pompa <i>Crude</i> Nyamplung (L-111).....	55
Tabel 5.2 Storage Tank <i>Crude</i> Nyamplung (F-111).....	55
Tabel 5.3 Pompa Methanol (L-112).....	56
Tabel 5.4 Storage Methanol (F-112).....	56
Tabel 5.5 Pompa Petroleum Eter (L-113).....	57
Tabel 5.6 Storage Petroleum Eter (F-113).....	57
Tabel 5.7 Pompa <i>Crude</i> Nyamplung ke Microwave (L-114).....	58
Tabel 5.8 Pompa Petroleum Eter ke Microwave (L-115).....	58
Tabel 5.9 Pompa Methanol ke Microwave (L-116).....	59
Tabel 5.10 Microwave (Q-110).....	59
Tabel 5.11 Kondensor Microwave (E-117).....	60

Tabel 5.12 Decanter Microwave (H-118) .....	60
Tabel 5.13 <i>Storage</i> Produk Microwave (F-114) .....	61
Tabel 5.14 Ekstraktor Stage I (M-210A) .....	62
Tabel 5.15 Ekstraktor Stage II (M-210B) .....	63
Tabel 5.16 Ekstraktor Stage III (M-210C) .....	63
Tabel 5.17 Ekstraktor Stage IV (M-210D) .....	64
Tabel 5.18 Ekstraktor Stage V (M-210E) .....	65
Tabel 5.19 Ekstraktor Stage VI-VII (M-210F-G) .....	66
Tabel 5.20 Decanter Stage I (H-220A) .....	66
Tabel 5.21 Decanter Stage II (H-220B) .....	67
Tabel 5.22 Decanter Stage III (H-220C) .....	68
Tabel 5.23 Decanter Stage IV (H-220D) .....	68
Tabel 5.24 Decanter Stage V (H-220E) .....	69
Tabel 5.25 Decanter Stage VI-VII (H-220F-G) .....	70
Tabel 5.26 Centrifugal Pump Batchwise Stage I (L-221A) .....	70
Tabel 5.27 Centrifugal Pump Batchwise Stage II (L-221B) .....	71
Tabel 5.28 Centrifugal Pump Batchwise Stage III (L-221C) .....	71
Tabel 5.29 Centrifugal Pump Batchwise Stage IV (L-221D) .....	72
Tabel 5.30 Centrifugal Pump Batchwise Stage V (L-221E) .....	72
Tabel 5.31 Centrifugal Pump Batchwise Stage VI-VII (L-221F-G) .....	73
Tabel 5.32 Pompa Umpan Kolom Destilasi (L-311) .....	73
Tabel 5.33 HE NPLF (E-312) .....	74
Tabel 5.34 Kolom Destilasi NPLF (D-310) .....	74
Tabel 5.35 Kondensor Destilasi NPLF (E-314) .....	76
Tabel 5.36 Reboiler Destilasi NPLF (E-313) .....	76
Tabel 5.37 Pompa NPLF ke Storage NPLF (L-315) .....	77
Tabel 5.38 Storage NPLF (F-316) .....	77
Tabel 5.39 Pompa PE ke Storage PE (L-317) .....	78
Tabel 5.40 Pompa Umpan Kolom Distilasi PLF (L-321) .....	78
Tabel 5.41 HE PLF (E-322) .....	79
Tabel 5.42 Kondensor Destilasi NPLF (E-314) .....	80
Tabel 5.43 Kondensor Destilasi PLF (E-323) .....	81
Tabel 5.44 Reboiler Destilasi PLF (E-324) .....	81
Tabel 5.45 Pompa PLF ke Storage PLF (L-325) .....	82

Tabel 5.46 PLF Storage Tank (L-326) .....	83
Tabel 5.47 Pompa Metanol ke Storage Metanol (L-327) .....	83
Tabel 6.1 Perincian Jumlah dan Gaji Karyawan .....	96



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Wilayah Provinsi Jawa Tengah.....	13
Gambar 2. 2 Peta Kabupaten Cilacap .....	13
Gambar 2. 3 Struktur Trigliserida .....	16
Gambar 2. 4 Struktur Asam Linoleat .....	17
Gambar 2. 5 Struktur Asam Oleat .....	18
Gambar 3. 1 Seleksi Proses.....	22
Gambar 3. 2 Hasil Seleksi Proses Menggunakan Aplikasi <i>Expert Choice</i> .....	23
Gambar 6. 1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	87
Gambar 6. 2 Kebutuhan pekerja operator untuk industri kimia ..	92
Gambar 6. 3 Grafik <i>Break Event Point</i> pada Pabrik Minyak Goreng dari Crude Nyamplung Oil.....	99



## **BAB 1**

### **LATAR BELAKANG**

Semakin bertambahnya jumlah populasi penduduk dunia, beriringan dengan meningkatnya jenis kebutuhan manusia. Dengan jumlah penduduk yang semakin meningkat membuat segala kebutuhan di produksi secara praktis tanpa mempertimbangkan kondisi konsumen dalam jangka panjang. Hal tersebut dibuktikan dengan produk yang berkaitan dengan kebutuhan pangan yang di perjual-belikan di pasaran sedikit sekali manfaatnya, dan jika di konsumsi secara terus-menerus akan memberikan efek yang buruk bagi manusia, khususnya pada kesehatan tubuh manusia. Studi yang dilakukan oleh global burden of disease yang berkoordinasi dengan Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) dari University of Washington, Seattle, dengan melibatkan lebih dari 2.500 kolaborator dari 130 negara dan wilayah, termasuk Indonesia, serta 13 miliar data. Pada tahun 2016, sebanyak 54,7 juta orang meninggal di seluruh dunia. Dari jumlah itu, hampir tiga perempatnya (72,3 persen) berasal dari penyakit tidak menular seperti jantung, stroke, dan kanker (Lutfy, 2017). Menurut data Globocan tahun 2018, terdapat 18,1 juta angka kejadian kanker, sebanyak 9,6 juta jiwa terenggut nyawanya karena penyakit ini. Untuk Indonesia, angka kejadian kanker sebesar 136 per 100 ribu penduduk. Angka ini menempatkan Indonesia di urutan ke-8 di Asia Tenggara dan ke-23 Asia untuk angka kejadian kanker terbanyak. Berdasarkan data Riskesdas tahun 2018, prevalensi kanker tertinggi berada di provinsi DI Yogyakarta 4,86 per 1000 penduduk, diikuti Sumatera Barat 2,4779 per 1000 penduduk dan Gorontalo 2,44 per 1000 penduduk (<http://www.depkes.go.id>).

Penyakit kanker disebabkan oleh berbagai faktor, namun yang paling sering menjadi penyebabnya ialah faktor kerusakan struktur DNA serta struktur molekular lainnya oleh *reactive oxygen species* (ROS). Peningkatan kadar ROS bisa dipicu oleh polutan, kebiasaan merokok, penggunaan obat-obatan (acetaminofen, bleomycin), proses radiasi, protein dan lipid yang

teroksidasi, serta perubahan jalur signal transduksi (Pranyandari, 2017).

Bila dianalisa lebih lanjut, kesehatan pada tubuh manusia erat kaitannya dengan pola konsumsi makanan. Pola konsumsi makanan di masyarakat yang kurang dijaga dan menghiraukan dampak yang terjadi pada kesehatan tubuhnya membuat tingginya angka kematian manusia yang diakibatkan oleh penyakit yang menyerang tubuh manusia, jika dilihat dari pola konsumsi manusia salah satu penyebab penyakit kanker adalah konsumsi minyak goreng. Alasan mengapa mengkonsumsi minyak goreng mampu menyebabkan kanker karena paparan oksigen dan proses pemanasan dapat mempercepat terjadinya oksidasi minyak goreng membentuk peroksida, seterusnya menjadi aldehid dan komponen radikal bebas yang berpengaruh terhadap pertumbuhan sel kanker (Manurung, 2018). Minyak goreng merupakan kebutuhan dasar bagi manusia, dan karena itu dalam keseharian minyak berfungsi sebagai penghantar panas dan penambah cita rasa gurih. Minyak goreng dapat diproduksi dari berbagai bahan mentah, misalnya kelapa, kelapa sawit, kopra, kedelai, biji jagung, biji bunga matahari, zaitun, dan lain-lain. Minyak goreng mengandung asam lemak esensial atau asam lemak tak jenuh jamak yang dapat mengalami kerusakan bila teroksidasi oleh udara dan suhu tinggi, demikian pula beta karoten yang terkandung dalam minyak goreng juga akan mengalami kerusakan. Karena di Indonesia minyak goreng yang dipasarkan lebih banyak berbahan baku kelapa sawit, berikut data konsumsi masyarakat indonesia akan minyak goreng sawit.

**Tabel 1. 1** Pola Konsumsi Minyak Goreng Sawit di Indonesia

Uraian	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Penyediaan Minyak Goreng Sawit	4.633.770	4.721.439	4.127.166	2.948.906	6.851.889	5.487.646

Konsumsi Rumah Tangga	1.904.378	1.848.037	2.001.454	2.336.835	2.523.544	2.511.126
Jumlah Penduduk (Jiwa)	245.425.200	248.818.100	252.164.800	255.461.700	258.705.000	261.890.900
Tingkat konsumsi liter/kapita/tahun	9,33	8,92	9,60	11,21	11,68	11,58

(Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian)

Dari Tabel 1.1 terlihat bahwa tingkat konsumsi minyak goreng sawit di Indonesia tiap tahunnya mengalami peningkatan. Dengan peningkatan konsumsi minyak goreng akan berdampak juga pada naiknya penderita kanker, sehingga perlu adanya minyak goreng yang memiliki kandungan untuk mencegah terjadinya kanker. Beberapa kandungan pencegah kanker ditemukan pada beberapa bahan baku selain kelapa sawit yang mana kandungannya melimpah yang mampu mencegah timbulnya kanker. Dengan tingginya resiko kanker, mengharuskan adanya pencegahan sedini mungkin. Pencegahan paling awal yang dapat dilakukan ialah dengan memperbaiki pola konsumsi makanan. Hal tersebut dapat mendorong masyarakat mengubah konsumsi minyak goreng sawit beralih ke minyak goreng nonsawit.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS 2018), volume impor minyak nabati nonsawit sepanjang Januari-September 2018 menembus 36.472 ton dengan nilai kontrak sejumlah US\$ 40,4 juta. Hal ini menunjukkan kenaikan konsumsi minyak nabati nonsawit yang semakin meningkat di Indonesia. Salah satu minyak yang banyak digemari masyarakat Indonesia adalah minyak zaitun, karena dipercaya baik untuk kesehatan. Berbagai penelitian terus dilakukan untuk menemukan teknologi baru khususnya antioksidan yang didapat dalam bahan makanan

sehari-hari. Minyak zaitun menjadi salah satu antioksidan eksogen yang memiliki banyak manfaat. Antioksidan telah dipakai sejak lama untuk pencegahan kanker. Antioksidan golongan *polyphenol* merupakan suatu golongan yang komponen penyusunnya bersifat lebih stabil sehingga sering digunakan dalam pencegahan kanker. Minyak zaitun terdiri dari 2 komponen utama yaitu asam oleat dan asam palmitat serta beberapa asam lemak, sterol (*phytosterol* dan *tocosterol*). Minyak zaitun juga mengandung produk-produk alami yang memiliki sifat antioksidan seperti *oleocanthal* dan *oleuropein*, yang menyebabkan rasa pahit jika di konsumsi. Efek lain yang dimiliki adalah sebagai antiinflamasi, antitrombosis, antihipertensif, serta antikanker yang dapat menghambat pertumbuhan sel-sel leukimia, kanker payudara, serta kanker kolon (Pranyandari, 2018).

Walaupun termasuk dalam kategori minyak yang menyehatkan, minyak zaitun kurang populer di masyarakat Indonesia kalangan ekonomi menengah kebawah. Hal tersebut dikarenakan harga minyak zaitun yang tergolong mahal karena minyak zaitun merupakan produk impor, sehingga pasar yang dijangkau hanya kalangan menengah ke atas. Karena itu diperlukan suatu produk minyak nabati yang dapat menggantikan minyak zaitun. Minyak nyamplung menjadi alternative terbaik yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan minyak sehat di Indonesia.

Minyak nyamplung tersusun oleh lima jenis asam lemak utama yaitu asam palmitate, asam stearate, asam oleat, asam linolenic, dan asam linoleat (Aparamarta, 2017). Total keseluruhan dari empat jenis asam lemak utama tersebut mencapai 97%. Selain itu Indonesia memiliki potensi 800 ribu ha lahan yang bisa ditanami nyamplung di wilayah dengan ketinggian 0-200 meter. Tanaman ini dipilih sebagai sumber energi biofuel karena bijinya mengandung rendemen minyak tinggi. Satu kilogram biji kering nyamplung mengandung hampir 40-73 persen minyak (Atabani, 2013). Dengan kandungan yang mirip dengan minyak zaitun dan ketersediaan yang melimpah di Indonesia menjadikan alasan dan dasar dalam tugas desain pabrik yang berjudul "Pra Desain Pabrik

Minyak Goreng sehat dari *Crude Callophylum Innophyllum Oil*  
dengan Metode Kombinasi BSE-MAE” .

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



## BAB 2 BASIS DESAIN DATA

### 2.1 Kapasitas

Kapasitas produksi pabrik ditetapkan setelah mengetahui peluang kapasitas yang jumlahnya ditentukan dari hasil analisa pasar dan ketersediaan bahan baku. Analisa pasar menyangkut nilai ekspor, impor, produksi dan konsumsi produk dari tahun ke tahun. Untuk menentukan nilai peredaran suatu produk di tahun tertentu (tahun yang diperkirakan pabrik akan berdiri), perlu dihitung presentase pertumbuhan rata-rata tiap tahun dari masing-masing sektor ekspor, impor, produksi dan konsumsi. Karena pabrik yang akan didirikan menghasilkan sebuah produk minyak goreng sehat yang akan bersaing dengan minyak goreng zaitun yang di impor maka peluang kapasitas produksi dilihat dari kondisi minyak zaitun di indonesia karena minyak goreng zaitun di indonesia belum ada produksi dan ekspor dari minyak zaitun maka data impor minyak zaitun dijadikan acuan untuk menentukan kapasitasnya, sehingga dapat mengurangi jumlah impor dari minyak zaitun. Dalam menentukan pertumbuhannya menggunakan persamaan :

$$\bar{p}_n = \left( \frac{P_n - P_{n-1}}{P_n} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

$\bar{p}_n$  = Pertumbuhan produksi minyak goreng pada tahun ke – n (%)

$P_n$  = Produksi minyak goreng pada tahun ke – n

$P_{n-1}$  = Produksi minyak goreng pada tahun sebelumnya, n-1

Persentase pertumbuhan impor minyak zaitun di Indonesia tertera dalam tabel 2.1

**Tabel 2. 1** Data Impor Minyak Zaitun (ton)

Tahun	Impor (ton)	Pertumbuhan(%)
2014	1.856	10,61%
2015	2.077	20,55%

2016	2.614	
		-7,62%
2017	2.429	
		21,67%
2018	3.100	
Rata-rata		11,30%

*Sumber: Badan Pusat Statistika (BPS) Indonesia*

Berdasarkan tabel 2.1 diketahui kondisi impor minyak zaitun pada tahun 2014-2018, di tahun 2017 mengalami penurunan impor lalu ditahun 2018 mengalami peningkatan impor yang signifikan. Karena di indonesia masih belum ada kegiatan produksi dan ekspor terhadap minyak zaitun maka hanya dihitung kegiatan impor. Dari data diatas dapat dihitung perkiraan impor saat tahun 2023 dengan menggunakan persamaan menurut Max S. Peters dan Klaus D. Timmerhaus (1991) dalam buku *Plant Design and Economics for Chemical Engineering* seperti berikut:

$$F = P (1 + i)^n$$

Keterangan:

F = Jumlah produk pada tahun 2023

P = Jumlah produk pada tahun 2018

i = Pertumbuhan rata-rata komoditi pada tahun 2014 – 2018

n = Selang waktu dari tahun 2018 – 2023

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat diprediksi kapasitas produksi kebutuhan impor pada tahun 2023. Didapatkan perhitungan sebesar 5.295 ton kegiatan impor yang akan terjadi di tahun 2023. Karena minyak zaitun selama ini di impor dari luar negeri, sehingga tujuan pendirian pabrik bisa memenuhi kebutuhan minyak zaitun yang sebelumnya di impor dari luar negeri, karena dalam penentuan kapasitas pabrik juga mempertimbangkan ketersediaan bahan baku, maka kapasitas pabrik minyak goreng dari nyamplung diambil seluruh kebutuhan impor minyak zaitun yaitu sebesar 5.295 ton.

Karena pabrik minyak goreng berbahan baku nyamplung tergolong baru maka berdirinya pabrik ini bisa membantu mengurangi jumlah impor minyak goreng nabati non sawit khususnya minyak goreng zaitun yang semakin tahun semakin bertambah sekaligus untuk mengajak masyarakat beralih ke gaya hidup sehat.

## **2.2 Lokasi**

Lokasi pabrik merupakan salah satu faktor yang berkaitan dengan efisiensi perusahaan dari segi ekonomis serta kelancaran operasional pabrik. Agar lokasi pabrik yang ditetapkan sesuai dan menguntungkan, dalam seleksi pemilihan lokasi terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan. Idealnya lokasi pabrik ini dapat memberikan kemungkinan-kemungkinan perluasan pabrik dan memberikan keuntungan untuk jangka panjang. Adapun faktor-faktor yang mendasari dalam pemilihan pabrik meliputi:

- Faktor primer

Faktor primer secara tidak langsung mempengaruhi tujuan utama dari pendirian suatu pabrik. Tinjauan ini meliputi kelancaran proses produksi dan distribusi produk yang dibutuhkan konsumen pada tingkat harga yang terjangkau dan masih dapat memperoleh keuntungan. Yang termasuk faktor-faktor primer tersebut antara lain:

- a. Letak pabrik terhadap pasar
- b. Letak pabrik terhadap bahan baku
- c. Tersedianya sarana dan prasarana yang meliputi: listrik, air, dan jalan raya (transportasi)
- d. Tersedianya tenaga kerja

- Faktor sekunder

Disamping faktor primer, penempatan lokasi pabrik harus juga memperhatikan aspek-aspek sekunder. Adapun faktor sekunder yang perlu diperhatikan adalah:

- a. Harga tanah dikaitkan dengan rencana dimasa yang akan datang
- b. Kemungkinan perluasan pabrik
- c. Peraturan daerah setempat

- d. Keadaan masyarakat daerah
- e. Iklim
- f. Keadaan tanah untuk rencana pondasi bangunan
- g. Adanya pemukiman penduduk

**Tabel 2. 2** Potensi budidaya nyamplung di Indonesia  
Luas Lahan Potensial Budidaya  
Nyamplung (ha)

No	Wilayah	Tanaman Nyamplung	Tanah Kosong	Total
1	Bali dan Nusa Tenggara	15.700	4.700	20.400
2	Irian Jaya Barat	2.800	34.900	62.900
3	Jawa	2.200	3.400	5.600
4	Kalimantan	10.100	19.200	29.300
5	Maluku	8.400	9.700	18.100
6	Papua	79.800	16.400	96.200
7	Sulawesi	3.100	9.900	13.000
8	Sumatera	7.400	16.800	24.200
	Total	177.100	107.100	284.400

(sumber : Balitbang Kehutanan 2008)

Dari tabel 2.2 persebaran tanaman nyamplung diketahui tersebar merata di beberapa pulau di Indonesia, berikut perhitungan jumlah lahan yang tersedia maka dapat diperkirakan jumlah biji nyamplung di Jawa sebagai berikut :

1 ha = 200 pohon

1 pohon nyamplung dapat menghasilkan = 50 kg biji nyamplung

1 ha = 10.000 kg biji nyamplung

(Marthias Dawi, 2008)

Dengan jumlah lahan yang tersedia di Jawa maka didapat data biji nyamplung yang tersedia sebagai berikut :

2.200 ha + 3.400 ha = 5.600 ha

5.600 ha x 200 pohon = 1.120.000 pohon

1.120.000 x 50 kg = 56.000.000 kg biji nyamplung

Sehingga dengan mempertimbangkan faktor-faktor diatas, maka lokasi pabrik akan dibangun di pulau Jawa daerah Cilacap Jawa Tengah, pemilihan daerah di Jawa mampu mengakomodir seluruh bahan baku serta beberapa pertimbangan dan alasan sebagai berikut :

1. Ketersediaan bahan baku

Dalam meminimalkan biaya produksinya, pabrik perlu menempatkan lokasinya dekat dengan bahan baku. Karena sebagian besar dari tingginya biaya produksi suatu pabrik terletak pada biaya-biaya yang berhubungan dengan biaya bahan baku. Untuk industri yang akan dibangun berbahan baku crude minyak biji nyamplung, maka penempatan lokasi di Cilacap sangat cocok karena disana terdapat pabrik biodiesel dan pabrik crude minyak biji nyamplung. Dan untuk kebutuhan dari crude minyak biji nyamplung dapat terpenuhi dari produksi nyamplung di Jawa karena luas tanah tanaman nyamplung di pulau Jawa cukup luas.

2. Pemasaran Produk

Lokasi pemasaran akan sangat mempengaruhi harga produk dan biaya transportasi. Daerah Cilacap bisa dibilang sangat strategis karena berdekatan dengan kota-kota besar, karena target pasar dari produk yang akan dihasilkan adalah semua kalangan masyarakat dan hotel bintang 4-5, maka Cilacap sangat strategis untuk dijadikan lokasi pembangunan pabrik.

3. Ketersediaan Utilitas

Selain ketersediaan bahan baku yang merupakan kebutuhan utama pabrik, terdapat pula kebutuhan penunjang yaitu air dan listrik sebagai bagian dari kebutuhan utilitas pabrik. Kabupaten Cilacap dilewati sungai Serayu yang melewati 5 kabupaten di pulau Jawa yang mana airnya digunakan sebagai air proses, air pendingin, dan air sanitasi. Untuk kebutuhan listrik dapat memanfaatkan listrik PLN milik pemerintah maupun swasta yang ada di wilayah Cilacap.

4. Transportasi

Sarana transportasi akan sangat mempengaruhi proses produksi dalam mobilisasi bahan baku dan produk. Jenis dan

jumlah produk dan bahan baku akan menentukan jenis fasilitas transportasi yang paling cocok. Jenis transportasi yang umum digunakan untuk aktivitas logistik suatu industri yaitu truk container, kapal, dan kereta api, oleh karena itu akan sangat fleksible dalam mobilisasinya apabila suatu pabrik memiliki akses ke tiga jenis transportasi tersebut. Dan di daerah Cilacap memiliki ketiga sarana transportasi tersebut karena sudah terdapat jalan besar/ Jalan tol, Pelabuhan Tanjung Intan dan beberapa Stasiun Kereta Api.

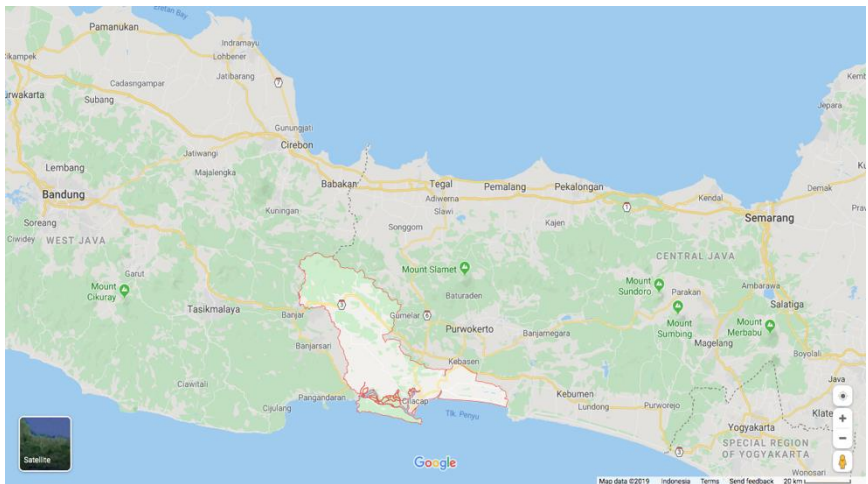
#### 5. Tenaga Kerja

Ketersediaan tenaga kerja yang terampil harus diperhatikan untuk mengoperasikan peralatan pabrik. Daerah Jawa Tengah terdapat banyak tenaga kerja yang potensial dan ahli dibidang industri. Selain itu juga mengurangi tingkat pengangguran di daerah Jawa Tengah.

#### 6. Perizinan dari pemerintah

Lokasi pendirian pabrik yang berada di Cilacap, Jawa Tengah merupakan lokasi dimana beberapa pabrik sudah lebih dulu didirikan. Hal ini menunjukkan bahwa area ini termasuk area industri sehingga dapat dipastikan akan mudah untuk mendapatkan perizinan pemerintah untuk mendirikan pabrik baru di area tersebut. Dan daerah Cilacap oleh pemerintah telah ditetapkan sebagai daerah budidaya tanaman nyamplung, sehingga sangat memungkinkan sekali jika daerah ini menjadi kawasan industri minyak goreng dari biji nyamplung.

## Peta Daerah Cilacap dan Provinsi Jawa Tengah



**Gambar 2. 2** Peta Wilayah Provinsi Jawa Tengah



**Gambar 2. 1** Peta Kabupaten Cilacap

Dengan kondisi alam sebagai berikut:

- Kelembaban Udara : 65-90%
- Suhu : 21-32 °C
- Curah hujan : 2.000 meter/tahun
- Keadaan Tanah : 6-14 km/h

## 2.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk

### 2.3.1 Bahan Baku Utama (Crude Biji Nyamplung)

Tanaman nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) adalah pohon yang termasuk kedalam famili Clusiaceae. Tanaman ini memiliki persebaran habitat di Afrika Timur, India, Asia Tenggara, Australia dan Pasifik Selatan. Tanaman ini tumbuh di area dengan curah hujan 1000-5000 mm pertahun pada ketinggian 0-200 m diatas permukaan laut. Tanaman nyamplung sangat potensial bila digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel dikarenakan kadar minyak yang tinggi pada biji (40-73%), serta merupakan non-edible oil sehingga tidak bersaing dengan kebutuhan pangan (Muhammad, 2014). Satu liter minyak nyamplung dapat dihasilkan dari 2-2,5 kg biji, sedangkan jarak pagar membutuhkan 4 kg untuk menghasilkan satu liter minyak (Dr. Ir. Budi Leksono, 2015).

Minyak nyamplung merupakan minyak nabati yang dihasilkan melalui proses pengepresan yang umumnya berwarna kehijauan. Minyak nyamplung dapat diperoleh dengan cara memecah tempurung biji nyamplung yang telah tua dan diambil bagian dalamnya yang berwarna putih gading. Minyak ini memiliki kadar asam lemak yang tinggi sehingga untuk diproses menjadi minyak goreng perlu perlakuan khusus. Kebanyakan asam lemak tersebut ada dalam bentuk ester triasilgliserol. Analisis fitokimia menunjukkan bahwa minyak biji nyamplung mengandung asam lemak seperti yang terdapat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2. 3** Komposisi asam lemak pada minyak nyamplung

Komponen	% massa
Tri-miristat	0,09
Tri-palmitat	15,89
Tri-stearate	12,3
Tri-oleat	49,09



Tri-linoleat	20,7
Tri-linolenat	0,27
Tri-arachidat	0,94
Tri-urat	0,72
Total	100

(Sumber :Sudrajat, 2007)

Pada pabrik ini, bahan baku yang digunakan adalah crude minyak biji nyamplung yang didapat dari kerjasama dengan pabrik biodiesel dan home industry masyarakat setempat. Berikut spesifikasi nyamplung yang dipasarkan di Indonesia berdasarkan Dewan Standarisasi Nasional dengan nomor SNI 01-3178-1996.

Berat jenis ( $\text{g/cm}^3$ )	: 0,941-0,945
Warna	: Hijau gelap dan kental
Kandungan TG	: 78,3%
Kandungan FFA	: 8,51%
Angka lodium (mg/g)	: 82-98
Angka penyabunan (mg KOH/g)	: 192-202
Titik Leleh	: 8°C

Ada banyak keuntungan menggunakan Nyamplung (*Calophyllum inophyllum L.*) sebagai bahan baku minyak goreng. Beberapa keuntungan tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Calophyllum inophyllum* memiliki potensi kelangsungan hidup yang tinggi di alam, masih produktif hingga 50 tahun.
2. Tidak bersaing dengan tanaman pangan.
3. Pohon-pohon yang dapat digunakan sebagai pemecah angin (*wind breaker*) di tepi pantai di mana ia bisa mengurangi abrasi, melindungi tanaman dan memberikan ekowisata dan konservasi di kawasan pesisir.

### 2.3.2 Produk

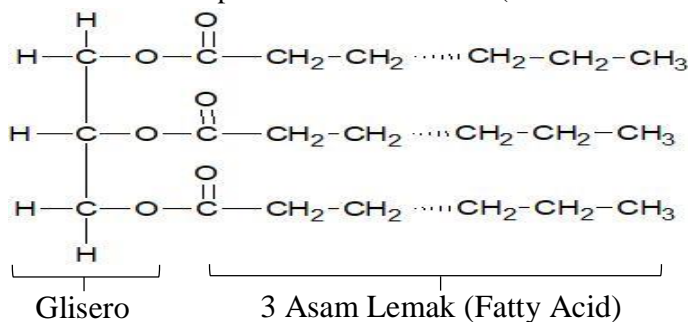
Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berbentuk cair dalam suhu kamar dan biasanya digunakan untuk menggoreng bahan makanan. Minyak goreng berfungsi sebagai pengantar panas, penambah rasa gurih, dan penambah nilai kalori bahan pangan.

Minyak yang baik adalah minyak yang mengandung asam lemak tak jenuh yang lebih banyak dibandingkan dengan kandungan asam lemak jenuhnya. Karena produk yang dihasilkan adalah minyak goreng sehat yang merupakan produk saingan minyak goreng zaitun, maka untuk standar baku mutunya mengacu pada SNI yang berlaku namun ada beberapa kandungan yang melebihi syarat yang sudah ditentukan.

**Tabel 2. 4** Syarat Mutu Minyak Goreng

KRITERIA UJI	SATUAN	SYARAT
Keadaan bau, warna dan rasa	-	Normal
Air	% b/b	Maks 0,30
Asam lemak bebas (FFA)	% b/b	Maks 0,30
Trigliserida (TAG)	% b/b	Min 98
Cemaran Logam :		
- Besi (Fe)	Mg/kg	Maks 1,5
- Tembaga (Cu)	Mg/kg	Maks 0,1
- Raksa (Hg)	Mg/kg	Maks 0,1
- Timbal (Pb)	Mg/kg	Maks 40
- Timah (Sn)	Mg/kg	Maks 0,005
- Seng (Zn)	Mg/kg	Maks 40/250)*
Arsen (As)	% b/b	Maks 0,1
Angka Peroksida	% mg O <sub>2</sub> /gr	Maks 1

Sumber: Departemen Perindustrian (SNI 01-3741-1995)



**Gambar 2. 3** Struktur Trigliserida

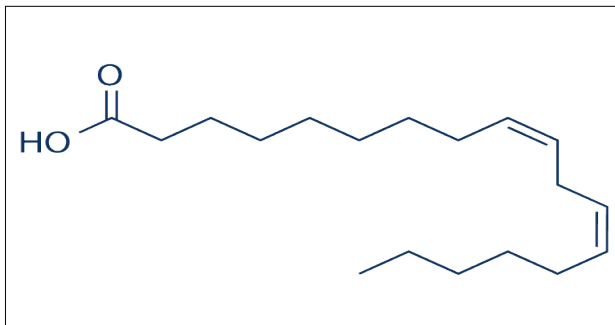
Karena produk yang dihasilkan adalah sebuah produk minyak sehat yang akan bersaing dengan minyak goreng zaitun maka dari komposisinya akan bersaing dengan komposisi minyak goreng zaitun. Berikut adalah tabel komposisi minyak zaitun dan komposisi minyak nyamplung :

**Tabel 2. 5** Komposisi Minyak Nyamplung dan Minyak Zaitun

Nama Asam	Minyak Nyamplung	Minyak Zaitun
Asam Palmitat	11,37 %	7,5 – 20 %
Asam Stearat	16,21 %	0,5 – 5 %
Asam Behenat	1,64 %	40,2 %
Asam Arachidat	6,97 %	40, 6 %
Asam Linoleat	22,99 %	21 %
Asam Linolenat	2,23 %	40,9 %
Asam Oleat	32,49 %	55 %

(Sumber : Aparamarta, 2016)

Dari Tabel 2.5 terlihat dimana kandungan asam linoleat dan asam oleat dari minyak nyamplung cukup tinggi. Dimana kedua asam tersebut adalah Asam lemak tak jenuh yang baik untuk kesehatan. Berikut struktur dari asam linoleate.

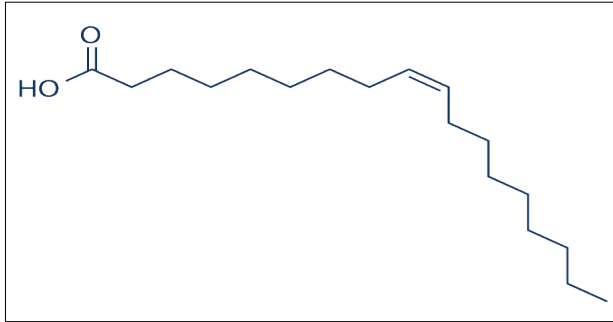


**Gambar 2. 4** Struktur Asam Linoleat

Asam linoleat merupakan asam lemak tak jenuh jamak (*Poly Unsaturated Fatty Acid*) yang mengandung dua atau lebih ikatan rangkap. Asam linoleat atau biasa disebut Omega-6 berperan penting dalam transpor dan metabolisme lemak, fungsi imun, mempertahankan fungsi dan integritas membran sel (Sartika, 2008). Dan untuk asam oleat merupakan asam lemak tak jenuh

tunggal (*Mono Unsaturated Fatty Acid*) yang hanya memiliki satu ikatan rangkap, asam oleat termasuk asam lemak rantai panjang yang kebanyakan ditemukan di minyak zaitun, minyak kedelai, minyak kacang tanah, minyak biji kapas dan kanola (Sartika 2008). Asam Oleat atau Omega-9 berperan penting dalam tubuh manusia karena dapat menghindarkan dari bahaya penyumbatan darah akibat kadar kolesterol (Isa, 2011).

Sementara dari komposisi asam lemak pada minyak nyamplung



**Gambar 2. 5** Struktur Asam Oleat

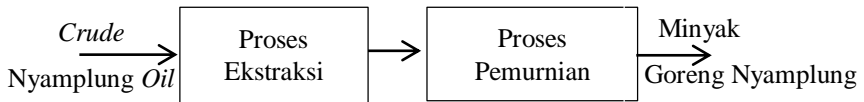
dan minyak zaitun sendiri memiliki kandungan yang hampir sama sehingga kedua minyak ini dapat digunakan sebagai minyak goreng sehat yang mengandung asam lemak tak jenuh yang tinggi sehingga dengan adanya produk substitusi dari minyak zaitun ke minyak nyamplung, masyarakat bisa membeli minyak goreng yang memiliki manfaat setara dengan minyak zaitun dan beralih ke pola hidup sehat.

## BAB 3

### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

#### 3.1 Jenis-Jenis Proses

##### 3.1.1 Proses Pembuatan Minyak Goreng Nyamplung Secara Umum



Pembuatan Minyak Goreng Nyamplung secara umum terdiri dari dua proses utama : Proses Pemurnian Ekstraksi dan Proses Pemurnian.

##### 3.1.2 Proses Ekstraksi

Minyak biji nyamplung memiliki asam lemak bebas (*free fatty acid*) sebanyak 5,1% (Crane, 2005). Untuk dapat dikonsumsi menjadi minyak goreng diperlukan penurunan asam lemak bebas hingga sesuai standar minyak goreng yaitu dibawah 0,3% (SNI, 2012). Dalam proses ekstraksi ini terdapat 3 metode yang dapat dilakukan diantaranya :

###### 3.1.2.1 *Batchwise Solvent Extraction*

Merupakan proses pemurnian dengan ekstraksi *multi Stage* menggunakan *solvent*. Proses ini tidak memerlukan tahap yang terdapat pada proses secara kimia maupun fisika, seperti *degumming*, netralisasi, *bleaching*, dan *dewaxing*. Terdapat dua jenis *solvent* yang digunakan dalam proses ini, yaitu *solvent* polar dan non-polar. Pemilihan kedua jenis *solvent* tersebut berdasarkan dari sifat polar dan non-polar yang dimiliki oleh senyawa-senyawa yang terkandung dalam *crude Calophyllum inophyllum oil*. *Solvent* non-polar melarutkan senyawa-senyawa non-polar, seperti hidrokarbon dan TG, sehingga dihasilkan *non-polar lipids fraction* (NPLF). Sebaliknya, *solvent* polar melarutkan senyawa-senyawa polar sehingga dihasilkan *polar lipids fraction* (PLF). TG merupakan komponen utama pada minyak goreng

dan pada proses ini senyawa tersebut terkonsentrasi pada NPLF.

Proses pemurnian dengan metode ekstraksi dilakukan sebanyak 9 *stages*. Pada proses ekstraksi pertama (*Stage 1*) masih terdapat banyak senyawa polar yang larut dan terkonsentrasi di dalam NPLF. Oleh karena itu, untuk menghilangkan senyawa polar, perlu menggunakan 9 *stages*, sehingga didapatkan kemurnian TG yang tinggi, dan dilakukan pencucian dengan *solvent* polar agar dapat melarutkan senyawa polar dalam NPLF. Proses pencucian 9 *stages* menghasilkan minyak nyamplung (*refined Calophyllum inophyllum oil*) dengan tingkat kemurnian TG yang tinggi (mencapai 99,83%) dan kadar FFA 0,35%. (Aparamarta dkk, 2016)

### **3.1.2.2 Microwave Assisted Extraction**

*Microwave* adalah gelombang elektromagnetik yang mempunyai panjang gelombang 1 meter – 1 mm atau frekuensi 300 Mhz – 300 Ghz. Jika gelombang mikro diserap oleh sebuah benda/partikel, akan muncul efek pemanasan pada benda/partikel tersebut. Pemanasan dengan gelombang mikro mempunyai karakteristik yang berbeda dengan pemanasan konvensional, karena panas dibangkitkan secara internal akibat getaran molekul-molekul bahan yang ingin dipanaskan oleh gelombang mikro. Pemanasan dengan gelombang mikro mempunyai kelebihan yaitu pemanasan lebih merata karena bukan mentransfer panas dari luar tetapi membangkitkan panas dari dalam bahan tersebut (Liu dkk, 2013). Pemanasan dengan memanfaatkan gelombang mikro bersifat selektif artinya tergantung dari dielektrik properties bahan sehingga energi yang dikeluarkan oleh *microwave* hanya akan diserap oleh molekul yang bersifat polar dan larutan ionik karena molekul polar dan larutan ionik memiliki moment dipol tetap yang apabila terkena pancaran gelombang mikro akan bergerak (Eskilsson, 2000).

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan dalam proses *Microwave Assisted Extraction* kondisi optimum ketika power 450 watts dan waktu 30 menit. Dengan menghasilkan kandungan FFA 7.50 % (Aparamarta dkk, 2019).

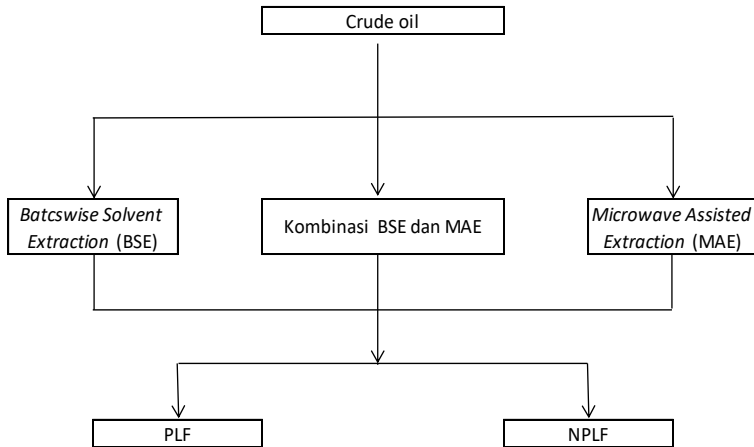
### **3.1.2.3 Kombinasi *Batchwise Solvent Extraction* dan *Microwave Assisted Extraction***

Dari 2 metode yaitu *batchwise solvent extraction* dan *microwave assisted extraction* belum menghasilkan kandungan FFA sesuai standar minyak goreng yaitu dibawah 0,3%. Selain itu untuk metode *batchwise solvent extraction* memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan *microwave assisted extraction*. Untuk itu dilakukan kombinasi *batchwise solvent extraction* dan *microwave assisted extraction*. Dengan kombinasi kedua metode tersebut proses akan berlangsung lebih cepat dan FFA yang dihasilkan lebih kecil hingga dibawah 0,3%.

### **3.1.3 Proses Pemurnian**

*Crude Calophyllum Inophyllum Oil* hasil pemurnian proses awal belum dapat dipakai sebagai minyak goreng (edible oil) karena masih mengandung wax, FFA, monoasilgliserol (MAG), dan diasilgliserol (DAG). Selain itu, warna minyak yang gelap disebabkan oleh komponen minyak yang teroksidasi. Kondisi tersebut belum memenuhi standar minyak goreng, sehingga dibutuhkan proses pemurnian untuk menghilangkan senyawa-senyawa dan minyak layak dipakai sebagai minyak goreng. Proses yang digunakan adalah *batchwise solvent extraction* yang bertujuan untuk menghilangkan komponen volatile, yang mempengaruhi rasa dan bau minyak goreng, dan sisa FFA yang belum hilang. Pada proses ini didapatkan minyak goreng dengan kemurnian yang tinggi (lipidlibrary.aocs.org).

### 3.2 Seleksi Proses



**Gambar 3. 1** Seleksi Proses

#### 3.2.1 Pemilihan Proses Ekstraksi

Terdapat 3 metode ekstraksi yang akan diseleksi dalam desain pabrik ini, yaitu *batchwise solvent extraction*(BSE), *microwave assisted extraction*(MAE) dan kombinasi BSE-MAE. Dari ketiga metode tersebut diseleksi berdasarkan kemurnian minyak goreng, kadar FFA, *operating cost* dan waktu. Berbagai parameter tersebut yang menjadi penentu dalam pemilihan metode yang paling efektif untuk desain pabrik ini. Setelah dilakukan analisa didapatkan hasil tinggi dan rendahnya parameter yang ditentukan sesuai tabel 3.1

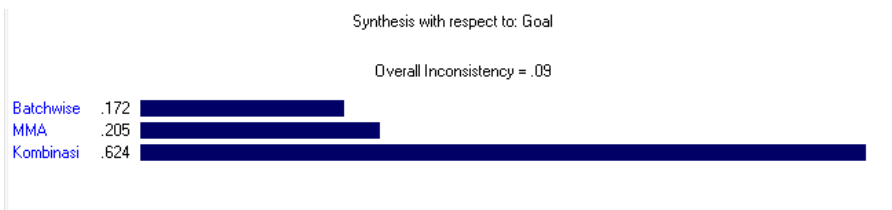
**Tabel 3. 1** Seleksi Proses Ekstraksi

Kriteria	BSE	MAE	Kombinasi BSE-MAE
kemurnian minyak goreng	Tinggi	Rendah	Tinggi
Kadar FFA akhir	Rendah	Tinggi	Rendah



<i>Operating cost</i>	Tinggi	Rendah	Rendah
waktu	Lama	Cepat	Cepat

Dari Tabel 3.1 didapatkan metode yang paling tepat adalah Kombinasi *batchwise solvent extraction* dan *microwave assisted extraction*.



**Gambar 3. 2** Hasil Seleksi Proses Menggunakan Aplikasi *Expert Choice*

Hasil dari seleksi proses menggunakan aplikasi *Expert Choice* sesuai dengan Gambar 3.1 didapatkan metode yang paling tepat adalah Kombinasi *batchwise solvent extraction* dan *microwave assisted extraction*. Dengan metode tersebut didapatkan kemurnian minyak goreng yang tinggi, sehingga bau tengik dari minyak akan hilang dan warna lebih jernih. Kadar FFA yang didapatkan pun lebih rendah dengan waktu yang lebih cepat sehingga hal ini akan menurunkan biaya operasi dan meningkatkan efisiensi pabrik.

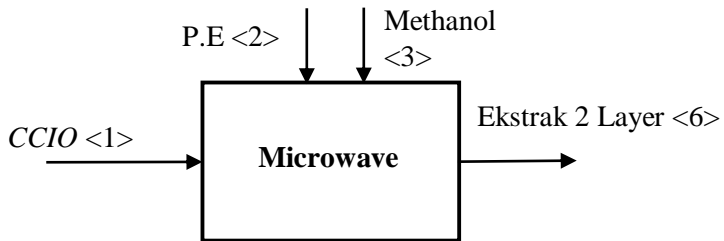
*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB 4 NERACA MASSA DAN ENERGI

### 4.1 Neraca Massa

- Kapasitas Produksi = 5295 ton/tahun  
= 668,56 kg/jam
- Jumlah Hari Operasi = 330 hari/tahun
- Kebutuhan Bahan baku (*Crude Nyamplung*) = 9592 ton/tahun  
= 29066,7 kg/hari  
= 1211,11 kg/jam
- Basis Perhitungan = 1 jam operasi

#### 1. Ekstraksi di Microwave (Q-110)



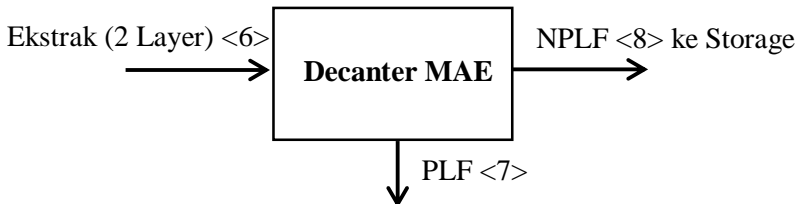
**Tabel 4.1** Neraca Massa Ekstraksi di Microwave  
Neraca Massa

Bahan Masuk <i>Crude Nyamplung</i> Aliran <1>		Bahan Masuk Solvent Aliran <2>		Bahan Keluar (Ekstrak 2 Layer) Ekstrak Layer 1      Ekstrak Layer 2 Aliran <6>			
TAG	948,30	P.E	4541,67	TAG	819,36	TAG	128,94
DAG	64,79			DAG	25,40	DAG	39,40
MAG	33,31	Aliran <3>		MAG	9,06	MAG	24,24
FFA	103,07	Methanol	1513,89	FFA	10,14	FFA	92,92
Impuritis	61,65			Impuritis	33,38	Impuritis	28,26
				P.E	4541,67	Methanol	1513,89
<b>Jumlah Total</b>	<b>1211,11</b>	<b>Jumlah Total</b>	<b>6055,56</b>	<b>Jumlah Total</b>	<b>5439,01</b>	<b>Jumlah Total</b>	<b>1827,66</b>

**Tabel 4.2** Fraksi Massa Ekstraksi di Microwave

Fraksi Massa							
Bahan Masuk		Bahan Masuk		Bahan Keluar (Ekstrak 2 Layer)			
<i>Crude</i>		Solvent		Ekstrak		Ekstrak	
Nyamplung				Layer 1		Layer 2	
Aliran <1>		Aliran <2>		Aliran <6>			
TAG	0,78	P.E	0,75	TAG	0,15	TAG	0,07
DAG	0,05			DAG	0,00	DAG	0,02
MAG	0,03	Aliran <3>		MAG	0,00	MAG	0,01
FFA	0,09	Methanol	0,25	FFA	0,00	FFA	0,05
Impuritis	0,05			Impuritis	0,01	Impuritis	0,02
				P.E	0,84	Methanol	0,83
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1,00</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

## 2. Decanter MAE (H-118)

**Tabel 4.3** Neraca Massa Decanter Microwave

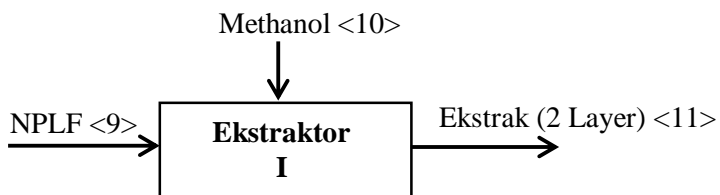
Neraca Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar		Bahan Keluar	
Ekstrak 2 Layer		PLF		NPLF	
Aliran <6>		Aliran <7>		Aliran <8>	
TAG	948,30	TAG	128,94	TAG	819,36
DAG	64,79	DAG	39,40	DAG	25,40
MAG	33,31	MAG	24,24	MAG	9,06

FFA	103,07	FFA	92,92	FFA	10,14
Impuritis	61,65	Impuritis	28,26	Impuritis	33,38
P.E	4541,67	Methanol	1513,89	P.E	4541,67
Methanol	1513,89				
<b>Jumlah</b>	<b>7266,67</b>	<b>Jumlah</b>	<b>1827,66</b>	<b>Jumlah</b>	<b>5439,01</b>
<b>Total</b>	<b>7266,67</b>	<b>Total</b>	<b>7266,67</b>		

**Tabel 4.4** Fraksi Massa Decanter Microwave

Fraksi Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar		Bahan Keluar	
Ekstrak 2 Layer		PLF		NPLF	
Aliran <3>		Aliran <4>		Aliran <5>	
TAG	0,13	TAG	0,0706	TAG	0,1506
DAG	0,01	DAG	0,0216	DAG	0,0047
MAG	0,00	MAG	0,0133	MAG	0,0017
FFA	0,01	FFA	0,0508	FFA	0,0019
Impuritis	0,01	Impuritis	0,0155	Impuritis	0,0061
P.E	0,63	Methanol	0,8283	P.E	0,8350
Methanol	0,21				
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

### 3. Ekstraktor Stage I (M-210A)



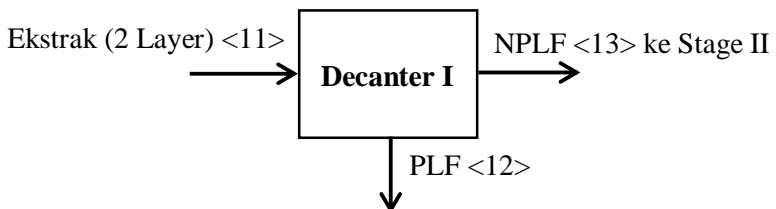
**Tabel 4.5** Neraca Massa Ekstraktor stage I

Neraca Massa							
Bahan Masuk		Bahan Masuk		Bahan Keluar (Ekstrak 2 Layer)			
NPLF		Solvent		Ekstrak Layer 1		Ekstrak Layer 2	
Aliran <9>		Aliran <10>		Aliran <11>			
TAG	819,36	Methanol	6798,76	TAG	772,178	TAG	45,622
DAG	25,40			DAG	20,544	DAG	4,853
MAG	9,06			MAG	7,662	MAG	1,402
FFA	10,14			FFA	6,652	FFA	3,489
Impuritis	33,38			Impuritis	34,942	Impuritis	0
P.E	4541,67			P.E	4541,67	Methanol	6798,76
<b>Jumlah</b>	<b>5439,01</b>	<b>Total</b>	<b>6798,7628</b>	<b>Jumlah</b>	<b>5383,64</b>	<b>Total</b>	<b>6854,13</b>
<b>Total</b>		<b>12237,77</b>		<b>Total</b>		<b>12237,77</b>	

**Tabel 4.6** Fraksi Massa Ekstraktor stage I

Fraksi Massa							
Bahan Masuk		Bahan Masuk		Bahan Keluar (Ekstrak 2 Layer)			
NPLF		Solvent		Ekstrak Layer 1		Ekstrak Layer 2	
Aliran <9>		Aliran <10>		Aliran <11>			
TAG	0,151	Methanol	1	TAG	0,143	TAG	0,007
DAG	0,005			DAG	0,004	DAG	0,001
MAG	0,002			MAG	0,001	MAG	0,000
FFA	0,002			FFA	0,001	FFA	0,001
Impuritis	0,006			Impuritis	0,006	Impuritis	0,000
P.E	0,835			P.E	0,844	Methanol	0,992
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

#### 4. Decanter Stage I (H-211A)



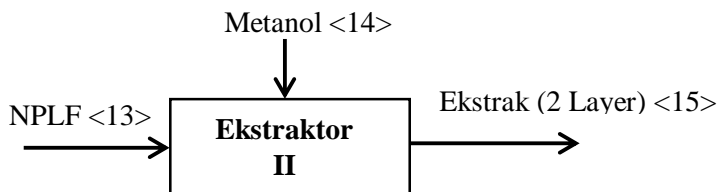
**Tabel 4.7** Neraca Massa Decanter Stage I

Neraca Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar		Bahan Keluar	
Ekstrak 2 Layer		PLF		NPLF	
Aliran <11>		Aliran <12>		Aliran <13>	
TAG	819,36	TAG	45,622	TAG	772,178
DAG	25,397	DAG	4,853	DAG	20,544
MAG	9,064	MAG	1,402	MAG	7,662
FFA	10,141	FFA	3,489	FFA	6,652
Impuritis	33,385	Impuritis	0,000	Impuritis	34,942
P.E	4541,67	methanol	6798,76	P.E	4541,667
Methanol	6798,76				
<b>Jumlah</b>	<b>12237,77</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6854,13</b>	<b>Jumlah</b>	<b>5383,64</b>
<b>Total</b>	<b>12237,77</b>	<b>Total</b>	<b>12237,77</b>		

**Tabel 4.8** Fraksi Massa Decanter Stage I

Fraksi Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar		Bahan Keluar	
Ekstrak 2 Layer		PLF		NPLF	
Aliran <11>		Aliran <12>		Aliran <13>	
TAG	0,067	TAG	0,007	TAG	0,143
DAG	0,002	DAG	0,001	DAG	0,004
MAG	0,001	MAG	0,000	MAG	0,001
FFA	0,001	FFA	0,001	FFA	0,001
Impuritis	0,003	Impuritis	0,000	Impuritis	0,006
P.E	0,371	methanol	0,992	P.E	0,844
Methanol	0,556				
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

### 5. Ekstraktor Stage II (M-210B)



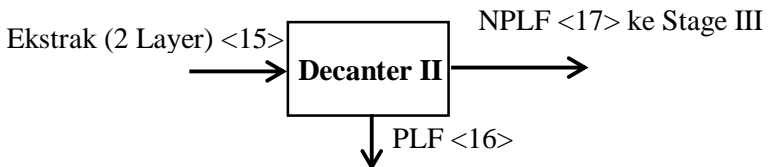
**Tabel 4.9** Neraca Massa Ekstraktor Stage II

Neraca Massa							
Bahan Masuk		Bahan Masuk		Bahan Keluar (Ekstrak 2 Layer)			
NPLF		Solvent		Ekstrak Layer 1		Ekstrak Layer 2	
Aliran <13>		Aliran <14>		Aliran <15>			
TAG	772,18	Methanol	6729,6	TAG	747,685	TAG	24,493
DAG	20,544			DAG	15,213	DAG	5,331
MAG	7,662			MAG	6,292	MAG	1,370
FFA	6,652			FFA	5,655	FFA	0,996
Impuritis	34,942			Impuritis	21,665	Impuritis	13,277
P.E	4541,67			P.E	4541,667	Methanol	6729,56
<b>Jumlah</b>	<b>5383,64</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6729,6</b>	<b>Jumlah</b>	<b>5338,18</b>	<b>Total</b>	<b>6775,02</b>
<b>Total</b>	<b>12113,20</b>			<b>Total</b>	<b>12113,20</b>		

**Tabel 4.10** Fraksi Massa Ekstraktor Stage II

Fraksi Massa							
Bahan Masuk		Bahan Masuk		Bahan Keluar (Ekstrak 2 Layer)			
NPLF		Solvent		Ekstrak Layer 1		Ekstrak Layer 2	
Aliran <13>		Aliran <14>		Aliran <15>			
TAG	0,143	Methanol	1	TAG	0,140	TAG	0,004
DAG	0,004			DAG	0,003	DAG	0,001
MAG	0,001			MAG	0,001	MAG	0,000
FFA	0,001			FFA	0,001	FFA	0,000
Impuritis	0,006			Impuritis	0,004	Impuritis	0,002
P.E	0,844			P.E	0,851	Methanol	0,993
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

### 6. Decanter Stage II (H-211B)





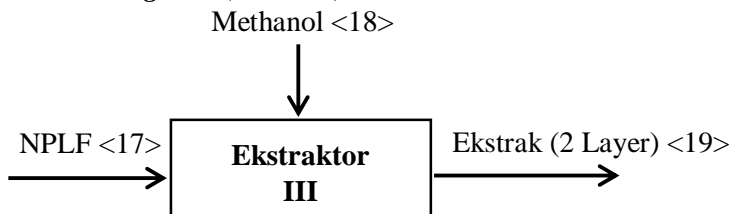
**Tabel 4.11** Neraca Massa Decanter Stage II

Neraca Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar		Bahan Keluar	
Ekstrak 2 Layer		PLF		NPLF	
Aliran <15>		Aliran <16>		Aliran <17>	
TAG	772,18	TAG	24,493	TAG	747,685
DAG	20,544	DAG	5,331	DAG	15,213
MAG	7,662	MAG	1,370	MAG	6,292
FFA	6,652	FFA	0,996	FFA	5,655
Impuritis	34,942	Impuritis	13,277	Impuritis	21,665
P.E	4541,67	Methanol	6729,6	P.E	4541,667
Methanol	6729,6				
<b>Jumlah</b>	<b>12113,20</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6775,02</b>	<b>Jumlah</b>	<b>5338,18</b>
<b>Total</b>	<b>12113,20</b>	<b>Total</b>	<b>12113,20</b>		

**Tabel 4.12** Fraksi Massa Decanter Stage II

Fraksi Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar		Bahan Keluar	
Ekstrak 2 Layer		PLF		NPLF	
Aliran <15>		Aliran <16>		Aliran <17>	
TAG	0,064	TAG	0,004	TAG	0,140
DAG	0,002	DAG	0,001	DAG	0,003
MAG	0,001	MAG	0,000	MAG	0,001
FFA	0,001	FFA	0,000	FFA	0,001
Impuritis	0,003	Impuritis	0,002	Impuritis	0,004
P.E	0,375	Methanol	0,993	P.E	0,851
Methanol	0,556				
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

### 7. Ekstraktor Stage III (M-210C)



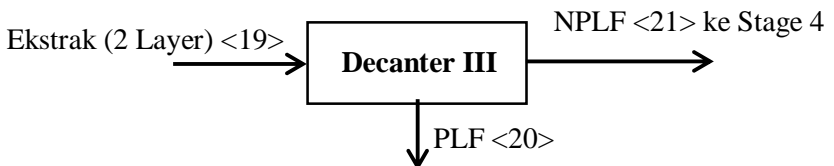
**Tabel 4.13** Neraca Massa Ekstraktor Stage III

Neraca Massa							
Bahan Masuk		Bahan Masuk		Bahan Keluar (Ekstrak 2 Layer)			
NPLF		Methanol		Ekstrak Layer 1		Ekstrak Layer 2	
Aliran <17>		Aliran <18>		Aliran <19>			
TAG	747,68	Methanol	6672,7	TAG	720,386	TAG	27,299
DAG	15,213			DAG	8,146	DAG	7,067
MAG	6,292			MAG	3,886	MAG	2,406
FFA	5,655			FFA	4,634	FFA	1,022
Impuritis	21,665			Impuritis	10,314	Impuritis	11,351
P.E	4541,67			P.E	4541,667	methanol	6672,72
<b>Jumlah</b>	<b>5338,18</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6672,7</b>	<b>Jumlah</b>	<b>5289,03</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6721,87</b>
<b>Total</b>	<b>12010,90</b>			<b>Total</b>	<b>12010,90</b>		

**Tabel 4.14** Fraksi Massa Ekstraktor Stage III

Fraksi Massa							
Bahan Masuk		Bahan Masuk		Bahan Keluar (Ekstrak 2 Layer)			
NPLF		Methanol		Ekstrak Layer 1		Ekstrak Layer 2	
Aliran <17>		Aliran <18>		Aliran <19>			
TAG	0,140	Methanol	1,000	TAG	0,136	TAG	0,004
DAG	0,003			DAG	0,002	DAG	0,001
MAG	0,001			MAG	0,001	MAG	0,000
FFA	0,001			FFA	0,001	FFA	0,000
Impuritis	0,004			Impuritis	0,002	Impuritis	0,002
P.E	0,851			P.E	0,859	methanol	0,993
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1,00</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

### 8. Decanter Stage III (H-211C)



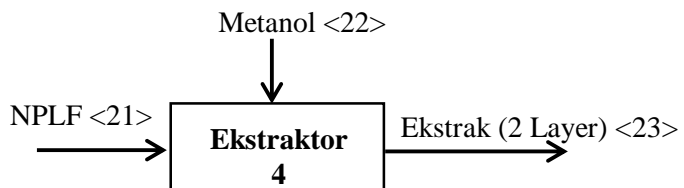
**Tabel 4.15** Neraca Massa Decanter Stage III

Neraca Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar		Bahan Keluar	
Ekstrak 2 Layer		PLF		NPLF	
Aliran <19>		Aliran <20>		Aliran <21>	
TAG	747,68	TAG	27,299	TAG	720,386
DAG	15,2134	DAG	7,067	DAG	8,146
MAG	6,2924	MAG	2,406	MAG	3,886
FFA	5,6552	FFA	1,022	FFA	4,634
Impuritis	21,6651	Impuritis	11,351	Impuritis	10,314
P.E	4541,67	Methanol	6672,7	P.E	4541,667
Methanol	6672,7				
<b>Jumlah</b>	<b>12010,90</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6721,87</b>	<b>Jumlah</b>	<b>5289,03</b>
<b>Total</b>	<b>12010,90</b>	<b>Total</b>		<b>Total</b>	<b>12010,90</b>

**Tabel 4.16** Fraksi Massa Decanter Stage III

Fraksi Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar		Bahan Keluar	
Ekstrak 2 Layer		PLF		NPLF	
Aliran <19>		Aliran <20>		Aliran <21>	
TAG	0,062	TAG	0,004	TAG	0,136
DAG	0,001	DAG	0,001	DAG	0,002
MAG	0,001	MAG	0,000	MAG	0,001
FFA	0,000	FFA	0,000	FFA	0,001
Impuritis	0,002	Impuritis	0,002	Impuritis	0,002
P.E	0,378	Methanol	0,993	P.E	0,859
Methanol	0,556				
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

### 9. Ekstraktor Stage 4 (M-210D)

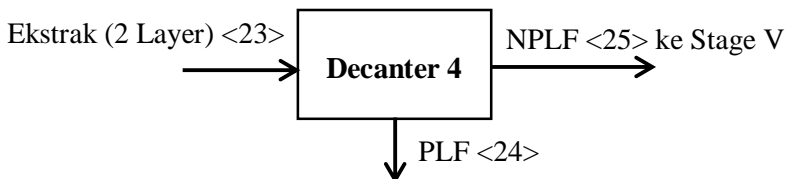


**Tabel 4.17** Neraca Massa Ekstraktor Stage 4

Neraca Massa							
Bahan Masuk		Bahan Masuk		Bahan Keluar (Ekstrak 2 Layer)			
NPLF		Methanol		Ekstrak Layer 1		Ekstrak Layer 2	
Aliran <21>		Aliran <22>		Aliran <23>			
TAG	720,39	Methanol	6611,29	TAG	690,747	TAG	29,639
DAG	8,146			DAG	3,747	DAG	4,399
MAG	3,886			MAG	3,323	MAG	0,563
FFA	4,634			FFA	3,535	FFA	1,099
Impuritis	10,314			Impuritis	5,656	Impuritis	4,658
P.E	4541,67			P.E	4541,667	methanol	6611,29
<b>Jumlah</b>	<b>5289,03</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6611,29</b>	<b>Jumlah</b>	<b>5248,67</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6651,65</b>
<b>Total</b>		<b>Total</b>	<b>11900,32</b>	<b>Total</b>		<b>Total</b>	<b>11900,32</b>

**Tabel 4.18** Fraksi Massa Ekstraktor Stage 4

Fraksi Massa							
Bahan Masuk		Bahan Masuk		Bahan Keluar (Ekstrak 2 Layer)			
NPLF		Methanol		Ekstrak Layer 1		Ekstrak Layer 2	
Aliran <21>		Aliran <22>		Aliran <23>			
TAG	0,136	Methanol	1,000	TAG	0,132	TAG	0,004
DAG	0,002			DAG	0,001	DAG	0,001
MAG	0,001			MAG	0,001	MAG	0,000
FFA	0,001			FFA	0,001	FFA	0,000
Impuritis	0,002			Impuritis	0,001	Impuritis	0,001
P.E	0,859			P.E	0,865	methanol	0,994
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

**10. Decanter Stage 4 (H-211D)**

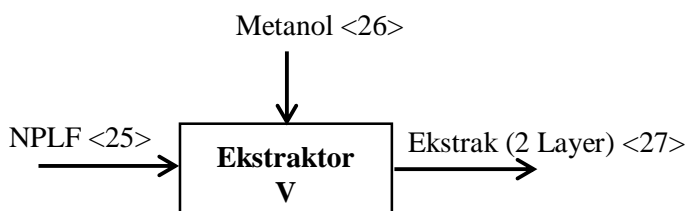
**Tabel 4.19** Neraca Massa Decanter Stage 4

Neraca Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar		Bahan Keluar	
Ekstrak 2 Layer		PLF		NPLF	
Aliran <23>		Aliran <24>		Aliran <25>	
TAG	720,39	TAG	29,639	TAG	690,747
DAG	8,1463	DAG	4,399	DAG	3,747
MAG	3,8863	MAG	0,563	MAG	3,323
FFA	4,6337	FFA	1,099	FFA	3,535
Impuritis	10,3137	Impuritis	4,658	Impuritis	5,656
P.E	4541,67	Methanol	6611,3	P.E	4541,667
Methanol	6611,3				
<b>Jumlah</b>	<b>11900,32</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6651,65</b>	<b>Jumlah</b>	<b>5248,67</b>
<b>Total</b>	<b>11900,32</b>	<b>Total</b>	<b>11900,32</b>		

**Tabel 4.20** Fraksi Massa Decanter Stage 4

Fraksi Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar		Bahan Keluar	
Ekstrak 2 Layer		PLF		NPLF	
Aliran <23>		Aliran <24>		Aliran <25>	
TAG	0,061	TAG	0,004	TAG	0,132
DAG	0,001	DAG	0,001	DAG	0,001
MAG	0,000	MAG	0,000	MAG	0,001
FFA	0,000	FFA	0,000	FFA	0,001
Impuritis	0,001	Impuritis	0,001	Impuritis	0,001
P.E	0,382	Methanol	0,994	P.E	0,865
Methanol	0,556				
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

### 11. Ekstraktor Stage V (M-210E)

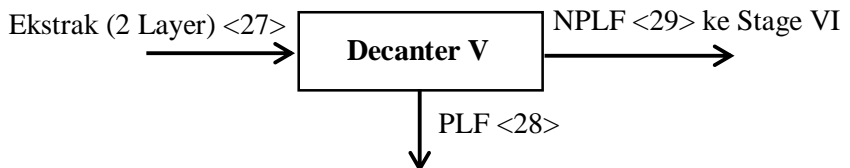


**Tabel 4.21** Neraca Massa Ekstraktor Stage V

Neraca Massa							
Bahan Masuk		Bahan Masuk		Bahan Keluar (Ekstrak 2 Layer)			
NPLF		Methanol		Ekstrak Layer 1		Ekstrak Layer 2	
Aliran <25>		Aliran <26>		Aliran <27>			
TAG	690,7	Methanol	6560,84	TAG	663,248	TAG	27,499
DAG	3,747			DAG	2,904	DAG	0,843
MAG	3,323			MAG	1,756	MAG	1,567
FFA	3,535			FFA	2,972	FFA	0,563
Impuritis	5,656			Impuritis	4,525	Impuritis	1,131
P.E	4541,67			P.E	4541,667	methanol	6560,84
<b>Jumlah</b>	<b>5248,67</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6560,84</b>	<b>Jmlah</b>	<b>5217,07</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6592,4</b>
<b>Total</b>		<b>11809,52</b>		<b>Total</b>		<b>11809,52</b>	

**Tabel 4.22** Fraksi Massa Ekstraktor Stage V

Fraksi Massa							
Bahan Masuk		Bahan Masuk		Bahan Keluar (Ekstrak 2 Layer)			
NPLF		Methanol		Ekstrak Layer 1		Ekstrak Layer 2	
Aliran <25>		Aliran <26>		Aliran <27>			
TAG	0,132	Methanol	1,000	TAG	0,127	TAG	0,004
DAG	0,001			DAG	0,001	DAG	0,000
MAG	0,001			MAG	0,000	MAG	0,000
FFA	0,001			FFA	0,001	FFA	0,000
Impuritis	0,001			Impuritis	0,001	Impuritis	0,000
P.E	0,865			P.E	0,871	methanol	0,995
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

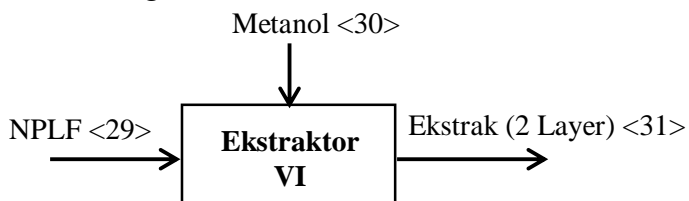
**12. Decanter Stage V (H-211E)**

**Tabel 4.23** Neraca Massa Decanter Stage V

Neraca Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar		Bahan Keluar	
Ekstrak 2 Layer		PLF		NPLF	
Aliran <27>		Aliran <28>		Aliran <29>	
TAG	690,75	TAG	27,499	TAG	663,248
DAG	3,7471	DAG	0,843	DAG	2,904
MAG	3,3229	MAG	1,567	MAG	1,756
FFA	3,5350	FFA	0,563	FFA	2,972
Impuritis	5,6561	Impuritis	1,131	Impuritis	4,525
P.E	4541,67	Methanol	6560,8	P.E	4541,667
Methanol	6560,8				
<b>Jumlah</b>	<b>11809,52</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6592,45</b>	<b>Jumlah</b>	<b>5217,07</b>
<b>Total</b>	<b>11809,52</b>	<b>Total</b>	<b>11809,52</b>		

**Tabel 4.24** Fraksi Massa Decanter Stage V

Fraksi Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar		Bahan Keluar	
Ekstrak 2 Layer		PLF		NPLF	
Aliran <27>		Aliran <28>		Aliran <29>	
TAG	0,058	TAG	0,004	TAG	0,127
DAG	0,000	DAG	0,000	DAG	0,001
MAG	0,000	MAG	0,000	MAG	0,000
FFA	0,000	FFA	0,000	FFA	0,001
Impuritis	0,000	Impuritis	0,000	Impuritis	0,001
P.E	0,385	Methanol	0,995	P.E	0,871
Methanol	0,556				
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

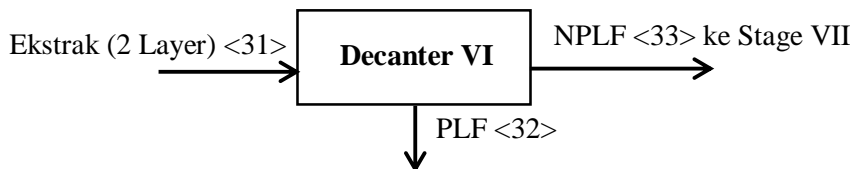
**13. Ekstraktor Stage VI (M-210F)**

**Tabel 4.25** Neraca Massa Ekstraktor Stage VI

Neraca Massa							
Bahan Masuk		Bahan Masuk		Bahan Keluar (Ekstrak 2 Layer)			
NPLF		Methanol		Ekstrak Layer 1		Ekstrak Layer 2	
Aliran <29>		Aliran <30>		Aliran <31>			
TAG	663,25	Methanol	6521,34	TAG	661,949	TAG	1,298
DAG	2,904			DAG	2,822	DAG	0,083
MAG	1,756			MAG	0,403	MAG	1,353
FFA	2,972			FFA	2,351	FFA	0,620
Impuritis	4,525			Impuritis	4,300	Impuritis	0,226
P.E	4541,67			P.E	4541,667	Methanol	6521,34
<b>Jumlah</b>	<b>5217,07</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6521,34</b>	<b>Jumlah</b>	<b>5213,49</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6524,9</b>
<b>Total</b>	<b>11738,41</b>			<b>Total</b>	<b>11738,41</b>		

**Tabel 4.26** Fraksi Massa Ekstraktor Stage V

Fraksi Massa							
Bahan Masuk		Bahan Masuk		Bahan Keluar (Ekstrak 2 Layer)			
NPLF		Methanol		Ekstrak Layer 1		Ekstrak Layer 2	
Aliran <29>		Aliran <30>		Aliran <31>			
TAG	0,127	Methanol	1,000	TAG	0,127	TAG	0,000
DAG	0,001			DAG	0,001	DAG	0,000
MAG	0,000			MAG	0,000	MAG	0,000
FFA	0,001			FFA	0,000	FFA	0,000
Impuritis	0,001			Impuritis	0,001	Impuritis	0,000
P.E	0,871			P.E	0,871	methanol	0,999
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

**14. Decanter Stage VI (H-211F)**



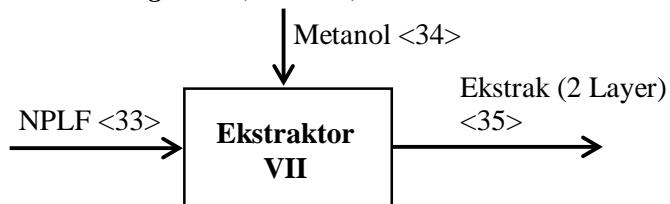
**Tabel 4.27** Neraca Massa Decanter Stage VI

Neraca Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar		Bahan Keluar	
Ekstrak 2 Layer		PLF		NPLF	
Aliran <31>		Aliran <32>		Aliran <33>	
TAG	663,25	TAG	1,30	TAG	661,95
DAG	2,90	DAG	0,08	DAG	2,82
MAG	1,76	MAG	1,35	MAG	0,40
FFA	2,97	FFA	0,62	FFA	2,35
Impuritis	4,53	Impuritis	0,23	Impuritis	4,30
P.E	4541,67	Methanol	6521,34	P.E	4541,67
Methanol	6521,34				
<b>Jumlah</b>	<b>11738,41</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6524,92</b>	<b>Jumlah</b>	<b>5213,49</b>
<b>Total</b>	<b>11738,41</b>	<b>Total</b>	<b>11738,41</b>		

**Tabel 4.28** Fraksi Massa Decanter Stage VI

Fraksi Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar		Bahan Keluar	
Ekstrak 2 Layer		PLF		NPLF	
Aliran <31>		Aliran <32>		Aliran <33>	
TAG	0,0565	TAG	0,0002	TAG	0,127
DAG	0,0002	DAG	0,0000	DAG	0,001
MAG	0,0001	MAG	0,0002	MAG	0,000
FFA	0,0003	FFA	0,0001	FFA	0,000
Impuritis	0,0004	Impuritis	0,0000	Impuritis	0,001
P.E	0,3869	Methanol	0,9995	P.E	0,871
Methanol	0,5556				
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

### 15. Ekstraktor Stage VII (M-210G)



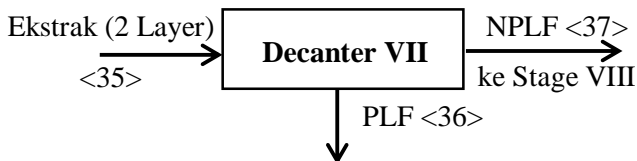
**Tabel 4.29** Neraca Massa Ekstraktor Stage VII

Neraca Massa							
Bahan Masuk		Bahan Masuk		Bahan Keluar (Ekstrak 2 Layer)			
NPLF		Methanol		Ekstrak Layer 1		Ekstrak Layer 2	
Aliran <33>		Aliran <34>		Aliran <35>			
TAG	661,95	Methanol	6516,86	TAG	661,04	TAG	0,90
DAG	2,82			DAG	2,74	DAG	0,08
MAG	0,40			MAG	0,00	MAG	0,40
FFA	2,35			FFA	1,74	FFA	0,61
Impuritis	4,30			Impuritis	3,14	Impuritis	1,16
P.E	4541,67			P.E	4541,67	methanol	6516,86
<b>Jumlah</b>	<b>5213,49</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6516,86</b>	<b>Jumlah</b>	<b>5210,33</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6520,02</b>
<b>Total</b>	<b>11730,36</b>			<b>Total</b>	<b>11730,36</b>		

**Tabel 4.30** Fraksi Massa Ekstraktor Stage VII

Fraksi Massa							
Bahan Masuk		Bahan Masuk		Bahan Keluar (Ekstrak 2 Layer)			
NPLF		Methanol		Ekstrak Layer 1		Ekstrak Layer 2	
Aliran <33>		Aliran <34>		Aliran <35>			
TAG	0,127	Methanol	1,000	TAG	0,127	TAG	0,0001
DAG	0,001			DAG	0,001	DAG	0,0000
MAG	0,000			MAG	0,000	MAG	0,0001
FFA	0,000			FFA	0,000	FFA	0,0001
Impuritis	0,001			Impuritis	0,001	Impuritis	0,0002
P.E	0,871			P.E	0,872	methanol	0,9995
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

### 16. Decanter Stage VII (H-211G)



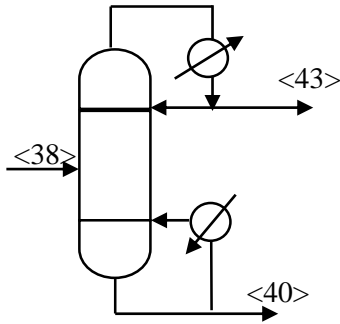
**Tabel 4.31** Neraca Massa Decanter Stage VII

<b>Neraca Massa</b>					
<b>Bahan Masuk</b>		<b>Bahan Keluar</b>		<b>Bahan Keluar</b>	
<b>Ekstrak 2 Layer</b>		<b>PLF</b>		<b>NPLF</b>	
<b>Aliran &lt;35&gt;</b>		<b>Aliran &lt;36&gt;</b>		<b>Aliran &lt;37&gt;</b>	
TAG	661,95	TAG	0,905	TAG	661,045
DAG	2,8217	DAG	0,080	DAG	2,742
MAG	0,4031	MAG	0,403	MAG	0,000
FFA	2,3514	FFA	0,613	FFA	1,739
Impuritis	4,2997	Impuritis	1,157	Impuritis	3,143
P.E	4541,67	Methanol	6516,9	P.E	4541,667
Methanol	6516,9				
<b>Jumlah</b>	<b>11730,36</b>	<b>Jumlah</b>	<b>6520,02</b>	<b>Jumlah</b>	<b>5210,33</b>
<b>Total</b>	<b>11730,36</b>	<b>Total</b>	<b>11730,36</b>		

**Tabel 4.32** Fraksi Massa Decanter Stage VII

<b>Fraksi Massa</b>					
<b>Bahan Masuk</b>		<b>Bahan Keluar</b>		<b>Bahan Keluar</b>	
<b>Ekstrak 2 Layer</b>		<b>PLF</b>		<b>NPLF</b>	
<b>Aliran &lt;35&gt;</b>		<b>Aliran &lt;36&gt;</b>		<b>Aliran &lt;37&gt;</b>	
TAG	0,056	TAG	0,0001	TAG	0,127
DAG	0,000	DAG	0,0000	DAG	0,001
MAG	0,000	MAG	0,0001	MAG	0,000
FFA	0,000	FFA	0,0001	FFA	0,000
Impuritis	0,000	Impuritis	0,0002	Impuritis	0,001
P.E	0,387	Methanol	0,9995	P.E	0,872
Methanol	0,556				
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

### 17. Kolom Distilasi NPLF (D-310)



**Tabel 4.33** Neraca Massa Kolom Destilasi NPLF

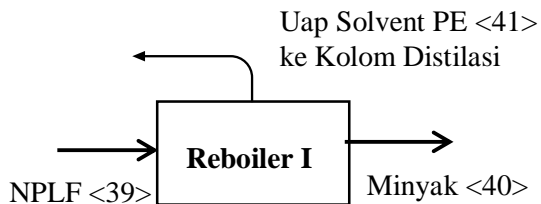
Neraca Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar			
NPLF		Distilat		Bottom	
Aliran <38>		Aliran <43>		Aliran <40>	
TAG	661,04	TAG	0	TAG	661,045
DAG	2,742	DAG	0	DAG	2,742
MAG	0,000	MAG	0	MAG	0,000
FFA	1,739	FFA	0	FFA	1,739
Impuritis	3,143	Impuritis	0	Impuritis	3,142
P.E	4541,67	P.E	4541,67	P.E	0,000
<b>Jumlah</b>	<b>5210,33</b>	<b>Jumlah</b>	<b>4541,67</b>	<b>Jumlah</b>	<b>668,67</b>
<b>Total</b>	<b>5210,33</b>	<b>Total</b>	<b>5210,33</b>		

**Tabel 4.34** Fraksi Massa Kolom Destilasi NPLF

Fraksi Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar			
NPLF		Distilat		Bottom	
Aliran <38>		Aliran <43>		Aliran <40>	
TAG	0,127	TAG	0,000	TAG	0,989
DAG	0,001	DAG	0,000	DAG	0,004

MAG	0,000	MAG	0,000	MAG	0,000
FFA	0,000	FFA	0,000	FFA	0,003
Impuritis	0,001	Impuritis	0,000	Impuritis	0,005
P.E	0,872	P.E	1,000	P.E	0,000
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

### 18. Reboiler Distilasi NPLF (E-313)

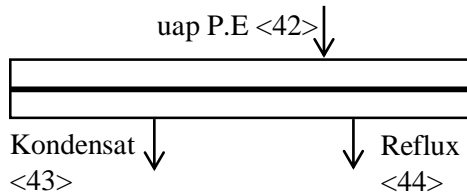


**Tabel 4.35** Neraca Massa Reboiler Destilasi NPLF

Neraca Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar			
Bottom		Uap Solvent		NPLF (Minyak Goreng)	
Aliran <39>		Aliran <41>		Aliran <40>	
TAG	665,40	TAG	4,3591	TAG	661,045
DAG	2,76	DAG	0,0181	DAG	2,742
MAG	0,00	MAG	0,0000	MAG	0,000
FFA	1,93	FFA	0,1949	FFA	1,739
Impuritis	3,17	Impuritis	0,03	Impuritis	3,142
P.E	0,00	P.E	0,0002	P.E	0,000
<b>Jumlah</b>	<b>673,27</b>	<b>Jumlah</b>	<b>4,60</b>	<b>Jumlah</b>	<b>668,67</b>
<b>Total</b>	<b>673,27</b>	<b>Total</b>		<b>673,27</b>	

**Tabel 4.36** Fraksi Massa Reboiler Destilasi NPLF

Fraksi Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar		Bahan Keluar	
Bottom		Uap Solvent		NPLF(Minyak Goreng)	
Aliran <39>		Aliran <41>		Aliran <40>	
TAG	0,988	TAG	0,9469	TAG	0,989
DAG	0,004	DAG	0,0039	DAG	0,004
MAG	0,000	MAG	0,0000	MAG	0,000
FFA	0,003	FFA	0,0423	FFA	0,003
Impuritis	0,005	Impuritis	0,0068	Impuritis	0,005
P.E	0,000	P.E	0,0000	P.E	0,000
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

**19. Reflux Distilasi PE (E-314)****Tabel 4.37** Neraca Massa Reflux Destilasi NPLF

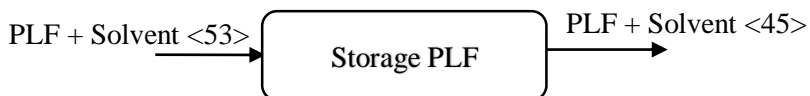
Neraca Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar			
Uap Solvent PE		Reflux ke Distilasi		Kondensat	
Aliran <42>		Aliran <44>		Aliran <43>	
TAG	0,00	TAG	0,00	TAG	0,000
DAG	0,00	DAG	0,00	DAG	0,000
MAG	0,00	MAG	0,00	MAG	0,000
FFA	0,00	FFA	0,00	FFA	0,000
Impuritis	0,00	Impuritis	0,00	Impuritis	0,000

P.E	5459,04	P.E	917,37	P.E	4541,667
<b>Total</b>	<b>5459,04</b>	<b>Total</b>	<b>917,37</b>	<b>Total</b>	<b>4541,67</b>
<b>Total</b>	<b>5459,04</b>	<b>Total</b>	<b>5459,04</b>		

**Tabel 4.38** Fraksi Massa Reflux Destilasi NPLF

Fraksi Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar			
Uap Solvent PE		Reflux ke Distilasi		Kondensat	
Aliran <42>		Aliran <44>		Aliran <43>	
TAG	0,00	TAG	0,00	TAG	0,000
DAG	0,00	DAG	0,00	DAG	0,000
MAG	0,00	MAG	0,00	MAG	0,000
FFA	0,00	FFA	0,00	FFA	0,000
Impuritis	0,00	Impuritis	0,00	Impuritis	0,000
P.E	1,00	P.E	1,00	P.E	1,000
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

## 20. Storage PLF (F-213)



**Tabel 4.39** Neraca Massa Storage PLF

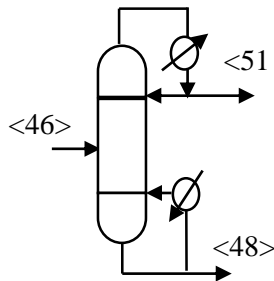
Neraca Massa			
Bahan Masuk		Bahan Keluar	
PLF + Solvent		PLF +Solvent	
Aliran <53>		Aliran <45>	
TAG	285,698	TAG	285,698
DAG	62,053	DAG	62,053
MAG	33,306	MAG	33,306
FFA	101,327	FFA	101,327
Impuritis	60,060	Impuritis	60,060

Methanol	47925,27	Methanol	47925,268
<b>Total</b>	<b>48467,71</b>	<b>Total</b>	<b>48467,71</b>

**Tabel 4.40** Fraksi Massa Storage PLF

Fraksi Massa			
Bahan Masuk		Bahan Keluar	
PLF + Solvent		PLF + Solvent	
Aliran <53>		Aliran <45>	
TAG	0,0059	TAG	0,0059
DAG	0,0013	DAG	0,0013
MAG	0,0007	MAG	0,0007
FFA	0,0021	FFA	0,0021
Impuritis	0,0012	Impuritis	0,0012
Methanol	0,9888	Methanol	0,9888
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

**21. Kolom Distilasi PLF (D-320)**



**Tabel 4.41** Neraca Massa Kolom Destilasi PLF

Neraca Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar			
PLF		Distilat		Bottom	
Aliran <46>		Aliran <51>		Aliran <48>	
TAG	285,698	TAG	0	TAG	285,698
DAG	62,053	DAG	0	DAG	62,053

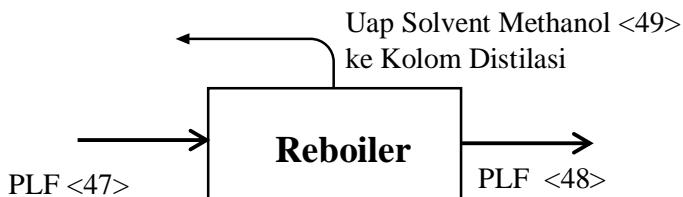


MAG	33,306	MAG	0	MAG	33,306
FFA	101,327	FFA	0	FFA	101,327
Impuritis	60,060	Impuritis	0	Impuritis	60,054
Methanol	47925,27	Methanol	47923,75	Methanol	1,519
<b>Jumlah</b>	<b>48467,71</b>	<b>Jumlah</b>	<b>47923,75</b>	<b>Jumlah</b>	<b>543,96</b>
<b>Total</b>	<b>48467,71</b>	<b>Total</b>	<b>48467,71</b>		

**Tabel 4.42** Neraca Massa Kolom Destilasi PLF

Fraksi Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar			
NPLF		Distilat		Bottom	
Aliran <46>		Aliran <48>		Aliran <49>	
TAG	0,006	TAG	0,00	TAG	0,525
DAG	0,001	DAG	0,00	DAG	0,114
MAG	0,001	MAG	0,00	MAG	0,061
FFA	0,002	FFA	0,00	FFA	0,186
Impuritis	0,001	Impuritis	0,00	Impuritis	0,110
Methanol	0,989	Methanol	1,00	Methanol	0,003
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

## 22. Reboiler Distilasi PLF (E-323)



**Tabel 4.43** Neraca Massa Reboiler Distilasi PLF

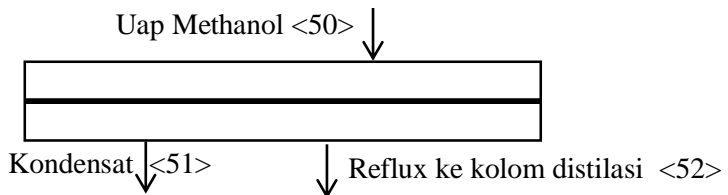
Neraca Massa		
Bahan Masuk	Bahan Keluar	
PLF	Uap Solvent	PLF

Aliran <47>		Aliran <49>		Aliran <48>	
TAG	285,795	TAG	0,1	TAG	285,70
DAG	62,074	DAG	0,0	DAG	62,05
MAG	33,317	MAG	0,0	MAG	33,31
FFA	102,266	FFA	0,9	FFA	101,33
Impuritis	60,05	Impuritis	0,0	Impuritis	60,05
Methanol	1,52	Methanol	0,0	Methanol	1,52
<b>Jumlah</b>	<b>545,03</b>	<b>Jumlah</b>	<b>1,07</b>	<b>Jumlah</b>	<b>543,96</b>
<b>Total</b>	<b>545,03</b>	<b>Total</b>		<b>545,03</b>	

**Tabel 4.44** Fraksi Massa Reboiler Destilasi PLF

Fraksi Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar		Bahan Keluar	
Residu		Uap Solvent		PLF	
Aliran <47>		Aliran <49>		Aliran <48>	
TAG	0,524	TAG	0,1	TAG	0,53
DAG	0,114	DAG	0,0	DAG	0,11
MAG	0,061	MAG	0,0	MAG	0,06
FFA	0,188	FFA	0,9	FFA	0,19
Impuritis	0,110	Impuritis	0,0	Impuritis	0,11
Methanol	0,003	Methanol	0,0		
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

### 23. Reflux Distilasi Methanol (V-324)



**Tabel 4.45** Neraca Massa Reflux Destilasi PLF

Neraca Massa					
Bahan Masuk		Bahan Keluar			
Uap Methanol		Reflux ke Distilias		Kondensat	
Aliran <50>		Aliran <52>		Aliran <51>	
TAG	0,00	TAG	0	TAG	0,00
DAG	0,00	DAG	0	DAG	0,00
MAG	0,00	MAG	0	MAG	0,00
FFA	0,00	FFA	0	FFA	0,00
Impuritis	0,01	Impuritis	0	Impuritis	0,01
Methanol	67015,3	Methanol	19091,51	Methanol	47923,74
<b>Jumlah</b>	<b>67015,3</b>	<b>Jumlah</b>	<b>19091,51</b>	<b>Jumlah</b>	<b>47923,74</b>
<b>Total</b>	<b>67015,3</b>	<b>Total</b>	<b>67015,3</b>		

**Tabel 4.46** Fraksi Massa Reflux Destilasi PLF

Fraksi Massa					
Bahan Masuk			Bahan Keluar		
Uap Methanol		Reflux ke Distilasi		Kondensat	
Aliran <50>		Aliran <52>		Aliran <51>	
TAG	0,0	TAG	0,0	TAG	0,0
DAG	0,0	DAG	0,0	DAG	0,0
MAG	0,0	MAG	0,0	MAG	0,0
FFA	0,0	FFA	0,0	FFA	0,0
Impuritis	0,0	Impuritis	0,0	Impuritis	0,0
Methanol	1,0	Methanol	1,0	Methanol	1,0
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>Total</b>	<b>1</b>

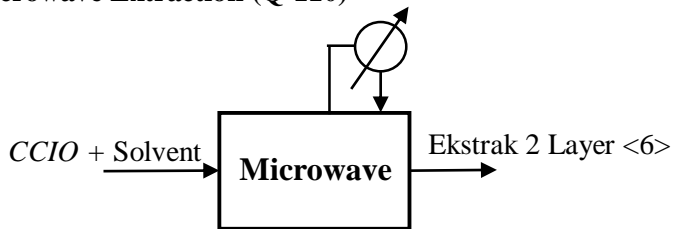
#### 4.2 Neraca Energi

- Basis Perhitungan = 1 jam operasi
- Satuan Perhitungan = kJ/jam
- Kapasitas Produksi = 5295 ton/ tahun  
= 668,56 Kg/jam
- Jumlah hari operasi = 330 hari/tahun
- T referensi = 25 °C = 298 K

Asumsi yang digunakan dalam perhitungan :

- Komponen TAG merupakan Komponen Triolein
- Komponen DAG merupakan Komponen Diolein
- Komponen MAG merupakan Komponen Monoolein
- Komponen FFA dan Impuritis merupakan Komponen Oleic Acid

#### 1. Microwave Extraction (Q-110)

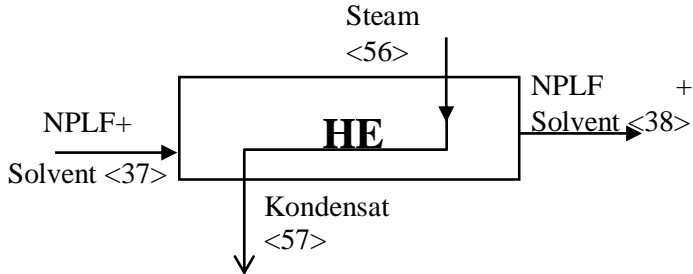


**Tabel 4.47** Neraca Energi Microwave Extraction

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
$\Delta H_1$	19847,73	$\Delta H_6$	139540,01
$\Delta H_5$	57,19	$\Delta H_4$	176,11
$\Delta H_{\text{microwave}}$	119811,20		
<b>Total</b>	<b>139716,12</b>	<b>Total</b>	<b>139716,12</b>

## 2. HE NPLF (E-312)

Fungsi: Untuk memanaskan Aliran NPLF sebelum memasuki Kolom Destilasi

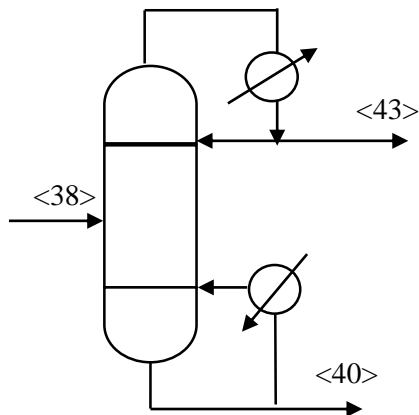


**Tabel 4.48** Neraca Energi HE NPLF

Masuk (KJ/Jam)		Keluar (KJ/Jam)	
$\Delta H_{37}$	15303,11	$\Delta H_{38}$	127814,94
Steam	146164,74	Kondensat	33652,92
<b>Total</b>	<b>161467,86</b>	<b>Total</b>	<b>161467,86</b>

## 3. NPLF Distillation Tank (D-310)

Fungsi: Untuk memisahkan NPLF dengan solvent PE dan Mecycle PE agar dapat digunakan kembali.

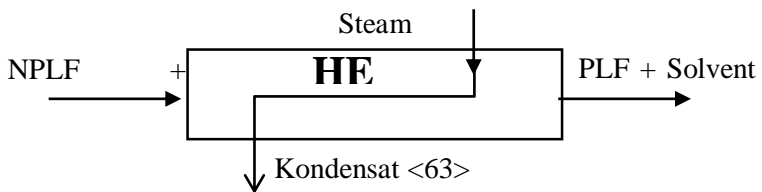


**Tabel 4.49** Neraca Energi Kolom Destilasi NPLF

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
$\Delta H_{38}$	127814,94	$\Delta H_{40}$	166041,69
$Q_{\text{reboiler}}$	33295,94	$\Delta H_{43}$	31771,11
		$Q_{\text{condenser}}$	-36701,93
<b>Total</b>	<b>161110,9</b>	<b>Total</b>	<b>161110,9</b>

**4. HE PLF (E-322)**

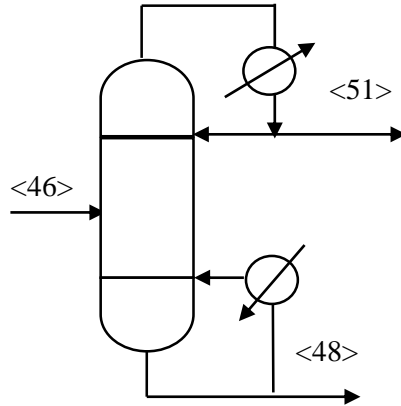
Fungsi: Untuk memanaskan Aliran PLF sebelum memasuki Kolom Distilasi.

**Tabel 4.50** Neraca Energi HE PLF

Masuk (KJ/Jam)		Keluar (KJ/Jam)	
$\Delta H_{45}$	5106,73	$\Delta H_{46}$	38809,26
Steam	43783,14	Kondensat	10080,62
<b>Total</b>	<b>48889,87</b>	<b>Total</b>	<b>48889,87</b>

### 5. Kolom Distilasi PLF (D-320)

Fungsi: Untuk memisahkan PLF dengan solvent Methanol dan Merecycle Methanol agar dapat digunakan kembali.



**Tabel 4.51** Neraca Energi Kolom Destilasi PLF

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
$\Delta H_{46}$	38809,26	$\Delta H_{51}$	4851,05
$Q_{\text{reboiler}}$	30074,30	$\Delta H_{48}$	70742,80
		$Q_{\text{condenser}}$	-6710,30
<b>Total</b>	<b>68883,6</b>	<b>Total</b>	<b>68883,6</b>

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*



## BAB 5 SPESIFIKASI ALAT

Spesifikasi peralatan yang digunakan dalam Pra Desain Pabrik Minyak Goreng Sehat dari *Crude Nyamplung (Calophyllum Innophyllum)* dengan Metode Pemurnian *Batchwise Solvent Extraction - Microwave Assisted Extraction* - adalah sebagai berikut :

### 1. Pompa *Crude Nyamplung (L-111)*

**Tabel 5.1** Spesifikasi Pompa *Crude Nyamplung (L-111)*

<b>Spesifikasi</b>	
Nama alat	= Pompa <i>Crude Nyamplung (L-111)</i>
Fungsi	= Mengalirkan <i>Crude Nyamplung</i> ke Storage Tank <i>Crude Nyamplung</i>
Type	= <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	= 0,018194 ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	= 0,2 hp
Material	= Commercial steel
Jumlah	= 1 buah
Harga	= 815 USD

### 2. Storage Tank *Crude Nyamplung (F-111)*

**Tabel 5.2** Spesifikasi Storage *Crude Nyamplung (F-111)*

<b>Spesifikasi</b>	
Nama	= Storage Tank <i>Crude Nyamplung (F-111)</i>
Fungsi	= Penyimpanan <i>Crude Nyamplung</i>
Tipe	= Silinder vertikal dengan tutup atas
Kondisi Operasi	= -Tekanan 1 atm
	= -Suhu 30 °C
Diameter tangki	= 78 in

Tebal Siliner tangka	=	0,250	in
Tebal tutup atas tangki	=	0,1875	in
Tebal tutup bawah tangki	=	0,1875	in
Tinggi Silinder tangki	=	711,617	in
Tinggi tutup atas tangki	=	62,519	in
Tinggi tutup bawah tangki	=	62,519	in
Tinggi total tangki	=	836,656	in
Kapasitas	=	56615,89	ft <sup>3</sup>
Material konstruksi	=	Carbon Steel, SA-283 Grade C	
Jumlah	=	1	unit
Harga	=	5369,179	USD

### 3. Pompa Methanol (L-112)

**Tabel 5.3** Spesifikasi Pompa Methanol (L-112)

<b>Spesifikasi</b>			
Nama alat	=	Pompa Methanol (L-112)	
Fungsi	=	Mengalirkan Methanol ke Storage Methanol	
Type	=	<i>Centrifugal Pump</i>	
Kapasitas	=	0,137785	ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	=	0,04	Hp
Material	=	Commercial steel	
Jumlah	=	1	Buah
Harga	=	1756.49	USD

### 4. Storage Methanol (F-112)

**Tabel 5.4** Spesifikasi Storage Methanol (F-112)

<b>Spesifikasi</b>			
Nama	=	Methanol Storage Tank (F-112)	
Fungsi	=	Penyimpanan methanol	
Type	=	Silinder vertikal dengan tutup atas dan bawah berbentuk <i>dished head</i>	
Kondisi Operasi	=	Tekanan	1 atm
	=	Suhu	30 °C

Diameter tangka	=	42	in
Tebal Siliner tangka	=	0,188	in
Tebal tutup atas tangka	=	0,5	in
Tebal tutup bawah tangka	=	0,5	in
Tinggi Silinder tangka	=	189,6197	in
Tinggi tutup atas tangka	=	26,400	in
Tinggi tutup bawah tangki	=	26,400	in
Tinggi total tangka	=	242,420	in
Kapasitas	=	1071,15	ft <sup>3</sup>
Material konstruksi	=	Carbon Steel, SA-283 Grade C	
Jumlah	=	1	unit
Harga	=	4844,70	USD

### 5. Pompa Petroleum Eter (L-113)

**Tabel 5.5** Spesifikasi Pompa Petroleum Eter (L-113)

<b>Spesifikasi</b>			
Nama alat	=	Pompa Petroleum Eter (L-113)	
Fungsi	=	Mengalirkan Methanol ke Ekstraktor stage I-VIII	
Type	=	<i>Centrifugal Pump</i>	
Kapasitas	=	0,545324	ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	=	0,02	hp
Material	=	Commercial steel	
Jumlah	=	1	buah
Harga	=	2100,54	USD

### 6. Storage Petroleum Ether (F-113)

**Tabel 5.6** Spesifikasi Storage Petroleum Eter (F-113)

<b>Spesifikasi</b>			
Nama	=	Sodium Methylate Storage Tank (F-313)	
Fungsi	=	Penyimpanan petroleum eter	
Tipe	=	Silinder vertikal dengan tutup atas dan bawah berbentuk dished head	
Kondisi Operasi	=	Tekanan	1 atm
	=	Suhu	30 °C

Diameter tangki	=	180	in
Tebal Siliner tangki	=	0,188	in
Tebal tutup atas tangki	=	0,4375	in
Tebal tutup bawah tangki	=	0,4375	in
Tinggi Silinder tangki	=	321	in
Tinggi tutup atas tangki	=	37,994	in
Tinggi tutup bawah tangki	=	37,994	in
Tinggi total tangki	=	396,989	in
Kapasitas	=	5196,62	ft <sup>3</sup>
Material konstruksi	=	Carbon Steel, SA-283 Grade C	
Jumlah	=	1	unit
Harga	=	6132,61	USD

### 7. Pompa *Crude Nyamplung* ke Microwave (L-114)

**Tabel 5.7** Spesifikasi Pompa *Crude Nyamplung* ke Microwave (L-114)

<b>Spesifikasi</b>			
Nama alat	=	Pompa <i>Crude Nyamplung</i> (L-114)	
Fungsi	=	Mengalirkan <i>Crude Nyamplung</i> ke Microwave	
Type	=	<i>Centrifugal Pump</i>	
Kapasitas	=	0,018194	ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	=	0,2	hp
Material	=	Commercial steel	
Jumlah	=	1	buah
Harga	=	815	USD

### 8. Pompa Petroleum Eter ke Microwave (L-115)

**Tabel 5.8** Spesifikasi Pompa Petroleum Eter (L-115)

<b>Spesifikasi</b>			
Nama alat	=	Pompa Petroleum Eter (L-115)	
Fungsi	=	Mengalirkan petroleum eter ke Microwave	
Type	=	<i>Centrifugal Pump</i>	
Kapasitas	=	0,545325	ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	=	0,02	hp
Material	=	Commercial steel	

Jumlah	=	1	buah
Harga	=	2100,54	USD

---

## 9. Pompa Methanol ke Microwave (L-116)

**Tabel 5.9** Spesifikasi Pompa Methanol (L-116)

<b>Spesifikasi</b>			
Nama alat	=	Pompa Methanol (L116)	
Fungsi	=	Mengalirkan Methanol ke microwave	
Type	=	<i>Centrifugal Pump</i>	
Kapasitas	=	0,137785	ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	=	0,04	hp
Material	=	Commercial steel	
Jumlah	=	1	buah
Harga	=	1756	USD

---

## 10. Microwave (Q-110)

**Tabel 5.10** Spesifikasi (Q-110)

<b>Spesifikasi</b>			
Nama	=	Microwave (Q-110)	
Fungsi	=	Untuk mengkonversi Triglicerida menjadi Metil Ester	
Tipe	=	<i>CSTR (Continous Stirrer Tank Reactor)</i>	
Bentuk	=	<i>Rectangular Tank</i>	
Pengelasan	=	<i>Double welded butt joint</i>	
Bahan	=	Carbon Stell SA 240 grade M type 316	
Jumlah	=	1	buah
Panjang Tangki	=	101,63	in
Lebar Tangki	=	102,00	in
Tinggi Tangki	=	40,00	ft
Tebal Tangki	=	2,50	ft
Jumlah	=	1	Buah

Harga = 36074 | USD

### 11. Kondensor Microwave (E-117)

**Tabel 5.11** Spesifikasi Kondensor Microwave (E-117)

Spesifikasi	
Fungsi	= Menurunkan suhu methanol sebelum masuk kembali ke microwave
Type	= 1-2 Shell and Tube Heat Exchanger
Bahan	= <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Tube	= OD = ¾ in
	Panjang = 16 ft
	Pitch = 1 in square
	Jumlah Tube (Nt) = 40 buah
	Passes = 4
Shell	= -ID = 10 in
	-Passes = 1
	-Heat transfer surface Area = 9,8 ft <sup>2</sup>
	-Heat transfer Coefficient (Clean) = 635 Btu/jam,ft <sup>2</sup> , °F
	-Heat transfer Coefficient (Dirt) = 149 Btu/jam,ft <sup>2</sup> , °F
Jumlah	= 1 Unit
Harga	= 19500 USD

### 12. Decanter Microwave (H-118)

**Tabel 5.12** Spesifikasi Decanter Microwave (H-118)

Spesifikasi	
Nama	= Decanter Microwave (H-118)
Fungsi	= Pemisahan fraksi PLF dan NPLF
Tipe	= Silinder vertikal dengan tutup atas dan berbentuk dished head
Kondisi Operasi	= -Tekanan 1 atm
	-Suhu 30 °C

Diameter tangki	=	3,675	in
Tebal Siliner tangki	=	0,188	in
Tebal tutup atas tangki	=	0,1875	in
Tebal tutup bawah tangki	=	0,1875	in
Tinggi Silinder tangki	=	11,02619	in
Tinggi tutup atas tangki	=	6,990	in
Tinggi tutup bawah tangki	=	6,990	in
Tinggi total tangki	=	25,007	in
Kapasitas	=	0,05	ft <sup>3</sup>
Waktu pemisahan	=	5,86	menit
Material konstruksi	=	Carbon steels SA-283 C	
Jumlah	=	1 unit	
Harga	=	8900	USD

---

### 13. Storage Produk Microwave (F-114)

**Tabel 5.13** Spesifikasi *Storage* Produk Microwave (F-114)

<b>Spesifikasi</b>			
Nama	=	<i>Storage</i> Produk Microwave (F-114)	
Fungsi	=	Penyimpanan Produk Microwave	
Tipe	=	Silinder vertikal dengan tutup atas	
Kondisi Operasi	=	-Tekanan	1 atm
	=	-Suhu	30 °C
Diameter tangki	=	108	in
Tebal Siliner tangki	=	0,250	in
Tebal tutup atas tangki	=	0,875	in
Tebal tutup bawah tangki	=	0,875	in
Tinggi Silinder tangki	=	182,4277437	in
Tinggi tutup atas tangki	=	21,367	in
Tinggi tutup bawah tangki	=	21,367	in
Tinggi total tangki	=	144,083	in

Kapasitas	=	953,83	ft <sup>3</sup>
Material konstruksi	=	Carbon Steel, SA-283 Grade C	
Jumlah	=	1	unit
Harga	=	7517	USD

---

#### 14. Ekstraktor Stage I (M-210 A)

**Tabel 5.14** Spesifikasi *Ekstraktor Stage I (M-210 A)*

<b>Spesifikasi</b>			
Nama alat	=	<i>Ekstraktor stage I(M-210 A)</i>	
Fungsi	=	Mencampurkan NPLF dengan Methanol	
Bentuk	=	Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk Dished head	
Kapasitas	=	4269,551743	ft <sup>3</sup>
Dimensi tangki	=	Diameter tangki	= 167,0138 in
		Tebal Siliner tangki	= 0,3125 in
		Tebal tutup atas tangki	= 0,4375 in
		Tebal tutup bawah tangki	= 0,4375 in
		Tinggi Silinder tangki	= 300,6248 in
		Tinggi tutup atas tangki	= 34,807 in
		Tinggi tutup bawah tangki	= 34,807 in
		Tinggi total tangki	= 370,239 in
Jenis Impeller	=	Flat six blade open turbine	
Kecepatan putar	=	60	rpm
Power motor	=	3,176	hp
Harga	=	25,441	USD

---



## 15. Ekstraktor Stage II (M-210 B)

**Table 5.15** Spesifikasi Ekstraktor Stage II (M-210B)

Spesifikasi	
Nama alat	= <i>Ekstraktor stage II(M-210 B)</i>
Fungsi	= Mencampurkan NPLF dengan Methanol
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk Dished head
Kapasitas	= 4269,551743 ft <sup>3</sup>
Dimensi tangki	= -Diameter tangki = 167,0138 in
	-Tebal Siliner tangki = 0,3125 in
	-Tebal tutup atas tangki = 0,4375 in
	-Tebal tutup bawah tangki = 0,4375 in
	-Tinggi Silinder tangki = 300,6248 in
	-Tinggi tutup atas tangki = 34,807 in
	-Tinggi tutup bawah tangki = 34,807 in
	= -Tinggi total tangki = 370,239 in
Jenis Impeller	= Flat six blade open turbine
Kecepatan putar	= 60 rpm
Power motor	= 3,176 hp
Harga	= 25,441 USD

## 16. Ekstraktor Stage III(M-210 C)

**Table 5.16** Spesifikasi Ekstraktor Stage III (M-210 C)

Spesifikasi	
Nama alat	= <i>Ekstraktor stage III(M-210 C)</i>
Fungsi	= Mencampurkan NPLF dengan Methanol
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk Dished head
Kapasitas	= 4269,551743 ft <sup>3</sup>

Dimensi tangki	=	-Diameter tangki	=	167,0138	in
		-Tebal Siliner tangki	=	0,3125	in
		-Tebal tutup atas tangka	=	0,4375	in
		-Tebal tutup bawah tangki	=	0,4375	in
		-Tinggi Silinder tangki	=	300,6248	in
		-Tinggi tutup atas tangki	=	34,807	in
		-Tinggi tutup bawah tangki	=	34,807	in
		-Tinggi total tangki	=	370,239	in
Jenis Impeller	=	Flat six blade open turbine			
Kecepatan putar	=	60 rpm			
Power motor	=	3,176 hp			
Harga	=	25,441 USD			

## 17. Ekstraktor Stage IV(M-210 D)

**Table 5.17** Spesifikasi Ekstraktor Stage IV (M-210 D)

Spesifikasi	
Nama alat	= <i>Ekstraktor stage IV(M-210 D)</i>
Fungsi	= Mencampurkan NPLF dengan Methanol
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk Dished hea
Kapasitas	= 4269,551743 ft <sup>3</sup>
Dimensi tangki	= -Diameter tangki = 167,0138 in
	-Tebal Siliner tangki = 0,3125 in
	-Tebal tutup atas tangki = 0,4375 in
	-Tebal tutup bawah tangki = 0,4375 in
	-Tinggi Silinder tangki = 300,6248 in

	-Tinggi tutup atas tangki	=	34,807	in
	-Tinggi tutup bawah tangki	=	34,807	in
	-Tinggi total tangki	=	370,239	in
Jenis Impeller	=	Flat six blade open turbine		
Kecepatan putar	=	60 rpm		
Power motor	=	3,176 hp		
Harga	=	25,441 USD		

## 18. Ekstraktor Stage V (M-210 E)

**Tabel 5.18** Spesifikasi Ekstraktor Stage V (M-210 E)

Spesifikasi				
Nama alat	=	<i>Ekstraktor stage V(M-210 E)</i>		
Fungsi	=	Mencampurkan NPLF dengan Methanol		
Bentuk	=	Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk Dished head		
Kapasitas	=	4269,551743	ft <sup>3</sup>	
Dimensi tangki	=	-Diameter tangki	=	167,0138 in
		-Tebal Siliner tangki	=	0,3125 in
		-Tebal tutup atas tangki	=	0,4375 in
		-Tebal tutup bawah tangki	=	0,4375 in
		-Tinggi Silinder tangki	=	300,6248 in
		-Tinggi tutup atas tangki	=	34,807 in
		-Tinggi tutup bawah tangki	=	34,807 in
	-Tinggi total tangki	=	370,239 in	
Jenis Impeller	=	Flat six blade open turbine		
Kecepatan putar	=	60	rpm	
Power motor	=	3,176	hp	

Harga = 25,441 USD

## 19. Ekstraktor Stage VI-VII (M-210 F-G)

**Tabel 5.19** Spesifikasi Ekstraktor Stage VI-VII (M-210 F-G)

Spesifikasi	
Nama alat	= <i>Ekstraktor stage VI-VII (M-210 F-G)</i>
Fungsi	= Mencampurkan NPLF dengan Methanol
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk Dished hea
Kapasitas	= 4269,551743 ft <sup>3</sup>
Dimensi tangki	-Diameter tangki = 167,0138 in
	-Tebal Siliner tangki = 0,3125 in
	-Tebal tutup atas tangki = 0,4375 in
	-Tebal tutup bawah tangki = 0,4375 in
	-Tinggi Silinder tangki = 300,6248 in
	-Tinggi tutup atas tangki = 34,807 in
	-Tinggi tutup bawah tangki = 34,807 in
	-Tinggi total tangki = 370,239 in
Jenis Impeller	= Flat six blade open turbine
Kecepatan putar	= 60 rpm
Power motor	= 3,176 hp
Harga	= 25,441 USD

## 20. Decanter Stage I (H-220 A)

**Tabel 5.20** Spesifikasi Decanter Stage I (H-220 A)

Spesifikasi	
Nama	= <i>Decanter Stage I (H-220 A)</i>
Fungsi	= Pemisahan fraksi PLF dan NPLF
Tipe	= Silinder vertikal dengan tutup atas

Kondisi Operasi	=	Tekanan	1	atm
		Suhu	30	°C
Diameter tangki	=	4,885	in	
Tebal Siliner tangki	=	0,188	in	
Tebal tutup atas tangki	=	0,1875	in	
Tebal tutup bawah tangki	=	0,1875	in	
Tinggi Silinder tangki	=	4,885011	in	
Tinggi tutup atas tangki	=	7,173	in	
Tinggi tutup bawah tangki	=	7,173	in	
Tinggi total tangki	=	19,232	in	
Kapasitas	=	0,24	ft <sup>3</sup>	
Waktu pemisahan	=	17,04	menit	
Material konstruksi	=	Carbon steels SA-283 C		
Jumlah	=	1	unit	
Harga	=	8900	USD	

## 21. Decanter Stage II (H-220 B)

**Tabel 5.21** Spesifikasi Decanter Stage II(H-220 B)

<b>Spesifikasi</b>				
Nama	=	<i>Decanter Stage II (H-220 B)</i>		
Fungsi	=	Pemisahan fraksi PLF dan NPLF		
Tipe	=	Silinder vertikal dengan tutup atas		
Kondisi Operasi	=	Tekanan	1	atm
		Suhu	30	°C
Diameter tangki	=	4,885	in	
Tebal Siliner tangki	=	0,188	in	
Tebal tutup atas tangki	=	0,1875	in	
Tebal tutup bawah tangki	=	0,1875	in	
Tinggi Silinder tangki	=	4,885011	in	
Tinggi tutup atas tangki	=	7,173	in	
Tinggi tutup bawah tangki	=	7,173	in	
Tinggi total tangki	=	19,232	in	
Kapasitas	=	0,24	ft <sup>3</sup>	

Waktu pemisahan	=	17,04	menit
Material konstruksi	=	Carbon steels SA-283 C	
Jumlah	=	1	unit
Harga	=	8900	USD

## 22. Decanter Stage III (H-220 C)

**Tabel 5.22** Spesifikasi Decanter Stage III (H-220 C)

<b>Spesifikasi</b>			
Nama	=	<i>Decanter Stage III (H-220 C)</i>	
Fungsi	=	Pemisahan fraksi PLF dan NPLF	
Tipe	=	Silinder vertikal dengan tutup atas	
Kondisi Operasi	=	Tekanan	1 atm
		Suhu	30 °C
Diameter tangki	=	4,885	in
Tebal Siliner tangki	=	0,188	in
Tebal tutup atas tangki	=	0,1875	in
Tebal tutup bawah tangki	=	0,1875	in
Tinggi Silinder tangki	=	4,885011	in
Tinggi tutup atas tangki	=	7,173	in
Tinggi tutup bawah tangki	=	7,173	in
Tinggi total tangki	=	19,232	in
Kapasitas	=	0,24	ft <sup>3</sup>
Waktu pemisahan	=	17,04	menit
Material konstruksi	=	Carbon steels SA-283 C	
Jumlah	=	1	unit
Harga	=	8900	USD

## 23. Decanter Stage IV (H-220 D)

**Tabel 5.23** Spesifikasi Decanter Stage IV (H-220 D)

<b>Spesifikasi</b>			
Nama	=	<i>Decanter Stage IV (H-220 D)</i>	
Fungsi	=	Pemisahan fraksi PLF dan NPLF	
Tipe	=	Silinder vertikal dengan tutup atas	

Kondisi Operasi	=	Tekanan	1	atm
		Suhu	30	°C
Diameter tangki	=	4,885	in	
Tebal Siliner tangki	=	0,188	in	
Tebal tutup atas tangki	=	0,1875	in	
Tebal tutup bawah tangki	=	0,1875	in	
Tinggi Silinder tangki	=	4,885011	in	
Tinggi tutup atas tangki	=	7,173	in	
Tinggi tutup bawah tangki	=	7,173	in	
Tinggi total tangki	=	19,232	in	
Kapasitas	=	0,24	ft <sup>3</sup>	
Waktu pemisahan	=	17,04	menit	
Material konstruksi	=	Carbon steels SA-283 C		
Jumlah	=	1	unit	
Harga	=	8900	USD	

## 24. Decanter Stage V (H-220 E)

**Tabel 5.24** Spesifikasi Decanter Stage V (H-220 E)

<b>Spesifikasi</b>				
Nama	=	<i>Decanter Stage V (H-220 E)</i>		
Fungsi	=	Pemisahan fraksi PLF dan NPLF		
Tipe	=	Silinder vertikal dengan tutup atas		
Kondisi Operasi	=	Tekanan	1	atm
		Suhu	30	°C
Diameter tangki	=	4,885	in	
Tebal Siliner tangki	=	0,188	in	
Tebal tutup atas tangki	=	0,1875	in	
Tebal tutup bawah tangki	=	0,1875	in	
Tinggi Silinder tangki	=	4,885011	in	
Tinggi tutup atas tangki	=	7,173	in	
Tinggi tutup bawah tangki	=	7,173	in	
Tinggi total tangki	=	19,232	in	
Kapasitas	=	0,24	ft <sup>3</sup>	

Waktu pemisahan	=	17,04	menit
Material konstruksi	=	Carbon steels SA-283 C	
Jumlah	=	1	unit
Harga	=	8900	USD

---

## 25. Decanter Stage VI-VII (H-220 F-G)

**Tabel 5.25** Spesifikasi Decanter Stage VI-VII (H-220 F-G)

### Spesifikasi

Nama	=	<i>Decanter Stage VI-VII (H-220F-G)</i>	
Fungsi	=	Pemisahan fraksi PLF dan NPLF	
Tipe	=	Silinder vertikal dengan tutup atas	
Kondisi Operasi	=	Tekanan	1 atm
		Suhu	30 °C
Diameter tangki	=	4,885	in
Tebal Siliner tangki	=	0,188	in
Tebal tutup atas tangki	=	0,1875	in
Tebal tutup bawah tangki	=	0,1875	in
Tinggi Silinder tangki	=	4,885011	in
Tinggi tutup atas tangki	=	7,173	in
Tinggi tutup bawah tangki	=	7,173	in
Tinggi total tangki	=	19,232	in
Kapasitas	=	0,24	ft <sup>3</sup>
Waktu pemisahan	=	17,04	menit
Material konstruksi	=	Carbon steels SA-283 C	
Jumlah	=	1	unit
Harga	=	8900	USD

---

## 26. Centrifugal Pump Batchwise Stage I (L-221A)

**Tabel 5.26** Spesifikasi Centrifugal Pump Batchwise Stage I (L-221A)

### Spesifikasi

Nama alat	=	<i>Centrifugal pump batchwise stage I (L-221 A)</i>
-----------	---	---



Fungsi	=	Mengalirkan fraksi NPLF ke ekstraktor stage II
Type	=	<i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	=	1,369238 ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	=	1,00 Hp
Material	=	stainless steel
Jumlah	=	1 Buah
Harga	=	1756.49 USD

---

### 27. Centrifugal Pump Batchwise Stage II (L-221 B)

**Tabel 5.27** Spesifikasi Centrifugal Pump Batchwise Stage II (L-221B)

<b>Spesifikasi</b>		
Nama alat	=	<i>Centrifugal pump batchwise stage II (L-221 B)</i>
Fungsi	=	Mengalirkan fraksi NPLF ke ekstraktor stage III
Type	=	<i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	=	1,369238 ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	=	1,00 Hp
Material	=	stainless steel
Jumlah	=	1 Buah
Harga	=	1756.49 USD

---

### 28. Centrifugal Pump Batchwise Stage III(L-221 C)

**Tabel 5.28** Spesifikasi Centrifugal Pump Batchwise Stage III (L-221C)

<b>Spesifikasi</b>		
Nama alat	=	<i>Centrifugal pump batchwise stage III (L-221 C)</i>

---

Fungsi	=	Mengalirkan fraksi NPLF ke ekstraktor stage III
Type	=	<i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	=	1,369238 ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	=	1,00 Hp
Material	=	stainless steel
Jumlah	=	1 Buah
Harga	=	1756.49 USD

---

### 29. Centrifugal Pump Batchwise Stage IV(L-221 D)

**Tabel 5.29** Spesifikasi Centrifugal Pump Batchwise Stage IV (L-221D)

<b>Spesifikasi</b>		
Nama alat	=	<i>Centrifugal pump batchwise stage IV (L-221 D)</i>
Fungsi	=	Mengalirkan fraksi NPLF ke ekstraktor stage IV
Type	=	<i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	=	1,369238 ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	=	1,00 Hp
Material	=	stainless steel
Jumlah	=	1 Buah
Harga	=	1756.49 USD

---

### 30. Centrifugal Pump Batchwise Stage V(L-221 E)

**Tabel 5.30** Spesifikasi Centrifugal Pump Batchwise Stage V (L-221E)

<b>Spesifikasi</b>		
Nama alat	=	<i>Centrifugal pump batchwise stage V (L-221 E)</i>

---

Fungsi	=	Mengalirkan fraksi NPLF ke ekstraktor stage V
Type	=	<i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	=	1,369238 ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	=	1,00 Hp
Material	=	stainless steel
Jumlah	=	1 Buah
Harga	=	1756.49 USD

---

### 31. Centrifugal Pump Batchwise Stage VI-VII (L-211 F-G)

**Tabel 5.31** Spesifikasi Centrifugal Pump Batchwise Stage VI-VII (L-221F-G)

<b>Spesifikasi</b>		
Nama alat	=	<i>Centrifugal pump batchwise stage VI - VII (L-221 F)</i>
Fungsi	=	Mengalirkan fraksi NPLF ke ekstraktor stage VI
Type	=	<i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	=	1,369238 ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	=	1,00 Hp
Material	=	stainless steel
Jumlah	=	1 Buah
Harga	=	1756.49 USD

---

### 32. Pompa Umpan Kolom Distilasi NPLF (L-311)

**Tabel 5.32** Spesifikasi Pompa NPLF ke Storage NPLF (L-311)

<b>Spesifikasi</b>		
Nama alat	=	Pompa Umpan Kolom Distilasi NPLF (L-311)
Fungsi	=	Mengalirkan produk distilasi (D-230) ke reaktor
Type	=	<i>Centrifugal Pump</i>

Kapasitas	=	0,059	ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	=	0,01	Hp
Material	=	stainless steel	
Jumlah	=	1	Buah
Harga	=	815	USD

---

### 33. HE NPLF (E-312)

**Tabel 5.33** Spesifikasi HE NPLF (E-312)

<b>Spesifikasi</b>			
Fungsi	=	Menaikan suhu campuran sebelum masuk ke kolom distilasi	
Type	=	<i>1-2 Shell and Tube Heat Exchanger</i>	
Bahan	=	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	
Tube	=	OD	= 3/4 in
		Panjang	= 16 Ft
		Pitch	= 1 in square
		Jumlah Tube (Nt)	= 0,27945 buah
		Passes	= 2
Shell	=	ID	= 8 in
		Passes	= 1
		Heat transfer surface Area	= 5,1687 ft <sup>2</sup>
		Heat transfer Coefficient (Clean)	= 178,247
		Heat transfer Coefficient (Dirt)	= 95,9808
Jumlah	=	1	unit
Harga	=	15600	USD

---

### 34. Kolom Distilasi NPLF (D-310)

**Tabel 5.34** Spesifikasi Kolom Distilasi NPLF (D-310)

<b>Spesifikasi</b>	
Nama	= NPLF Distillation Coloumn (D-310)

Fungsi	=	Untuk memisahkan Petroleum eter dari fraksi NPLF campuran organik lainnya
Jenis Kolom	=	<i>Tray distillation column</i>
Jenis Tray	=	<i>sieve tray</i>
Jumlah Tray	=	16 <i>Stages</i>
Tray spacing	=	18 in
Active area	=	30,065 ft <sup>2</sup>
Area of holes	=	3,0065 ft <sup>2</sup>
Area downcomer	=	3,3406 ft <sup>2</sup>
$A_h/A$	=	0,090
$A_d/A$	=	0,100
$A_h/A_A$	=	0,1
$d_h$	=	0,25 in
$l_w$	=	46,939 in
$h_w$	=	0,5 in
<b>Silinder</b>		
Tinggi Kolom	=	34,704 ft
Volume Kolom	=	3995,3 ft <sup>3</sup>
Diameter dalam	=	53,625 in
Diameter luar	=	54 in
Tebal shell	=	0,1875 in
Tebal tutup atas dan bawah	=	0,1875 in
Bahan konstruksi	=	Carbon Steel SA 240 grade M type 316
Harga	=	31300 USD

---

**35. Kondensor Distilasi NPLF ( E-314)****Tabel 5.35** Spesifikasi Kondensor NPLF ( E-314)

<b>Spesifikasi</b>	
Fungsi	= Menurunkan suhu petroleum eter sebelum masuk storage
Type	= Shell and Tube Heat Exchanger
Bahan	= <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Tube	= OD = 3/4 in
	Panjang = 16 ft
	Pitch = 1 in square
	Passes = 4
Shell	= ID = 10 in
	Passes = 1
	Heat transfer surface Area = 9,78461
	Heat transfer Coefficient (Clean) = 634,892
	Heat transfer Coefficient (Dirt) = 148,783
Jumlah	= 1 Unit
Harga	= 19500 USD

**36. Reboiler Distilasi NPLF ( E-313)****Tabel 5.36** Spesifikasi Reboiler Distilasi NPLF ( E-313)

<b>Spesifikasi</b>	
Fungsi	= Menaikan suhu campuran sebelum masuk ke kolom distilasi
Type	= 1-2 Shell and Tube Heat Exchanger
Bahan	= <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Tube	= OD = 3/4 in
	Panjang = 16 ft
	Pitch = 1 in square
	Passes = 2
Shell	= ID = 8 in

Passes	=	1
Heat transfer surface Area	=	38,6335 ft <sup>2</sup>
Heat transfer Coefficient (Clean)	=	178,247
Heat transfer Coefficient (Dirt)	=	95,9808
Jumlah	=	1 unit
Harga	=	22873 USD

---

### 37. Pompa NPLF ke Storage NPLF (L-315)

**Tabel 5.37** Spesifikasi Pompa NPLF ke Storage NPLF (L-315)

<b>Spesifikasi</b>	
Nama alat	= Pompa NPLF Storage (L-315)
Fungsi	= Mengalirkan produk NPLF ke storage NPLF
Type	= <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	= 0,075352 ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	= 0,04 Hp
Material	= Commercial steel
Jumlah	= 1 Buah
Harga	= 815 USD

---

### 38. Storage NPLF (F-316)

**Tabel 5.38** Spesifikasi Storage NPLF (F-316)

<b>Spesifikasi</b>	
Nama	= NPLF Storage Tank (F-316)
Fungsi	= Penyimpanan NPLF
Tipe	= Silinder vertikal dengan tutup atas
Kondisi Operasi	= Tekanan 1 atm
	= Suhu 30 °C
Diameter tangka	= 60 in

Tebal Siliner tangka	=	0,188	in
Tebal tutup atas tangki	=	0,625	in
Tebal tutup bawah tangki	=	0,625	in
Tinggi Silinder tangki	=	106,226	in
Tinggi tutup atas tangki	=	14,605	in
Tinggi tutup bawah tangki	=	14,605	in
Tinggi total tangka	=	88,225	in
Kapasitas	=	188,32	ft <sup>3</sup>
Material konstruksi	=	Carbon Steel, SA-283 Grade C	
Jumlah	=	1	unit
Harga	=	3198	USD

---

### 39. Pompa PE ke Storage PE (L-317)

**Tabel 5.39** Spesifikasi Pompa PE ke Storage PE (L-317)

#### Spesifikasi

Nama alat	=	<i>PE Centrifuge pump (L-317)</i>	
Fungsi	=	Mengalirkan PE ke storage PE	
Type	=	<i>Pump</i>	
Kapasitas	=	0,068227	ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	=	0,7	Hp
Material	=	Commercial steel	
Jumlah	=	1	buah
Harga	=	815	USD

---

### 40. Pompa Umpan Kolom Distilasi PLF (L-321)

**Tabel 5.40** Spesifikasi Pompa Umpan Kolom Distilasi PLF (L-321)

#### Spesifikasi

Nama alat	=	Pompa Umpan Kolom distilasi PLF (L-321)	
-----------	---	---	--



Fungsi	=	Mengalirkan (F-330) masuk ke Kolom distilasi
Type	=	<i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	=	0,059 ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	=	0,01 hp
Material	=	Commercial steel
Jumlah	=	1 buah
Harga	=	815 USD

---

#### 41. HE PLF (E-322)

**Tabel 5.41** Spesifikasi HE PLF (E-322)

<b>Spesifikasi</b>			
Fungsi	=	Menaikan suhu campuran sebelum masuk ke kolom distilasi	
Type	=	<i>1-2 Shell and Tube Heat Exchanger</i>	
Bahan	=	<i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>	
Tube	=	OD	= 3/4 in
		Panjang	= 16 ft
		Pitch	= 1 in square
		Jumlah Tube (Nt)	= 0,27945 buah
		Passes	= 2
Shell	=	ID	= 8 in
		Passes	= 1
		Heat transfer surface Area	= 5,1687 ft <sup>2</sup>
		Heat transfer Coefficient (Clean)	= 178,247
		Heat transfer Coefficient (Dirt)	= 95,9808
Jumlah	=	1	Unit
Harga	=	15600	USD

---

**42. Kolom Distilasi PLF (D-320)****Tabel 5.42** Spesifikasi Kolom Distilasi PLF (D-320)

<b>Spesifikasi</b>		
Nama	=	NPLF Distillation Coloumn (D-320)
Fungsi	=	Untuk memisahkan Petroleum eter darifraksi PLF campuran organik lainnya
Jenis Kolom	=	<i>Tray distillation column</i>
Jenis Tray	=	<i>sieve tray</i>
Jumlah Tray	=	16 Stages
Tray spacing	=	18 In
Active area	=	30,065 ft <sup>2</sup>
Area of holes	=	3,0065 ft <sup>2</sup>
Area downcomer	=	3,3406 ft <sup>2</sup>
$A_h/A$	=	0,090
$A_d/A$	=	0,100
$A_h/A_A$	=	0,1
$d_h$	=	0,25 in
$l_w$	=	46,939 in
$h_w$	=	0,5 in
<b>Silinder</b>		
Tinggi Kolom	=	34,704 ft
Volume Kolom	=	3995,3 ft <sup>3</sup>
Diameter dalam	=	53,625 in
Diameter luar	=	54 in
Tebal shell	=	0,1875 in
Tebal tutup atas dan bawah	=	0,1875 in

Bahan konstruksi	=	Carbon Steel SA 240 grade M type 316
Harga	=	31300 USD

---

#### 43. Kondensor Distilasi PLF (E-323)

**Tabel 5.43** Spesifikasi PLF Condensor (E-323)

<b>Spesifikasi</b>	
Fungsi	= Menurunkan suhu methanol sebelum masuk storage
Type	= Shell and Tube Heat Exchanger
Bahan	= <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Tube	= OD = 3/4 in
	Panjang = 16 ft
	Pitch = 1 in square
	Passes = 4
Shell	= ID = 10 in
	Passes = 1
	Heat transfer surface Area = 9,78461
	Heat transfer Coefficient (Clean) = 634,892
	Heat transfer Coefficient (Dirt) = 148,783
Jumlah	= 1 Unit
Harga	= 19500 USD

---

#### 44. Reboiler Distilasi PLF (E-324)

**Tabel 5.44** Spesifikasi PLF Reboiler (E-324)

<b>Spesifikasi</b>	
Fungsi	= Menaikan suhu campuran sebelum masuk ke kolom distilasi
Type	= 1-2 Shell and Tube Heat Exchanger
Bahan	= <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Tube	= OD = 3/4 in

	Panjang	=	16	ft
	Pitch	=	1	in square
	Passes	=	2	
Shell	= ID	=	8	in
	Passes	=	1	
	Heat transfer surface Area	=	38,6335	
	Heat transfer Coefficient (Clean)	=	178,247	
	Heat transfer Coefficient (Dirt)	=	95,9808	
Jumlah	=	1	unit	
Harga	=	22873	USD	

---

#### 45. Pompa PLF ke Storage PLF (L-325)

**Tabel 5.45** Spesifikasi Pompa PLF ke Storage PLF (L-325)

<b>Spesifikasi</b>	
Nama alat	= Pompa Storage PLF (L-325)
Fungsi	= Mengalirkan ke dalam PLF <i>storage tank</i> (F-326)
Type	= <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	= 0,059099 ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	= 0,01 hp
Material	= Commercial steel
Jumlah	= 1 buah
Harga	= 815 USD

#### 46. PLF Storage Tank (F-326)

**Tabel 5.46** Spesifikasi *PLF Storage Tank (F-326)*

<b>Spesifikasi</b>	
Nama	= <i>PLF Storage Tank (F-326)</i>
Fungsi	= Penyimpanan PLF
Tipe	= Silinder vertikal dengan tutup
Kondisi Operasi	= Tekanan 1 atm
Diameter tangki	= 34 in
Tebal Siliner tangki	= 0,188 in
Tebal tutup atas tangki	= 0,3125 in
Tebal tutup bawah tangki	= 0,3125 in
Tinggi Silinder tangki	= 59,8353 in
Tinggi tutup atas tangki	= 20,004 in
Tinggi tutup bawah tangki	= 20,004 in
Tinggi total tangki	= 99,843 in
Kapasitas	= 33,66 ft <sup>3</sup>
Material konstruksi	= Carbon Steel, SA-283 Grade C
Jumlah	= 1 unit
Harga	= 3198 USD

#### 47. Pompa Metanol ke Storage Metanol (L-327)

**Tabel 5.47** Spesifikasi *NPLF Centrifuge pump (L-327)*

<b>Spesifikasi</b>	
Nama alat	= <i>Methanol Centrifuge pump (L-327)</i>
Fungsi	= Mengalirkan Methanol ke storage methanol
Type	= <i>Pump</i>
Kapasitas	= 0,018549 ft <sup>3</sup> /detik
Power motor	= 0,7 Hp
Material	= Commercial steel

Jumlah	=	1	buah
Harga	=	815	USD

---

## **BAB 6**

### **ANALISA EKONOMI**

Analisa ekonomi merupakan salah satu parameter apakah suatu pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan bahan baku yang dibutuhkan dan produk yang dihasilkan menurut neraca massa yang telah tercantum dalam Bab III. Harga peralatan untuk proses berdasarkan spesifikasi peralatan yang dibutuhkan seperti yang tercantum dalam appendiks C dihitung berdasarkan pada neraca massa dan energi. Selain itu, juga diperlukan analisa biaya yang diperlukan untuk beroperasi dan utilitas, jumlah dan gaji karyawan serta pengadaan lahan untuk pabrik.

#### **6.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia**

##### **6.1.1 Bentuk Badan Perusahaan**

Bentuk badan perusahaan dalam pabrik minyak goreng dari biji nyamplung ini dipilih Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas adalah organisasi usaha yang memiliki badan hukum resmi yang hanya berlaku pada perusahaan tanpa melibatkan harta pribadi atau perseorangan yang ada di dalamnya. Di dalam PT, pemilik modal tidak harus memimpin perusahaan, karena dapat merujuk orang lain di luar pemilik modal untuk menjadi pimpinan. Hal ini dipilih karena beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Pemilik modal adalah pemegang saham sedangkan pelaksanaannya adalah dewan komisaris.
2. Kekayaan pemegang saham terpisah dari kekayaan perusahaan, sehingga kekayaan pemegang saham tidak menentukan modal perusahaan.
3. Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh yaitu dari penjualan saham maupun dari pinjaman.

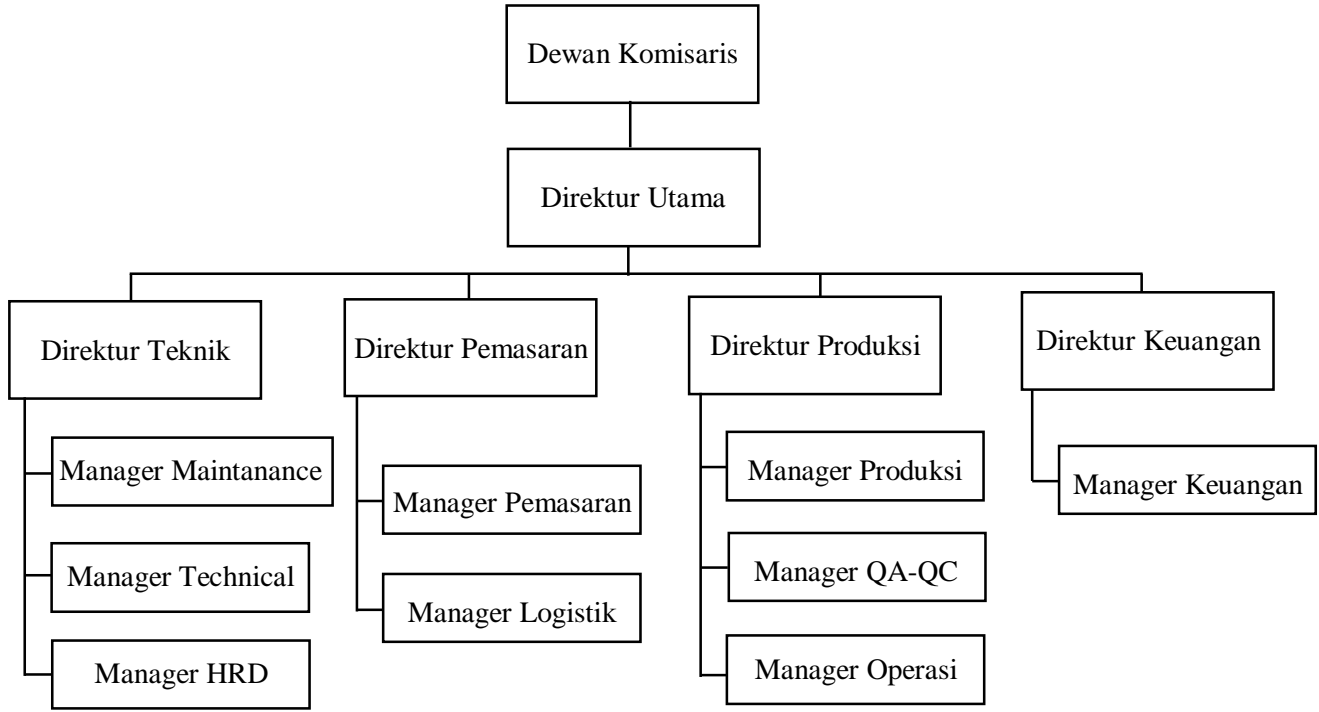
##### **6.1.2. Sistem Organisasi Perusahaan**

Sistem organisasi perusahaan ini adalah lini dan staff. Organisasi lini dan staff adalah suatu bentuk organisasi dimana pelimpahan wewenang berlangsung secara vertikal dan sepenuhnya dari pucuk pimpinan ke kepala bagian dibawahnya serta masing – masing pejabat, manajer atau direktur ditempatkan

satu atau lebih pejabat staff yang tidak mempunyai wewenang memerintah tapi hanya sebagai penasihat. Alasan pemakaian sistem ini adalah:

- Ada pembagian tugas yang jelas.
- Kerjasama dan koordinasi dapat dilaksanakan dengan jelas.
- Pengembangan bakat segenap anggota organisasi terjamin.
- Staffing dilaksanakan sesuai dengan prinsip *the right man on the right place*.
- Bentuk organisasi ini fleksibel untuk diterapkan.
- Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi yang terus menerus.
- Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik. Masing - masing kepala bagian/direktur secara langsung bertanggung jawab atas aktifitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.





**Gambar 6. 1** Struktur Organisasi Perusahaan

Terdapat dua komponen utama dalam organisasi lini dan staff, yaitu:

➤ Pimpinan

Tugas pimpinan secara garis besar adalah :

- a. Membuat rencana kerja yang terperinci dengan koordinasi para staff.
- b. Melakukan pengawasan pelaksanaan kerja dari berbagai bagian dalam pabrik.
- c. Meninjau secara teratur pelaksanaan pekerjaan pada masing-masing bagian dan memberikan bimbingan serta petunjuk dalam pelaksanaan pekerjaan.
- d. Melaporkan kepada direksi tentang hal-hal yang terkait dengan pengelolaan pabrik.

Mewakili pabrik dalam perundingan dengan pihak lain.

➤ Staff (Pembantu Pimpinan)

- a. Terdiri dari para tenaga ahli yang membantu pemimpin dan yang menjalankan kebijaksanaan perusahaan.
- b. Staff merupakan suatu tim yang utuh dan saling membantu dan saling membutuhkan, setiap permasalahan yang ada dipecahkan secara bersama.

Macam-macam staf antara lain:

a) Staff koordinasi

Biasanya disebut staff umum, yaitu kelompok staff yang membantu pimpinan dalam perencanaan dan pengawasan, juga setiap saat memberikan nasehat kepada pimpinan baik diminta maupun tidak.

b) Staff teknik

Biasanya disebut staff khusus, yaitu kelompok staff yang memberikan pelayanan jasa kepada komponen pelaksana untuk melancarkan tugas pabrik.

c) Staff ahli

Staff ini terdiri dari para ahli dalam bidang yang diperlukan oleh pabrik untuk membantu direktur dalam penelitian.

### **6.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan**

Pembagian kerja dalam organisasi ini adalah:

#### 1. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris bertindak sebagai pemegang saham. Tugas dewan komisaris:

- Mengawasi direktur dan berusaha agar tindakan direktur tidak merugikan perseroan.
- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan.
- Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan.
- Memberikan nasehat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan

#### 2. Direktur Utama

Direktur adalah pemegang kepengurusan dalam perusahaan dan merupakan pimpinan tertinggi dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan.

Tugas direktur utama adalah:

- Menetapkan strategi perusahaan, merumuskan rencana-rencana dan cara melaksanakannya.
- Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari semua bagian.
- Memberikan instruksi dan kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
- Mempertanggungjawabkan kepada dewan komisaris, segala pelaksanaan dari anggaran belanja dan pendapatan perusahaan.
- Menentukan kebijakan keuangan.
- Mengawasi jalannya perusahaan.

Selain tugas-tugas diatas, direktur berhak mewakili PT secara sah dan langsung disegala hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perusahaan.

### 3. Direktur

Direktur bertanggung jawab ke direktur utama dalam pelaksanaan tugasnya, baik yang berhubungan dengan pemasaran, personalia, pembelian, produksi maupun pengawasan produksi.

Tugas Direktur:

- Membantu direktur utama dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang masing-masing.
- Bertanggung jawab atas kelancaran, pengaturan, serta pemeliharaan pada bidang yang dibawahahi.
- Mengumpulkan fakta-fakta kemudian menggolongkannya dan mengevaluasinya.

### 4. Kepala Bagian Pembukuan

Kepala Bagian Pembukuan bertanggung jawab dengan segala bentuk pembukuan kegiatan yang telah dilakukan dan merencanakan kegiatan yang akan dilakukan

### 5. Kepala Bagian Pengelolaan Dana

Kepala Bagian ini bertugas untuk mengadakan kontak dengan pihak penjual bahan baku dan mempersiapkan *order-order* pembelian.

### 6. Kepala Bagian *Quality Control*

Kepala Bagian ini bertanggung jawab langsung kepada Direktur Produksi. Bagian ini juga bertugas mengontrol kualitas produk.

### 7. Kepala Bagian Proses

Kepala Bagian ini bertugas mengusahakan agar barang-barang produksi dengan teknik yang memudahkan karyawan sehingga diperoleh produk dengan biaya rendah, kualitas tinggi dan harga yang bersaing yang diinginkan dalam waktu yang sesingkat mungkin.

### 8. Kepala Bagian Utilitas

Kepala Bagian utilitas bertugas mengurus bagian utilitas yang diperlukan pabrik seperti menyediakan air pendingin, air proses, *steam*, listrik, bahan bakar dan penanganan limbah.

Bagian ini juga bertugas memproses alat utilitas yang sudah digunakan.

9. Kepala Bagian *Maintenance*

Kepala Bagian ini bertugas mengurus semua masalah yang berhubungan dengan perbaikan dan perawatan seluruh alat-alat yang digunakan dalam pabrik.

10. Kepala Bagian Promosi

Kepala Bagian Promosi bertanggung jawab atas kesuksesan pemasaran dengan melakukan berbagai promosi ke konsumen

11. Kepala Bagian Penjualan

Kepala Bagian ini bertugas mengusahakan agar hasil-hasil produksi dapat disalurkan dan didistribusikan secara tepat agar harga jual terjangkau dan mendapat keuntungan optimum.

12. Kepala Bagian Pendidikan dan Latihan

Kepala Bagian Pendidikan dan Latihan bertugas mengurus penelitian dan pelatihan terhadap karyawan maupun pelajar yang akan melakukan kerja praktek.

13. Kepala Bagian Kepegawaian

Kepala Bagian kepegawaian bertugas mengurus kesejahteraan karyawan meliputi gaji, tunjangan, dan penerimaan pegawai baru.

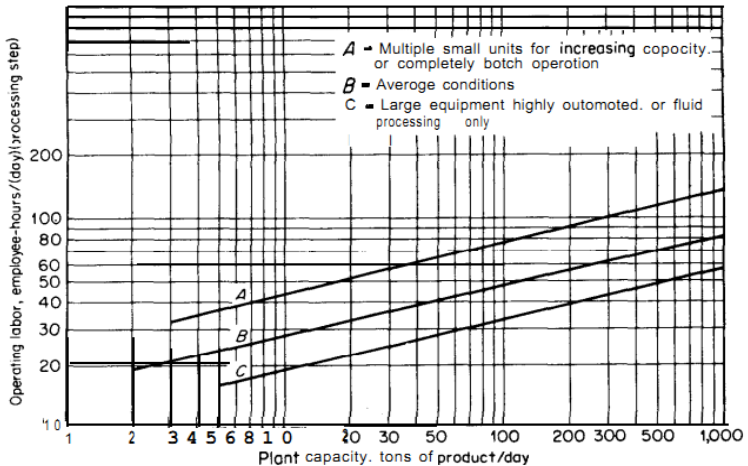
#### **6.1.4 Perincian Jumlah Tenaga Kerja**

Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk proses produksi pabrik minyak goreng dari biji nyamplung ini diuraikan sebagai berikut:

1. Penentuan Jumlah Karyawan Operasional

Jumlah karyawan operasional yang dibutuhkan untuk proses produksi pabrik minyak goreng dari biji nyamplung adalah sebagai berikut:

Kapasitas produksi pabrik minyak goreng biji nyamplung = 16,05 ton/hari



**Gambar 6. 2** Kebutuhan pekerja operator untuk industri kimia

Berdasarkan *figure 6-8 Timmerhaus*, hal 198 untuk kondisi *average condition*, dimana dalam minyak goreng dari crude minyak nyamplung ini terdiri dari 3 tahapan proses sehingga jumlah karyawan yang dibutuhkan sebanyak 91 orang/hari.

## 2. Jadwal Jam Kerja

Dalam menjalankan kegiatan sehari-harinya, pembagian jam kerja berdasarkan status karyawan, yaitu karyawan *day shift* dan karyawan *shift*

### a. Karyawan *Day Shift*

Karyawan ini tidak berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk karyawan *day shift* adalah karyawan administrasi, sekretariat, perbekalan, gudang, dan lain-lain.

Jam kerja karyawan diatur sebagai berikut:

Senin – Jumat : 07.00 WIB – 16.00 WIB

Istirahat :

Senin – kamis : 12.00 WIB – 13.00 WIB

Jum'at : 11.30 WIB – 13.00 WIB

Untuk hari Sabtu, Minggu dan hari besar merupakan hari libur.

b. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk karyawan *shift* adalah pekerja *superbsor*, *operator*, dan *security*. Karyawan *shift* ini dibagi menjadi 4 group, yaitu A, B, C, dan D. Jam kerja karyawan diatur sebagai berikut:

Untuk pekerja operasi:

Shift pagi : 08.00 WIB - 16.00 WIB

Shift sore : 16.00 WIB - 24.00 WIB

Shift malam : 00.00 WIB - 08.00 WIB

Untuk pekerja security :

Shift pagi : 06.00 WIB – 14.00 WIB

Shift sore : 14.00 WIB – 22.00 WIB

Shift malam : 22.00 WIB – 06.00 WIB

Untuk memenuhi kebutuhan pegawai tersebut diatas diperlukan empat regu, dimana tiga regu bekerja dan satu regu libur.

### 6.1.5 Status Karyawan dan Pengupahan

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian, dan masa kerja.

b. Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan oleh direksi tanpa SK dari direksi dan mendapat upah harian yang dibayar setiap akhir pekan.

c. Pekerja Borongan

Pekerja borongan adalah tenaga yang diperlukan oleh pabrik bila diperlukan pada saat tertentu saja, misalnya: tenaga *shut down*, bongkar muat bahan baku. Pekerja borongan menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan tertentu.

**Tabel 6.1.** Perincian Jumlah dan Gaji Karyawan

No	Jabatan	Gaji (Rp)	Jumlah	Total Gaji (Rp)
1.	Dewan Komisaris			
	a. Komisaris Utama	45.000.000	1	45.000.000
	b. Anggota Komisaris	35.000.000	2	70.000.000
2.	Direksi			
	a. Direktur Utama	55.000.000	1	55.000.000
	b. Direktur Teknik	30.000.000	1	30.000.000
	c. Direktur Pemasaran	30.000.000	1	30.000.000
	d. Direktur Produksi	30.000.000	1	30.000.000
	e. Direktur Keuangan	30.000.000	1	30.000.000
3.	Sekretaris Direksi	15.000.000	5	75.000.000
4.	Manager			
	a. Manager Produksi	12.500.000	1	12.500.000
	b. Manager QA-QC	12.500.000	1	12.500.000
	c. Manager Operasi	12.500.000	1	12.500.000
	d. Manager Maintenance	12.500.000	1	12.500.000



	e. Manager Technical	12.500.000	1	12.500.000
	f. Manager Logistik	12.500.000	1	12.500.000
	g. Manager Pemasaran	12.500.000	1	12.500.000
	h. Manager HRD	12.500.000	1	12.500.000
	i. Manager Keuangan	12.500.000	1	12.500.000
5	Kepala Seksi			
	a. Proses	9.500.000	1	9.500.000
	b. Kontrol kualitas	9.500.000	1	9.500.000
	c. Utilitas	9.500.000	1	9.500.000
	d. Pemeliharaan	9.500.000	1	9.500.000
	e. Promosi &Penjualan	9.500.000	1	9.500.000
	f. Administrasi	9.500.000	1	9.500.000
	g. Keamanan	9.500.000	1	9.500.000
	h. Personalia	9.500.000	1	9.500.000
	i. Supply Chain	9.500.000	1	9.500.000
	j. Keuangan	9.500.000	1	9.500.000
6.	Karyawan Operasional			
	a. Lulusan S-1	7.000.000	8	56.000.000
	b. Lulusan D-3	5.600.000	16	89.600.000
	c. Lulusan SMK/SMU	4.000.000	20	80.000.000
7.	Health Safety and Env.	6.750.000	4	27.000.000

8.	Karyawan Keamanan	3.500.000	5	17.500.000
9.	Sopir	3.000.000	2	6.000.000
10.	Karyawan Kebersihan	2.700.000	4	10.800.000
11.	Karyawan Tidak Tetap	2.500.000	20	50.000.000
Total			111	909.400.000

## 6.2 Utilitas

Utilitas merupakan sarana penunjang suatu industri, karena utilitas merupakan penunjang proses utama dan memegang peranan penting dalam pelaksanaan operasi dan proses. Sarana utilitas pada pabrik minyak goreng dari biji nyamplung ini meliputi:

1. Air, berfungsi sebagai *cooling water* dan sanitasi.
2. Steam, digunakan untuk keperluan pemanas bahan baku, pemanas reboiler maupun untuk proses desolventasi.
3. Listrik, berfungsi sebagai tenaga penggerak dari peralatan proses maupun penerangan.
4. Bahan bakar, berfungsi untuk bahan bakar boiler, generator dan furnace.
5. Penanganan limbah, berfungsi untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran di dalam dan sekitar pabrik.

Maka untuk memenuhi kebutuhan utilitas pabrik diatas, diperlukan unit-unit sebagai penghasil sarana utilitas, yaitu:

### 6.2.1 Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air untuk pabrik diambil dari PDAM dan air sungai jika sewaktu-waktu terjadi gangguan *supply* air dari PDAM, dimana sebelum digunakan air sungai perlu diolah lebih dulu, agar tidak mengandung zat-zat pengotor, dan zat-zat lainnya yang tidak layak untuk kelancaran operasi. Air pada pabrik minyak goreng dari biji nyamplung ini digunakan untuk kepentingan:

- *Air Cooling Water*

- Air sanitasi, meliputi laboratorium dan karyawan.

Untuk unit penghasil air sanitasi diperlukan peralatan sebagai berikut: pompa air sungai, bak pra sedimentasi, bak koagulasi, dan flokulasi, tangki tawas, tangki  $\text{Ca(OH)}_2$ , bak pengendap, bak penampung, pompa sand filter, tangki sand filter, bak penampung air bersih, bak penampung air sanitasi, tangki desinfektan, dan pompa air untuk sanitasi.

### **6.2.2 Unit Penyediaan *Steam***

*Steam* yang dibutuhkan untuk proses dihasilkan dari boiler dan pendingin dari reaktor autothermal. Kebutuhan *steam* digunakan sebagai pemanas di reboiler dan sebagian besar dipakai untuk menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik, karena kebutuhan *back-up* jika sewaktu-waktu *supply* listrik dari PLN terhambat. Peralatan yang dibutuhkan untuk pembangkit *steam* yaitu boiler.

### **6.2.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik**

Kebutuhan listrik yang diperlukan untuk pabrik minyak goreng dari biji nyamplung ini diambil dari PLN dan generator sebagai penghasil tenaga listrik, dengan distribusi sebagai berikut:

- Untuk proses produksi diambil dari PLN dan generator jika sewaktu-waktu ada gangguan listrik dari PLN.
- Untuk penerangan pabrik dan kantor, diambil dari generator.

### **6.2.4 Unit Bahan Bakar**

Unit ini bertugas untuk menyediakan bahan bakar baik untuk furnace atau boiler serta alat-alat yang membutuhkan bahan bakar lainnya. Bahan bakar yang digunakan yaitu batu bara dan bahan bakar minyak.

### **6.2.5 Unit Penanganan Limbah**

Bagian ini mempunyai tugas antara lain mencegah dan menanggulangi pencemaran di dalam dan di sekitar area pabrik. Pengelolaan dan pemantauan kualitas lingkungan sesuai dengan standar dan ketentuan perundangan yang berlaku. Pengelolaan bahan berbahaya dan beracun, mencakup: pengangkutan,

penyimpanan, pengoperasian, dan pemusnahan. Pengelolaan *house keeping* dan penghijauan di dalam dan sekitar area pabrik.

### **6.3 Analisa Ekonomi**

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk dapat mengetahui apakah suatu pabrik yang direncanakan layak didirikan atau tidak. Pada pra desain pabrik minyak goreng dari biji nyamplung ini dilakukan evaluasi atau studi kelayakan dan penilaian investasi.

Faktor-faktor yang perlu ditinjau untuk memutuskan hal ini adalah:

1. Laju Pengembalian Modal (*Internal Rate of Return / IRR*)
2. Waktu Pengembalian Modal (*Pay Out Time / POT*)
3. Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

#### **6.3.1 Laju Pengembalian Modal ( *Internal Rate of Return / IRR* )**

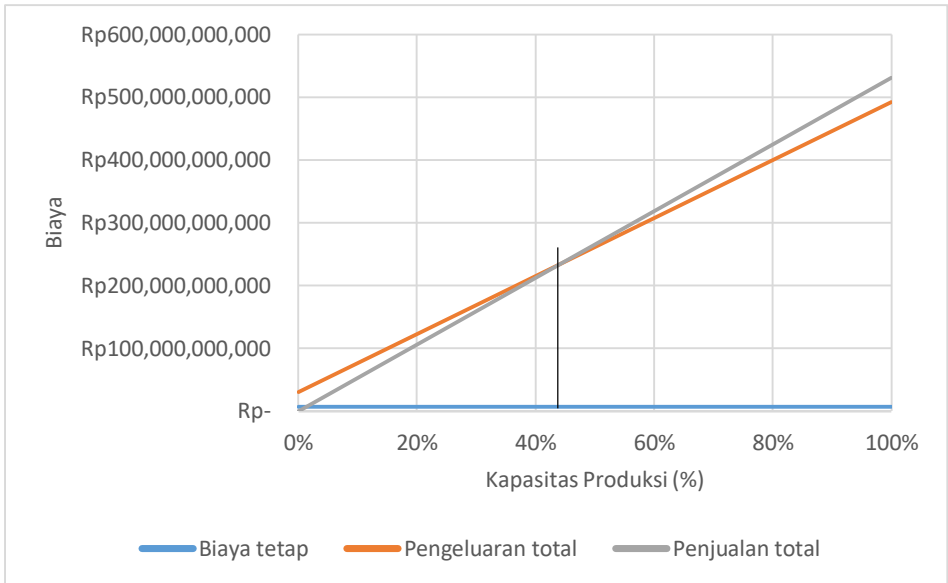
Dari hasil perhitungan pada Appendix D, didapatkan harga  $i = 29\%$ . Harga  $i$  yang diperoleh lebih besar dari harga  $i$  untuk bunga pinjaman yaitu  $9,75\%$  per tahun. Dengan harga  $i = 29\%$  yang didapatkan dari perhitungan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman  $9,75\%$  per tahun.

#### **6.3.2 Waktu Pengembalian Modal ( *Payout Period / POT* )**

Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendix D didapatkan bahwa waktu pengembalian modal minimum adalah 3,44 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik.

#### **6.3.3 Titik Impas ( *Break Even Point / BEP* )**

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (FC) dan Biaya variabel (VC), Biaya semi variabel (SVC) dan biaya tetap tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi. Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendix D didapatkan bahwa Titik Impas ( $BEP = 44,39\%$ ).



**Gambar 6. 3** Grafik *Break Event Point* pada Pabrik Minyak Goreng dari Crude Nyamplung Oil

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB 7**

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian proses pada bab – bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan Operasi : Semi kontinyu, 24 jam/hari selama 330 hari /tahun
2. Kapasitas Produksi : 5295 ton/tahun
3. Kebutuhan Bahan Baku
  - a. *Crude Calophyllum Inophyllum Oil* (CCIO) : 9592 ton/tahun
4. Lokasi Pendirian Pabrik : Cilacap, Jawa Tengah
5. Analisa Ekonomi
  - a. Permodalan
 

Modal tetap (FCI)	: Rp. 50.255.640.177
Modal Kerja (WCI)	: Rp. 8.868.642.384
Modal Total (TCI)	: Rp. 59.124.282.561
Biaya Produksi per tahun (TP)	: Rp. 492.411.269.237
Hasil penjualan per tahun	: Rp. 530.701.179.062
  - b. Rentabilitas
 

Masa konstruksi	: 2 tahun
Pengembalian pinjaman	: 10 tahun
Bunga bank	: 12,5%
Laju inflasi	: 3,38%
IRR	: 29%
Pay Out Time (POT)	: 3,44 tahun
Break Even Point (BEP)	: 44,39%

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*



## DAFTAR PUSTAKA

- A.E. Atabani, A.S. Silitonga, H.C. Ong, T.M.I Mahlia, H.H. Masjuki, I.A. Badruddin, and H. Fayaz. 2013. "Non-edible vegetable oils: A critical evaluation of oil extraction, fatty acid compositions, biodiesel production, characteristics, engine performance and emissions production", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 211–245
- Aparamarta, H.W. dkk. 2016. *Separation and Purification of Triacylglycerols from Nyamplung (Calophyllum inophyllum) Oil by Batchwise Solvent Eztraction*, Indonesia.
- Aparamarta, H. W., Anggraini, D., Istianingsih, D., Susanto, D. F., Widjaja, A., Ju, Y. H., & Gunawan, S. 2017. "Fatty acid fragmentation of triacylglycerol isolated from crude nyamplung oil". In *AIP Conference Proceedings*. Vol. 1840, No. 1, 4
- Aparamarta, H.W. Gunawan, S. Azhar, B. Aditya, H. T. Widjaja, A. Ju, Y. H. 2019. "Comparative Study of Batchwise Solvent Extraction and the Microwave Assisted Extraction Method For The Purification of Triglyceride for Biodiesel Feedstock from Crude Calophyllum Inophyllum Oil (CCIO)" . *International Journal of Technology*, 558.
- Brownell, L.E. and Young, F.H, 1959, "*Process Equipment Design*", Willet Eastern Limited, New Delhi.
- Crane, S., Aurore, G., Joseph, H., Mouloungui, Z., & Bourgeois, P. 2005. "Composition of fatty acids triacylglycerols and unsaponifiable matter in Calophyllum calaba L. oil from Guadeloupe". *Phytochemistry*. 1826.
- Coulson, Richardson, 1999, *Chemical Engineering, volume 6, third edition*, New York, Butterworth Heinemann.
- Eskilsson, C. S., & Björklund, E. 2000. "Analytical-scale microwave-assisted extraction". *Journal of chromatography A*, 227-250

- Geankoplis Christie John, 1993, *Transport Processes and Separation Process Principle*, 4<sup>th</sup> edition, New Jersey, Pearson Education International.
- Dr. Ir. Budi Leksono, M. 2015. "Sekilas Tentang Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*)".
- Estrada, F. 2007. 1) Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Universitas Widya Mandala-Teknik.
- Hougen, Olaf A. 1960. *Chemical Process Principles*. New York : John Wiley & Sons.
- Isa, Ishak. 2011. "Penetapan Asam Lemak Linoleat dan Linolenat Pada Minyak Kedelai secara Kromatografi Gas". Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.
- Kementrian kesehatan. 2019. "Hari Kanker Sedunia 2019". <https://www.kemkes.go.id/article/view/19020100003/hari-kanker-sedunia-2019.html>. diakses 10 oktober 22.10 WIB
- Kern, D.Q. 1950. "*Process Heat Transfer*", 5<sup>th</sup> edition, McGraw Hill Book Company, New York, Toront , London.
- Kusnarjo. 2010, "Ekonomi Teknik". Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Liu W., Yin P., Liu X., Chen W., Chen H., Liu C., Qu R., Xu Q. 2013. "Microwave Assisted Esterification of Free Fatty Acid Over a Heterogeneous Catalyst for Biodiesel Production". *Energy Conversion and Management*. Volume 76. pp. 1009– 10014
- Ludwig, Ernest E. 1999. "*Applied Process Design For Chemical And Petrochemical Plants*", 3<sup>rd</sup> edition, volume 1, Gulf Professional Publishing, United State of America.
- Lutfy. 2017. "Rapor Kesehatan Global: Inilah Penyebab Utama Kematian di Dunia". <https://sains.kompas.com/read/2017/09/16/200700623/rapor-kesehatan-global-inilah-penyebab-utama-kematian-di-dunia>. diakses 10 Oktober 2019 Pukul 21.30 WIB

- M. Manurung, N. M. Suaniti, dan K. G. Dharma Putra. 2018. "Perubahan Kualitas Minyak Goreng Akibat Lamanya Pemanasan" *Jurnal Kimia*, 59
- Mc. Cabe. 1976. *Unit Operation for Chemical Engineering*, 3<sup>rd</sup> ed, Mc. Graw Hill Book Company, New York.
- M. Syakir, E. K. 2015. "Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn.) " - Tanaman Perkebunan Penghasil BNN. 39-46.
- Perry, Robert H. dan Don Green. 1984. "*Perry's Chemical Engineering Handbook*", 6<sup>th</sup> editon. Mc. Graw Hill International Edition.
- Perry, Green. 2008. *Perry's Chemical Engineers' handbook*, 7<sup>th</sup> edition, McGraw-Hill Companies, Inc., United State.
- Peter, M.S. and Timmerhous, K.D. 1991. *Plant Design and Economic for Chemical Engineers*, 4<sup>th</sup> edition, McGraw-Hill Inc. New York.
- Pradnyandari, G. R. Wiryawan, I. S. 2014. "Role of Olive Oil in Cancer Prevention". *Medika Udayana* Vol 3 No. 2, 250-264
- Rasyid, A. 2003. "Asam Lemak Omega-3 dari Minyak Ikan". *Oseana*, 11-16.
- Sartika, Ratu Ayu Dewi. 2008. "Pengaruh Asam Lemak Jenuh, tidak Jenuh dan Asam Lemak Trans terhadap Kesehatan". Universitas Indonesia. jakarta.
- Ullmann's. 2010. "Encyclopedia of Industrial Chemistry". John Wiley and Sons, Inc.
- Ulrich Gael D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, Canada, John Willey & Sons, Inc.
- Walas, Couper, dkk, 2010, "Chemical Process Equipment Selection And Design", 2<sup>nd</sup> edition, Elsevier, United State of America.

[www.gapki.id/](http://www.gapki.id/) (diakses pada tanggal 5 November 2019 pukul 22.10)

[www.chemical-engineer.digitalzanes.com](http://www.chemical-engineer.digitalzanes.com) (diakses pada tanggal 11 April 2016 pukul 13.00)

[www.academia.edu](http://www.academia.edu) (diakses pada tanggal 10 November 2019 pukul 01.00)

[www.matche.com](http://www.matche.com) (diakses pada tanggal 12 Desember 2019 pukul 22.00)

[www.alibaba.com](http://www.alibaba.com) (diakses pada tanggal 15 Desember 2019 pukul 10.00)

[www.fishersche.com](http://www.fishersche.com) (diakses pada tanggal 15 Desember 2019 pukul 10.00)