SKRIPSI – TK141581

PEMURNIAN SENYAWA TRIGLISERIDA DARI MINYAK NYAMPLUNG (CALOPHYLLUM INOPHYLLUM) DENGAN PROSES CONTINUOUS COUNTERCURRENT EXTRACTION

Oleh:
Lalitya Syifalia
NRP. 2313 100 027

Abdul Karim Amarullah
NRP. 2313 100 171

Dosen Pembimbing
Setiyo Gunawan, S.T., Ph.D
NIP. 1976 03 23 2002 12 1001
Hakun Wirawasista A., S.T., MMT, Ph.D
NIP. 1978 09 22 2008 12 1001

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

FINAL PROJECT – TK141581

PURIFICATION OF TRIGLYCERIDE COMPOUNDS FROM NYAMPLUNG (CALOPHYLLUM INOPHYLLUM) OIL WITH CONTINUOUS COUNTERCURRENT EXTRACTION PROCESS

By:
Lalitya Syifalia
NRP. 2313 100 027

Abdul Karim Amarullah
NRP. 2313 100 171

Advisor Lecturers
Setiyo Gunawan, S.T., Ph.D
NIP. 1976 03 23 2002 12 1001
Hakun Wirawasista A., S.T., MMT, Ph.D
NIP. 1978 09 22 2008 12 1001

CHEMICAL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2017

LEMBAR PENGESAHAN

Pemurnian Senyawa Trigliserida dari Minyak Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) dengan Proses *Continuous Countercurrent 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:

Lalitya Syifalia	**2313 100 027**
Abdul Karim Amarullah	**2313 100 171**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Setiyo Gunawan, S.T., Ph.D ..... (Pembimbing 1)
2. Hakun W. A., S.T, MMT, Ph.D ..... (Pembimbing 2)
3. Prof. Dr. Ir. Arief Widjaja, M.Eng ..... (Penguji I)
4. Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng ..... (Penguji II)
5. Dr. Ir. Sri Rachmania J., M.Eng ..... (Penguji III)

Surabaya
Juli, 2017

PEMURNIAN SENYAWA TRIGLISERIDA DARI MINYAK NYAMPLUNG (CALOPHYLLUM INOPHYLLUM) DENGAN PROSES CONTINUOUS COUNTERCURRENT EXTRACTION

Nama Mahasiswa : 1. Lalitya Syifalia (2313 100 027)
2. Abdul Karim A. (2313 100 171)
Dosen Pembimbing : Setiyo Gunawan, S.T., Ph.D
Hakun W. A., S.T., MMT, Ph.D
Departemen : Teknik Kimia, FTI-ITS

ABSTRAK

Tanaman Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) merupakan salah satu jenis tanaman serbaguna dan memiliki banyak khasiat. Bijinya mengandung minyak sekitar 75% berat. Minyak nyamplung dikenal sebagai minyak yang tidak dapat dikonsumsi oleh manusia karena kandungan trigliserida belum murni. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh laju aliran *feed* terhadap kandungan trigliserida pada *Non Polar Lipid Fraction* (NPLF) minyak nyamplung dan mengetahui komposisi trigliserida pada NPLF minyak nyamplung di tiap-tiap titik sampel pada alat *continuous countercurrent extraction*. Dengan ini, diharapkan agar trigliserida menjadi lebih murni. Proses pemurnian dilakukan menggunakan *packed column* dengan prinsip *countercurrent flow* dengan pelarut n-heksana teknis dan metanol teknis. Rasio n-heksana dan minyak nyamplung adalah 15:4 (g/g) dengan laju alir *light liquid:heavy liquid* dalam l/menit yang digunakan adalah 0,12:0,12, 0,24:0,24, dan 0,12:0,24. Aliran ekstrak akan keluar melalui dasar kolom dan aliran *raffinate* keluar melalui atas kolom. Fraksi ekstrak kemudian dikumpulkan dan diuapkan untuk mendapatkan fraksi lemak polar, sedangkan fraksi *raffinate* juga dilakukan hal yang sama untuk mendapat fraksi lemak non-polar. Selain itu, sampel dari tiap titik sampel dipisahkan fase polar dan non-polar, lalu masing-masing fase

sampel diuapkan untuk mendapatkan NPLF dan PLF tiap titik sampel. Hasil tersebut dianalisa kandungan trigliserida secara kualitatif dengan menggunakan *Thin Layer Chromatography* dan secara kuantitatif menggunakan *Gas Chromatography*. Pengaruh laju alir *feed* terhadap kandungan trigliserida pada NPLF minyak nyamplung menunjukkan kandungan trigliserida dengan perbandingan laju alir *feed* lebih kecil menghasilkan kemurnian trigliserida yang lebih baik dan hasil tertinggi didapatkan dari hasil percobaan dengan laju alir n-heksana+c*rude oil*:metanol=1:2 yaitu ketika laju alir n-heksana+*crude oil*:metanol=0,12:0,24 l/menit dengan diperoleh kadar trigliserida 91,34% dan *recovery* minyak sebesar 93,28%. Komposisi trigliserida pada NPLF minyak nyamplung di tiap-tiap titik sampel pada alat *continuous countercurrent extraction* menunjukkan semakin tinggi titik sampel didapatkan kandungan trigliserida yang semakin tinggi dan diperoleh persamaan linier y = 0,0642 x + 77,535.

Kata Kunci: *Countercurrent Extraction, Non Polar Lipid Fraction, Nyamplung, Trigliserida.*

PURIFICATION OF TRIGLYCERIDE COMPOUNDS FROM NYAMPLUNG (CALOPHYLLUM INOPHYLLUM) OIL WITH CONTINUOUS COUNTERCURRENT EXTRACTION PROCESS

Name	**: 1. Lalitya Syifalia (2313 100 027)**
	2. Abdul Karim A. (2313 100 171)
Academic Advisors	**: Setiyo Gunawan, S.T., Ph.D**
	Hakun W. A., S.T., MMT, Ph.D
Department	**: Chemical Engineering, FTI-ITS**

ABSTRACT

Calophyllum inophyllum or commonly called Nyamplung in Indonesia, is one kind of versatile plant and has many benefits. The seed contains 75% weight of oil. Nyamplung oil is known as an oil that can not be consumed because the content is not pure triglycerides. The purpose of this study is to determine the effect of feeds' flowrates on the content of triglycerides in Non-Polar Lipid Fraction (NPLF) of nyamplung oil with continuous countercurrent extraction and to determine the TAG composition in NPLF of nyamplung oil at every sampling spot in continuous countercurrent extraction equipment. It is expected that TAG become more pure. Purification of TAG begins with the extraction of nyamplung oil by continuous countercurrent extraction with packed column. The process uses n-hexane and methanol technical grade as solvents. The ratio of n-hexane to oil is 15:4 (g/g) and flowrate light liquid:heavy liquid in liter/minute is 0.12:0.12, 0.24:0.24, and 0.12:0.24.. The extract flows from bottom column and the raffinate flows from top column. Then, the extract fraction collected and distilled to get the polar lipid fraction, then do the same way for raffinate fraction to get non-polar lipid fraction. The polar and non-polar fraction separated from every sample from sampling spot, then distilled to get the PLF and NPLF every sample. The contain of triacylglycerides in NPLF is analyzed

quanlitatively by Thin Layer Chromatograhpy and Gas Chromatoghraphy as quantitative analysis. The effect of feed flowrates on the content of TAG in NPLF of nyamplung oil shows that content of TAG increased when the feed flowrates descreased. The best results obtained when the flowrate of n-heksana+*crude oil*:metanol=0.12:0.24 l/min with 91.34% content of TAG and 93.28% oil recovery. The content of TAG in NPLF of nyamplung oil at every sampling spot in continuous countercurrent extraction equipment shows that the higher sampling spot we get, the higher TAG content obtained and gets linier equation y = 0.0642 x + 77.535.

Keywords: Countercurrent Extraction, Non Polar Lipid Fraction, Nyamplung, Triacylglyceride.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah yang telah memberikan kekuatan sehingga kami dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul **"Pemurnian Senyawa Trigliserida dari Minyak Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) dengan Proses *Continuous Countercurrent Extraction*"** ini tepat pada waktunya. Laporan skripsi ini merupakan syarat kelulusan bagi mahasiswa tahap sarjana di Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.

Selama penyusunan laporan ini, kami banyak mendapat bimbingan, dorongan, serta bantuan dari banyak pihak. Untuk itu, kami mengucapkan terima kasih yang kepada:

1. Orang tua serta saudara – saudara kami, untuk doa, bimbingan, perhatian, dan kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
2. Bapak Setiyo Gunawan, S.T., Ph.D dan Bapak Hakun Wirawasista Aparamarta, S.T., MMT selaku Dosen Pembimbing yang selalu meluangkan waktu untuk memberikan saran, bimbingan dan dukungan kepada kami.
3. Bapak Juwari, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
4. Ibu Dr. Lailatul Qadariyah ST,MT, selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Arief Widjaja, M.Eng selaku Kepala Laboratorium Teknologi Biokimia
6. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar yang telah memberikan ilmuya serta seluruh karyawan Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
7. Teman-teman seperjuangan Biokim *Crew* atas dukungan dan keceriaan dalam penyusunan tugas akhir ini.
8. Teman-teman K-53 yang telah menemani selama suka duka pembuatan tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa penulisan proposal ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, oleh karena itu kami sangat mengharapkan saran dan masukan yang membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Surabaya, Juli 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL
LEMBAR PENGESAHAN
ABSTRAK i
ABSTRACT iii
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL xi
BAB I PENDAHULUAN
I.1. Latar Belakang I–1
I.2. Rumusan Masalah..... I–3
I.3. Batasan Penelitian I–4
I.4. Tujuan Penelitian I–4
I.5. Manfaat Penelitian I–4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA
II.1. Teori Penunjang II–1
II.1.1. Persebaran *Calophyllum innophyllum* (Nyamplung) di Indonesia II–1
II.1.2. Karakteristik Tanaman Nyamplung (*Calophyllum innophyllum*)..... II–2
II.1.3. Properti dan Kandungan Minyak Nyamplung II–5
II.1.4. Manfaat dan Kandungan dalam Tanaman Nyamplung (*Calophyllum innophyllum)*..... II–7
II.2. Trigliserida II–8
II.3. Ekstraksi II–9
II.4. *Liquid-Liquid Extraction* II–12
II.5. Identifikasi dan Analisa Minyak Nyamplung II–18
II.5.1. *Thin Layer Chromatography* (TLC) II–19
II.5.2. *Gas Chromatography* (GC)..... II–22
II.6. Studi Hasil Penelitian Sebelumnya II–23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN
III.1. Proses Pemurnian Trigliserida dan Variabel III–1
III.2. Bahan dan Peralatan III–1
III.2.1. Bahan III–1
III.2.2. Peralatan III–2
III.3. Mekanisme Penelitian III–4
III.3.1. Bahan Penelitian III–4
III.3.2. Prosedur Penelitian III–4
III.3.2.1. Ekstraksi Minyak Nyamplung dengan *Continuous Countercurrent Extraxtion* III–4
III.3.2.2. Analisa Kualitatif Menggunakan *Thin Layer Chromatography* (TLC). III–6
III.3.2.3. Analisa Kuantitatif Menggunakan *Gas Chromatography* III–7
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN
IV.1. Pemilihan Pelarut IV–1
IV.2. Konstruksi Alat IV–3
IV.3. *Start-up* Alat IV–5
IV.4. *Continuous Countercurrent Extraction* IV–8
IV.5. Analisa *Thin Layer Chromatography* (TLC) ... IV–9
IV.6. Hasil Penelitian IV–10
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
V.1. Kesimpulan V–1
V.2. Saran V–1
DAFTAR PUSTAKA xiii
DAFTAR NOTASI xvii
APPENDIKS
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Persebaran *Calophyllum inophyllum* di Indonesia II–2
Gambar II.2 Pohon, Kayu, Bunga, Buah, dan Biji Tanaman Nyamplung II–3
Gambar II.3 Struktur Trigliserida II–8
Gambar II.4 Skema Ekstraksi *Continuous Countercurrent* .. II–13
Gambar II.5 *Spray Tower* II–14
Gambar II.6 *Packed Tower* II–15
Gambar II.7 *Disk-and-dougnut baffle tower* (a) *after Thompson* (b) *after Ittner* II–16
Gambar II.8 *Baffle tower* (a) *side-to-side* (b) *center-to-side* II–17
Gambar II.9 Penggambaran Skema TLC dengan Campuran Dua Komponen II–20
Gambar II.10 Rf=Y/X (selalu ≤ 1) II–21
Gambar II.11 Sistem *Gas Chromatography* II–23
Gambar III.1 Skema Alat *Continuous Countercurrent Extraction* III–2
Gambar III.2 Seperangkat Alat Ekstraksi *Packed Column* IV–3
Gambar III.3 Skema Tahapan Ekstraksi Minyak Nyamplung III–5
Gambar III.4 Skema Aliran *Packed Tower* III–6
Gambar IV.1 *Raschig Glass Packing* IV–4

Gambar IV.2 Pemisahan Antara *Solvent* n-Heksana dan Metanol di *Upper Zone* (A) Variabel *Flowrate* n-Heksana:Metanol = 0,24:0,24 l/min (B) Variabel *Flowrate* n-Heksana:Metanol = 0,12:0,12 l/min IV–6
Gambar IV.3 Pemisahan *Raffinate* dan Campuran n-Heksana + Metanol + *Crude* Minyak Nyamplung dan di *Upper Zone* Variabel *Flowrate* n-Heksana:Metanol = 0,12:0,12 l/min..... IV–7
Gambar IV.4 Hasil Analisa TLC..... IV–9
Gambar IV.5 Hasil Analisa GC Sampel Hasil Penelitian dengan *Flowrate* (n-Heksana+ *Crude Oil)*:Metanol = 0,12 : 0,12 l/min IV–11
Gambar IV.6 Hasil Analisa GC Sampel Hasil Penelitian dengan *Flowrate* (n-Heksana+ *Crude Oil)*:Metanol = 0,24 : 0,24 l/min IV–12
Gambar IV.7 Hasil Analisa GC Sampel Hasil Penelitian dengan *Flowrate* (n-Heksana+ *Crude Oil)*:Metanol = 0,12 : 0,24 l/min IV–13
Gambar IV.8 Perbandingan *Ratio Flowrate (*n-Heksana+ *Crude Oil)*:Metanol dengan Kandungan Trigliserida IV–14
Gambar IV.9 Kandungan Trigliserida dalam NPLF Masing-Masing KetinggianTitik Sampel..... IV–17

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Karakteristik Tanaman *Calophyllum inphyllum* II–4
Tabel II.2 Properti Minyak Nyamplung II–6
Tabel II.3 Kandungan NPLF (*Non Polar Lipid Fraction*) dan PLF (*Polar Lipid Fraction*) dalam Tanaman Nyamplung II–6
Tabel II.4 Manfaat Tiap Bagian Tanaman Nyamplung II–7
Tabel II.5 Polaritas *Solvent* II–11
Tabel II.6 Jenis *adsorbent* II–19
Tabel IV.1 Persentase Kemurnian Pada Tiap Komponen dalam Minyak Nyamplung IV–1
Tabel IV.2 Kelarutan n-Heksana dalam Metanol Pada Suhu 24°C IV–2
Tabel IV.3 *Retention Time* Proses *Continuous Countercurrent Extraction* IV–7
Tabel IV.4 Kadar Trigliserida Tiap Waktu *Sampling* di Aliran *Raffinate* IV–15
Tabel IV.5 Hasil Penelitian Pemisahan Trigliserida dari Minyak Nyamplung IV–16
Tabel IV.6 Kandungan Trigliserida Pada NPLF di Tiap-Tiap Titik Sampel IV–16

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

BAB I
PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Hutan mangrove sebagian besar tersebar di daerah tropis, termasuk Indonesia. Luas hutan mangrove di Indonesia pada tahun 2005 mencapai 3.062.300 ha atau 19% dari luas hutan mangrove di dunia dan terbesar di dunia melebihi Australia (10%) dan Brazil (7%). Di Asia sendiri luas hutan mangrove Indonesia berjumlah sekitar 49% dari total hutan mangrove di Asia yang diikuti Malaysia (10%) dan Myanmar (9%) (FAO, 2007). Menurut Rusila Noor, dkk. (1999) Indonesia merupakan negara yang mempunyai luas hutan mangrove terluas di dunia dengan keragaman hayati terbesar dan struktur paling bervariasi di dunia.

Tanaman nyamplung (*Calophyllum inophyllum L.*) merupakan jenis tanaman mangrove yang mempunyai nilai tinggi karena batang, daun, bunga, biji, serta getah dari tanaman ini dapat menghasilkan berbagai macam produk. Namun, masih sedikit informasi yang diketahui masyarakat Indonesia terkait hal tersebut. Tanaman nyamplung dikenal sebagai tanaman yang menghasilkan minyak yang berpotensi untuk digunakan sebagai biodiesel. Lebih luas, selain biji tanaman nyamplung yang dapat digunakan sebagai sumber minyak, daun tanaman ini juga berfungsi untuk mengobati berbagai macam penyakit seperti iritasi pada mata, migrain, dan vertigo. Selain itu, kayu pohon ini dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan papan tempat tinggal, bahan kontruksi kapal, dan perabotan lainnya. Akar tanaman ini juga berfungsi untuk menjaga daerah pantai dari abrasi (Ling, 2009).

Nyamplung mempunyai keunggulan ditinjau dari prospek pengembangan dan pemanfaatannya, antara lain:

1. Pemanfaatannya tidak berkompetisi dengan kepentingan pangan

2. Tanaman nyamplung tumbuh merata secara alami dan berbuah sepanjang tahun
3. Mudah dibudidayakan dan sebagai tanaman monokultur maupun pola tanam campuran
4. Mudah diperbanyak
5. Hampir seluruh bagian tanaman dapat dimanfaatkan dan bernilai ekonomis
6. Tegakan hutan dapat bermanfaat sebagi pemecah angin dan konservasi sepadan pantai
7. Pemanfaatan minyak dari biji tanaman nyamplung dapat menekan laju pnebangan pohon sebagai kayu bakar

(Litbang Pertanian, 2016)

Tanaman nyamplung dapat tumbuh pada wilayah berpasir yang marginal, tetapi akan lebih baik apabila pantai berpasir mengandung tanah mineral (pasir berliat), berdrainase baik (pH 4 – 7,4), ketinggian tempat 0 – 200 mdpl, betipe curah ujan A dan B dengan curah hujan 1000 – 4100 mm/tahun, bulan basah (>200mm) 3-10 bulan dan bulan kering (<100 mm) 0-6 bulan dengan suhu rata-rata 18 – 33 °C (Rosiwati, 2009).

Tidak seperti kebanyakan minyak nabati, minyak nyamplung tidak terkandung dalam buah nyamplung. Proses produksi didapat memalui proses penghancuran biji nyamplung dan menghasilkan minyak berwarna kehijauan dengan bau aromatic dan berasa hambar. Minyak nyamplung ini akan berubah warna menjadi kuning jika mengalami saponifikasi. Minya nyamplung yang diekstrak dari biji mengandung resin beracun. Oleh sebab itu, minyak ini tidak dapat dikonsumsi manusia. Resin bercaun tersebut adalah *phythalic acid ester*. *Phthalic acid ester* merupakan kontaminan utama pada lingkungan dan rantai makanan di negara-negara industri maju. *Phthalic acid ester* juga memiliki efek merugikan pada tubuh manusia seperti *embryotoxicity*, *spermatoxicity*, *carcinogecity.* Akan tetapi, hampir semua *phthalate* memiliki sifat *palstification* dan *adhesion* yang

baik sehingga digunakan dalam produksi kabel listrik, film, lem, cat, tinta, kosmetik, dan pestisida (Anggaini dkk, 2014).

Minyak nyamplung dengan kadar trigliserida 98,53% dan asam lemak bebas 0,35% saat ini dapat didapatkan dari ekstraksi cair-cair dengan *batchwise solvent extraction* dari minyak nyamplung mentah yang telah dilakukan oleh Aparamarta dkk. (2016), namun untuk menjadi minyak yang dapat dikonsumsi diperlukan tahap lanjutan untuk mengurangi kadar asam lemak bebas yang syaratnya adalah maksimal 0,3%. Untuk keberlanjutan diperolehnya minyak nyamplung, maka diperlukan proses yang kontinyu untuk menggantikan metode *batchwise*, terdapat berbagai jenis proses seperti *continuous countercurrent extraction* baik dengan agitasi maupun tidak dan ada pula ekstraksi dengan *centrifuge.* Pada penelitian ini, diharapkan agar trigliserida yang diperoleh dapat lebih murni dan memenuhi standar untuk dapat dikonsumsi yaitu 98% serta dapat menggantikan metode secara *batch* menjadi kontinyu.

I.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijabarkan sebelumnya, maka dapat dirumuskan beberapa masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh laju alir feed terhadap kandungan trigliserida pada *non polar lipid fraction* (NPLF) minyak nyamplung?
2. Bagaimana komposisi trigliserida pada NPLF minyak nyamplung di tiap-tiap titik sampel pada alat *continuous countercurrent extraction* ?

I.3. Batasan Penelitian

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari ketentuan yang digariskan, maka diambil batasan dan asumsi sebagai berikut:

1. Bagian yang akan diteliti adalah minyak nyamplung yang berasal dari inti di dalam biji tanaman nyamplung. Minyak nyamplung yang digunakan berasal dari Koperasi Jarak Tani Lestari, Cilacap, Jawa Tengah.
2. Metode pemurnian yang digunakan adalah *continuous countercurrent extraction*.
3. Senyawa yang akan dimurnikan adalah trigliserida.

I.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh laju alir feed terhadap kandungan trigliserida pada NPLF minyak nyamplung.
2. Mengetahui komposisi trigliserida pada NPLF minyak nyamplung di tiap-tiap titik sampel pada alat *continuous countercurrent extraction.*

I.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui jumlah kandungan trigliserida di dalam fraksi non polar minyak nyamplung.
2. Dapat mengetahui cara memurnikan senyawa trigliserida yang terkandung di dalam NPLF minyak nyamplung dengan proses *continuous countercurrent extraction*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

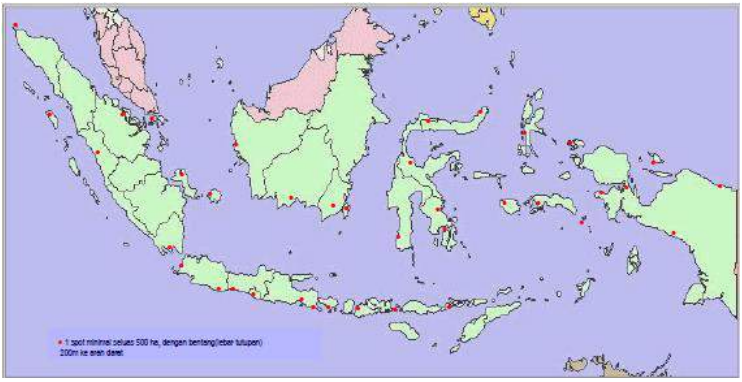
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Teori Penunjang

II.1.1. Persebaran *Calophyllum inophyllum* (Nyamplung) di Indonesia

Tanaman nyamplung dapat ditemukan di Madagaskar, Afrika Timur, Asia Selatan dan Tenggara, Kepulauan Pasifik, Hindia Barat, dan Amerika Selatan. Tumbukan ini memiliki nama yang berbeda di setiap daerah seperti bintangor di Malaysia, hitaullo di Maluku, nyamplung di Jawa, bintangur di Sumatera, poon di India, dan di Inggris dikenal dengan nama Alexandrian laurel, tamanu, pannay tree, serta sweet scented clophyllum (Dweek dan Meadows, 2002).

Penyebaran tanaman *Calophyllum inophyllum* (nyamplung) hampir merata di seluruh wilayah Indonesia. Persebaran tanaman nyamplung mencakup Pulau Sumatera (Sumatera Barat, Riau, Kepulauan Riau, Lampung, dan Kepulauan Bangka Belitung), Pulau Jawa (Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jogjakarta, Jawa Timur), Pulau Bali, Pulau Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat, Pulau Kalimantan (Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, dan Kalimantan Selatan), Pulau Sulawesi (Sulawesi Uara, Gorontalo, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi Tenggara), Maluku dan Kepulauan Maluku Utara, dan Papua (Sudrajat, 2006).



Gambar II.1 Persebaran *Calophyllum inophyllum* di Indonesia

II.1.2. Karakteristik Tanaman Nyamplung (C*alophyllum inophyllum*)

Nama ilimiah dari *Calophyllum inophyllum* diambil dari bahasa yunani *Kalos*, yang berarti cantik dan *Phullon* yang berarti daun. Di Inggris, pohonnya dikenal sebagai *beatiful leaf* (terjemahan dari bahasa yunani, *Indian Laurel* (karena berasal dari India), *Alexandrian Laurel*, dan *Beach Calophyllum* (karena pohonnya biasanya tumbuh di tepi pantai). Di Tahiti, pohon ini dinamakan *ati* dan buahnya disebut *tamanu*. Di Samoa, phon ini dikenal dengan nama *featau, damamu* di Pulau Fiji, dan *te itai* di Pulau Kirbati. Di Indonesia, tanaman ini disebut dengan *nyamplung*, *Penaga Laut* di Malaysia, dan *Puna* di Pulau Lakshadweep (Ling, 2009). Taksonomi tanaman nyampung menurut Heyne (1987) adalah sebagai berikut :

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledone

Bangsa : Guttiferales

Suku : Guttiferae

Marga : *Calophyllum*

Jenis : *Calophyllum inophyllum L.*

Nama umum : Nyamplung

Gambar II.2 Pohon, Kayu, Bunga, Buah, dan Biji Tanaman Nyamplung

Sumber: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan (2008)

Tabel II.1 Karakteristik Tanaman *Calophyllum inophyllum*

Nama Bagian Tanaman	Ciri-ciri
Batang	Berkayu, bulat, dan berwarna coklat atau putih kotor
Daun	Berwarna hijau, tunggal, bersilang berhadapan, bulat memanjang atau bulat telur, ujung tumpul, pangkal membulat, tepi rata, pertulangan bersirip, panjang 10-21 cm, tangkai 1,5-2,5 cm, daging daun seperti kulit/belulang
Bunga	Majemuk, bentuk tandan, di ketiak daun yang teratas, berkelamin dua, diameter 2-3 cm, daun berkelopak empat, tidaj beraturan, benang sari banyak, tangkai putih membengkok, kepala putik bentuk perisai, daun mahkota empat, bentuk perisai.
Buah	Batu, bulat seperti peluru dengan mancung kecil di depannya, diameter 2,3-3,5 cm, berwarna coklat.
Akar	Tunggang, bulat, berwarna coklat.

(Yunitasari,2008)

Tanaman nyamplung mudah dibudidayakan, tumbuh baik pada ketinggian 0-800 meter dpl seperti di hutan, pegunungan dan rawa-rawa, curah hujan antara 1000-5000mm per tahun, pH tanah 4.0-7.4, tumbuh pada tanah tandus, daerah pantai yang kering dan berpasir atau digenangi air laut. Tinggi tanaman dapat mencapati

30 meter dengan diameter 0.8 meter, daun mengkilap, batang berwarna abu-abu hingga putih, warna kayu bervariasi tergantung spesies. Tanaman nyamplung berbuah sepanjang tahun terutama pada bulan Februari-Maret dan Agustus-September di Indonesia dan di Hawaii April-Juni dan Oktober-Desember. Tanaman nyamplung memeliki daya tahan yang tinggi terhadap lingkungan, ditemukan dalam jumlah populasi yang besar, dengan kisaran umur yang lama (1-50 tahun), dan memiliki bii yang banyak (Friday and Okano, 2006).

Luas areal tegakan tanman nyampplung mencapai 255.35 ribu ha yang tersebar dari Sumatera sampai Papua (Balitbang Kehutanan, 2008). Daerah penyebaran nyamplung diantaranya adalah Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, Jawa, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi, Maluku, dan NTT. Hutan nyamplung dikelola secara profesional oleh Perum Perhutani Unit 1 KPH Kedu Selatan Jawa Tengah dengan luas mencapai 196 ha. Nyamplung juga dikembangkan oleh masyarakat Cilacap khususnya di sekitar Kecamatan Patimuan dan daerah Gunung Selok Kecamatan Kroya/Adipala. Mereka memanfaatkan kayu nyamplung untuk permbuatan perahu nelayan. Sejak tahun 2007, Dinas Kehutanan Perkebunan Kabupaten Cilacap telah menanam 135 ha di lahan TNI Angkatan Darat sepanjang Pantai Laut Selatan, tahun 2008 direncanakan menanam seluas 300 ha (Thalib, 2011)

II.1.3. Properti dan Kandungan Minyak Nyamplung

Produksi biji nyamplung per tahun mencapai 20 ton/ha. Kandungan minyak biji nyamplung yaitu 55% pada inti segar dan 70,5% pada inti biji kering (Heyne, 1987). Menurut Dweek dan Meadows (2002) yaitu 75%, menurut Soerawidjaja (2001) sekitar 40-73%, serta sekitar 75% berat dari hasil penelitian Venkanna (2009). Properti minyak nyamplung dijabarkan pada Tabel II.2.

Tabel II.2 Properti Minyak Nyamplung

Properti	Nilai
Kadar air (%)	0,25
Densitas pada suhu 20°C (g/ml)	0,944
Viskositas suhu 40°C (cP)	56,7
Bilangan asam (mg KOH/g)	59,94
Kadar asam lemak bebas (%)	29,53
Bilangan penyabunan (mg KOH/g)	198,1
Bilangan iod (mg/g)	86,42
Indeks refraksi	1,447
Penampakan	Hijau gelap dan kental dengan bau menyengat

Sumber: Balitbang Kehutanan (2008)

Triacylglycerol (TAG) adalah kandungan yang dominan di dalam minyak, yaitu sebesar 78%, *Free Fatty Acid* (FFA) sebesar 8,51%, *Diacylglycerol* (DAG) sebesar 5,1%, *Monoacylglycerol* (MAG) sebesar 2,75%, *Wax* sebesar 2,47% dan lainnya sebesar 2,63%. Pada Tabel II.3 diberikan Kandungan NPLF (*Non Polar Lipid Fraction*) dan PLF (*Polar Lipid Fraction*) dalam tanaman nyamplung di dalam minyak nyamplung (Aparamarta dkk, 2016).

Tabel II.3 Kandungan NPLF (*Non Polar Lipid Fraction*) dan PLF (*Polar Lipid Fraction*) dalam Tanaman Nyamplung (Aparamarta dkk, 2016)

Kandungan	NPLF (%)	PLF (%)
Free Fatty acid (FFA)	0,35	20,9
Monoacylglycerol (MAG)	0,06	6,8
Diacylglycerol (DAG)	0,42	13,2
Triacylglycerol (TAG)	98,5	44
Others	0,64	14,8

II.1.4. Manfaat dan Kandungan dalam Tanaman Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*)

Menurut Ling dkk. (2009), tanaman nyamplung dapat berfungsi sebagai anti bakteri, anti kanker, antineoplastic, anti inflamasi, antiplatelet, antipsikotik, antiviral, photoprotective, molluscicidal, dan piscicidal. Pemanfaatan bagian tanaman nyamplung menurut beberbagai sumber dijabarkan pada Tabel II.4 berikut ini.

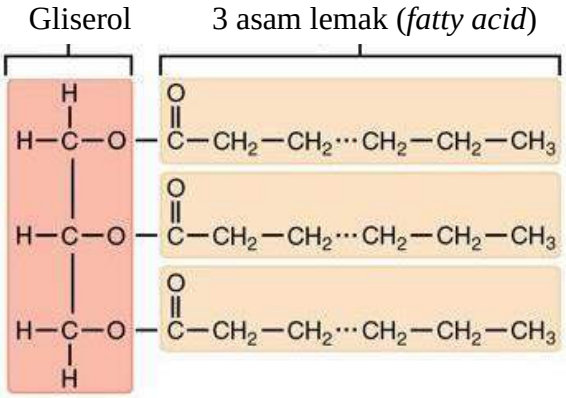
Tabel II.4 Manfaat Tiap Bagian Tanaman Nyamplung

Nama Bagian Tanaman	Ciri-ciri
Getah	Penduduk Samoa menggunakan getah tanaman ini dengan mengoleskannya di ujung panah mereka untuk berburu. Getah ini menyebabkan kebutaan jika terjadi kontak dengan mata, dan akan menyebabkan kematian apabila terbawa ke sirkulasi darah.
Akar	Di Mauritius rebusan akar tanaman ini digunakan untuk mengobati bisul dan *ophthalmia* (mata bengkak)
Kulit Pohon	Kulit pohon dapat digunakan sebagi obat analgesic, antiplassmodc, dan mengandung tannin. Di India dan Indo-China, kulit pohon yang ditumbuk digunakan dalam orchitis. Kulit pohon juga digunakan untuk mengobati disentri. Sementara di Indonesia, rebusan kulit pohon digunakan setelah melahirkan sebagai pembersih alat kelamin dan pada penyakit gonorrhea

Daun	Rebusan daun hangat digunanakan untuk luka tore, luka lecet, jerawat, dan beberapa penyakit kulit ringan lain akibat bakteri. Di Madagaskar, Linga, dan Fiji, air rebusan ini juga digunakan untuk mengobati mata bengkak.

Menurut Ling dkk (2009) senyawa yang terkandung dalam tanaman ini diantaranya: *Inophynone, Canophyllol, Canophyllic acid, Calophyllolide, Inophyllolide, Inophyllum B, C, P, and E, Jacareubin, (+) Calanolide A, Inocalophyllins A* dan *B, Calophynone, Calophyllumin* dan *C, Inophyllin A.*

II.2. Trigliserida



Gambar II.3 Struktur Trigliserida

Hampir semua lemak dan minyak yang berasal dari hewan dan tanaman mengandung banyak triasilgliserol (trigliserida). Senyawa trigliserida terdiri dari gliserol dengan gugus hidroksilnya yang teresterifikasi dengan asam lemak (AOCS, 2011).

Penyusun trigliserida utama minyak nabati dan lemak hewani yang terbentuk dari gliserol dan 3 asam lemak seperti pada Gambar II.3. Fungsi utama trigliserida adalah sebagai zat energi.lemak disimpan di dalam tubuh dalam bentuk trigliserida. Apabila sel membutuhkan energi, enzim lipase dalam sel lemak akan memecah trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak serta melepasnya ke dalam pembuluh darah. Oleh sel-sel yang membutuhkan komponen-komponen tersebut kemudian dibakar dan menghasilkan energi, karbondioksida (CO_2) dan air (Gianisa,2015).

II.3. Ekstraksi

Ekstraksi adalah metode yang digunakan untuk memisahkan zat yang masih bercampur dengan zat lain. Dalam ekstraksi cair-cair, cairan umpan dari dua atau lebih komponen yang akan dipisahkan dikontakkan dengan fase cair kedua, disebut pelarut, yang tidak saling larut atau larut sebagian dengan satu atau lebih komponen dari umpan. Pelarut tersebut melarutkan sebagian komponen tertentu dari cairan umpan (Seader dan Henley, 2006).

Untuk mengidentifikasi kandungan senyawa dari minyak tanaman nyamplung, hal yang perlu dilakukan pertama kali adalah memisahkan antara kandungan polar dan non-polarnya. Pemisahan ini dapat dilakukan berdasarkan pada *solvent* yang digunakan. Ekstraksi pelarut secara biner menggunakan pelarut polar dan non-polar memberikan pemisahan yang lebih baik untuk *fatty acid steryl esters* dengan kemurnian yang tinggi. Metode ini memiliki beberapa keuntungan seperti ramah lingkungan karena pelarut dapat digunakan kembali dan peralatan yang digunakan sederhana (Aparamarta dkk., 2016).

Senyawa polar adalah suatu senyawa yang terbentuk akibat satu atom mempunyai keelektronegatifan yang substansial lebih besar daripada yang lain. Semakin elektronegatif suatu atom, semakin besar tarikannya terhadap ikatan elektron.

Hasilnya adalah suatu ikatan dengan distribusi rapat elektron yang tak merata. Senyawa non-polar adalah suatu senyawa yang terbentuk akibar atom dengan keelektronegatifan yang sama atau hampir sama membentuk ikatan kovalen, dimana kedua atom menerapkan tarikan yang sama atau hampir sama terhadap elektron ikatan. Umumnya, ikatan karbon-karbon dan ikatan karbon- hidrogen adalah jenis ikatan nonpolar yang paling umum (Fessenden, R.J., 1986).

Pemilihan *solvent* tersebut berdasarkan *polarity index*. Air merupakan *solvent* polar dengan *polarity index* sebesar 9. Sedangkan metanol merupakan senyawa agak polar dengan *polarity index* sebesar 5,1. Untuk n-heksana/*petroleum eter* merupakan senyawa non-polar dengan *polarity index* sebesar 0 (Sadek, 2002). Dengan dua sifat polaritas yang berbeda diharapkan senyawa polar yang terkandung dalam daun nyamplung akan terlarut pada *solvent* polar begitu pun sebaliaknya. Polar atau non-polar suatu senyawa dapat dilihat pada Tabel II.5.

Tabel II.5 Polaritas *Solvent*

Relative Polarity	Formula	Grup	*Solvent*s
Non-Polar	R-H	Alkana	Petroleum Eter,Heksana, Ligroin
	Ar-H	Aromatis	Toluen
	R-O-R	Eter	Dietil Eter
	R-X	Alkil Halida	Triklorometana, Kloroform
	R-COOR	Ester	Etil Asetat
	R-CO-R	Aldehid, Keton	Aseton, MEK
	R-NH2	Amina	Phyridine, Trietilamina
	R-OH	Alkohol	MeOH, EtOH, IPA, Butanol
	R-COHN2	Amida	Dimetilformamid
	R-COOH	Asam Karboksilat	Asam Etanoat
Polar	H-O-H	Air	

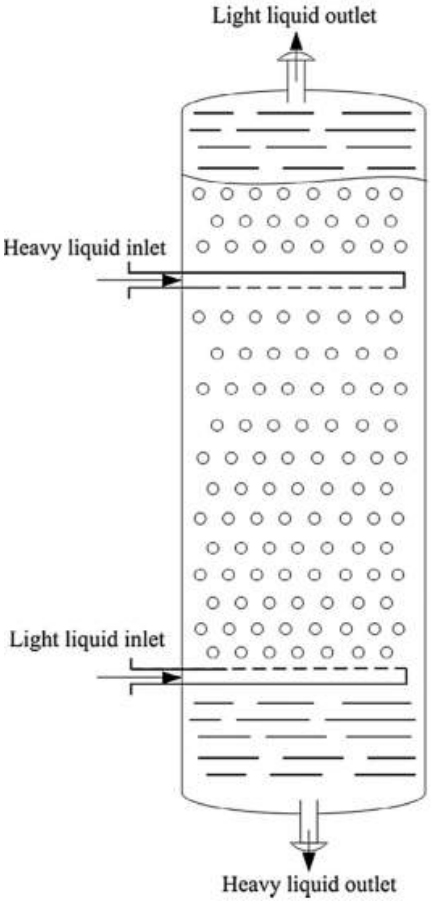
Peralatan untuk ekstraksi cair-cair dapat diklasifikasi menjadi dua kategori utama. Klasifikasi pertama yaitu dimana cairan dicampur (*mixed*) kemudian fase-fase yang tidak larut

didiamkan untuk kemudian dipisahkan seperti yang dilakukan oleh Aparamarta dkk. (2016). Klasifikasi yang kedua yaitu dimana terjadi kontak *countercurrent* secara kontinyu (*continuous countercurrent contact)* antara fase-fase yang tidak larut (Treybal, 1951).

Peralatan untuk ekstraksi dengan *continuous countercurrent contact* diantaranya ada *packed tower, spray tower, baffle tower, perforated-plate tower,* dan lain-lain. Pada penelitian ini akan digunakan *packed tower*, dimana fraksi cairan berat memasuki kolom atau *tower* melalui bagian atas kolom dan fraksi ringan melalui bawah kolom. Kedua cairan akan kontak melalui *packing* untuk selanjutnya cairan ringan keluar melalui ujung atas kolom dan cairan berat melalui dasar kolom (Treybal, 1951).

II.4. *Liquid-liquid Extraction*

Ektraksi fase cair-cair adalah salah satu teknik ekstraksi yang berguna dalam berbagai teknologi pemisahan. Dalam pengoperasiannya terjadi permisahan satu atau beberapa kandungan fase padatan maupun cair dengan menambahkan fase liquid lain dimana bahan tersebut ditransfer secara khusus. Transfer massa ini sering kali dilakukan pada ektraksi countercurrent. Skema ektraksi countercurrent ditampilkan pada Gambar II.6 dimana zat terlarut dialirkan dari feed ke pelarut (dari satu fase ke fase lainnya). Transfer massa pada umumnya merupakan fungsi dari konstanta difusi, derajat turbulensi, dan interfacial area. Faktor-faktor yang dapat diubah menggunakan kontaktor fase cair-cair untuk meningkatkan transfer massa ialah derajat turbulensi dan interfacial area (Hussain, 1988).

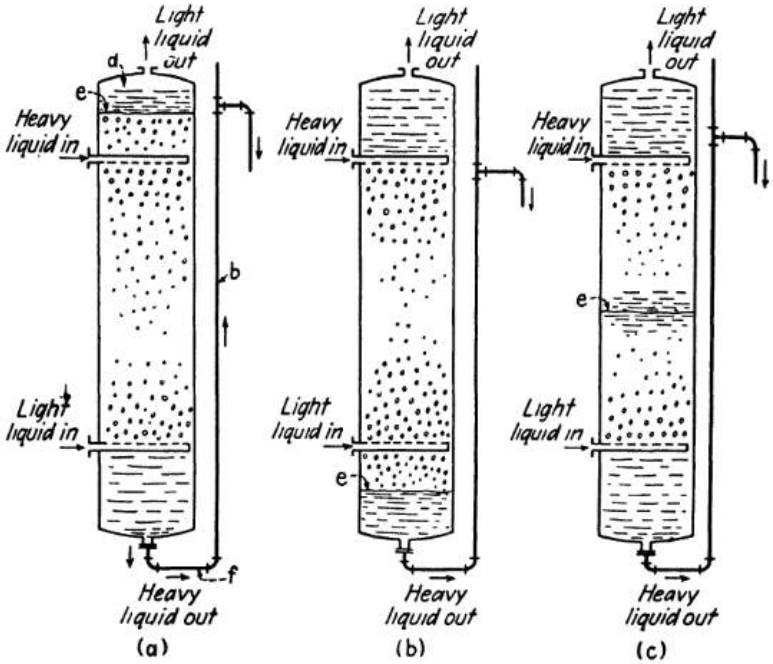


Gambar II.4 Skema Ekstraksi *Continuous Countercurrent*

Peralatan yang digunakan untuk larutan yang saling tidak bercampur dan mengalir secara *countercurrent* dalam proses continuous antara lain *spray tower, packed tower, baffle tower, perforated-plate tower,* dan *wetted-wall.*

1. Spray Tower

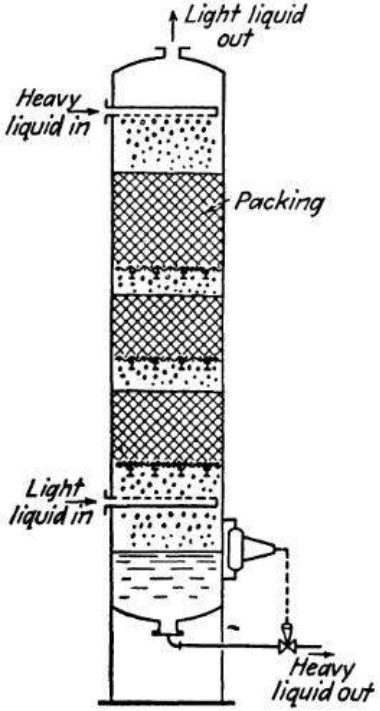
Spray tower merupakan alat paling sederhana untuk mendispersi *liquid* seperti ditampilkan pada Gambar II.5, dimana kolom kosong dengan ketentuan tertentu untuk mengontakkan *liquid*. Berdasarkan Gambar II.5a fase cair ringan terdispersi. Selururh fase cair berat masuk bagian atas melalui distributor, mengalir ke bawah secara continuous, dan keluar dari bagian bawah. Fase cair ringan masuk di bagian bawah kolom melalui distributor dalam bentuk tetes kecil dan naik menuju bagian atas kolom disebabkan densitas yang lebih ringan dan terkumpul di *layer* d dan keluar pada bagian atas *tower*. Ketinggian dari fase cair berat pada bagian bawah *loop b* (tekanan statik + *pressure drop* oleh friksi) harus seimbang antara fase ringan dan berat, dan posisi interface *e* akan diatur sedemikian (Treybal, 1951).



Gambar II.5 *Spray Tower*

2. Packed Tower

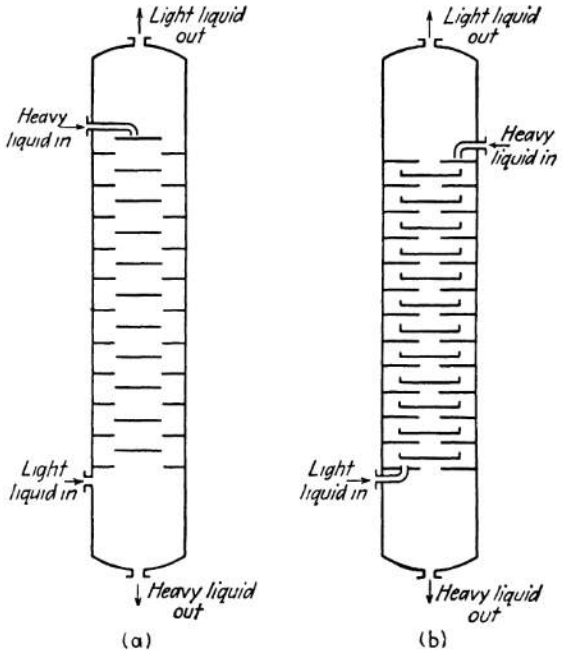
Untuk meningkatkan turbulensi aliran dan juga meningkatkan laju ekstraksi, kolom seringkali diisi dengan *packing*. Packed tower merupakan alat yang sederhana untuk liquid dengan tingkat korosif yang tinggi. Untuk liquid yang mengandung solid atau solid yang mengendap selama proses ekstraksi, kecenderungan kolom akan tersumbat dan kesulitan dalam proses pembersihan sehingga jarang dipilih sebagai alat ekstraksi. *Packed tower* banyak digunakan untuk mendapatkan solvent dari minyak pelumas, hidrogen sulfida removal dari fraksi petroleum, pemurnian naphtha, *refining* pelarut dari minyak tumbuh-tumbuhan, dan umunya digunakan pada proses *recovery* senyawa oganik sintesis (Treybal, 1951).



Gambar II.6 *Packed Tower*

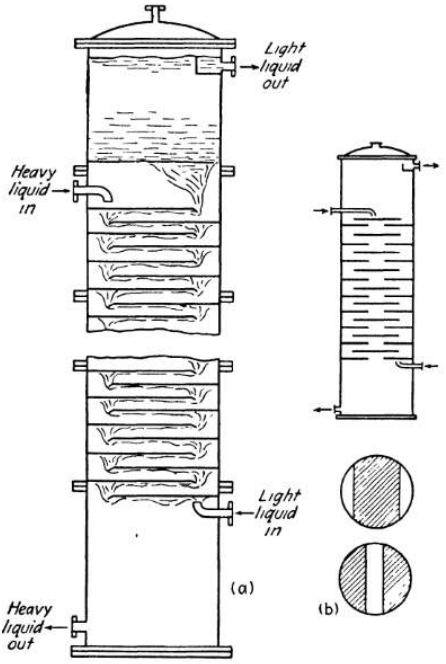
3. Baffle Tower / Tray Tower

Alat esktraksi ini merupakan kolom vertikal yang tersusun dari baffle-baffle horizontal untuk dilalui aliran *liquid*. Terdapat 3 tipe baffle: *disk-and-doughnut, side-to-side,* dan *center-to-side*. Disk-and-doughnut baffle tersusun dari annular ring berseling-selingan yang terpasang dibagian kolom dan cakram pendukung terletak ditengah. Pada Gambar II.7a menurut desain Thompson disk memiliki diameter yang sama dengan bukaan doughnut. Bukaan doughnut lebih kecil dan terdapat disk dengan pinggiran untuk genangan heavy liquid pada disk sesuai desain Ittner pada Gambar II.7b



Gambar II.7 *Disk-and-dougnut baffle tower* (a) *after Thompson* (b) *after Ittner*

Aliran *side-to-side* dibentuk oleh susunan ruas-ruas baffle seperti pada Gambar II.8a terlihat digunakan baffle yang tersusun dari kerah untuk menghasilkan friksi pada kolom, diletakkan pada ruang kolom, dan dilengkapi dengan pinggiran yang bukan saja terpasang pada baffle namun juga untuk menampung genangan liquid yang terdispersi pada baflle. Tipe *center-to-center* seperti gambar II.8b menggunakan prinsip yang sama, namun biasanya digunakan untuk tower dengan diameter yang lebih besar to mengurangi jarak lintasan liquid pada baffle. Jarak antar baffle pada tower ini antara 4 in hingga 6 in. Tower tersebut serbaguna, dapat digunakan untuk kapasitas besar, dan biasanya digunakan untuk ekstraksi asam asetat, kafein, dan *recovery* senyawa oganik sintesis (Treybal, 1951).



Gambar II.8 *Baffle tower* (a) *side-to-side* (b) *center-to-side*

Kelebihan utama pada *packed column* dibandingkan tray column atau alat agitasi lainnya antara lain:

1. Pengoperasian dan *maintenance* lebih mudah karena tidak terdapat bagian yang dipindah-pindahkan.
2. Pada suhu dan tekanan tinggi pengoperasian cukup mudah
3. Material yang digunakan tidak terbatas untuk media korosif; stainless steel hingga high-alloyed metal, polypropylene hingga PTFE, keramik teknis hingga karbon murni.
4. Kapasitas keluaran tinggi

Terdapat perbedaan fungsi pada bagian dalam kolom pada penggunaan *vapor/liquid* seperti pada distilasi atau absorpsi, dimana permukaan spesifik dari packing memberikan area kontak agar terjadi transfer masa. Sebaliknya, pada kolom ekstraksi fase cair-cair area transfer massa tidak tergantung pada permukaan *packing*, namun tergantung pada *drop phase* yang tertahan di dalam tower. Fungsi utama dari packing adalah untuk meningkatkan jalur alir sehingga meningkatkan waktu tinggal dari fase turun (Rauber, 2006).

II.5. Identifikasi dan Analisa Minyak Nyamplung

Pemisahan campuran menjadi komponen-komponennya adalah hal yang penting dalam semua cabang kimia dan tidak kalah pentingnya dalam banyak bidang lain di mana teknik-teknik kimia digunakan untuk memecahkan berbagai macam masalah. Pemisahan untuk identifikasi dan karakterisasi umumnya dibagi menjadi dua macam, yaitu metode kromatografi dan metode non-kromatografi. Kromatografi adalah suatu metode pemisahan fisik, di mana komponen-komponen yang dipisahkan didistribusikan di antara dua fasa, salah satu fasa tersebut adalah suatu lapisan stasioner dengan permukaan yang luas, yang lainnya sebagai fluida yang mengalir perlahan di sepanjang landasan stasioner (Day dan Underwood, 2002).

Fase diam dapat berupa *solid* atau *liquid,* biasanya dalam bentuk *solid* atau gel. Sedangkan fase gerak dapat berupa *packed* dalam kolom, tersebar sebagai *layer*, atau terdistribusi dalam *film*, dan sebagainya. Fase gerak dapat berupa gas, *liquid*, atau fluida superkritis. Proses pemisahannya dapat berupa adsorpsi, distribusi massa, pertukaran ion, dan lain-lain, atau berdasarkan perbedaan sifat *physicochemical* dari molekulnya seperti ukuran, massa, volume, dan lain-lain. Dalam penelitian ini akan digunakan *Thin Layer Chromatoghraphy* (TLC) dan *Gas Chromatography* (GC) sebagai metode untuk menganalisa kadar trigliserida minyak nyamplung.

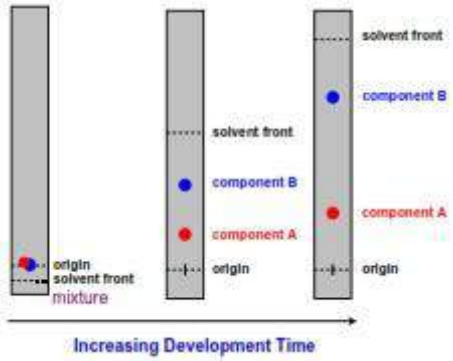
II.5.1. *Thin Layer Chromatoghraphy* (TLC)

Thin Layer Chromatography (TLC) merupakan metode yang banyak digunakan untuk pemisahan dan identifikasi suatu senyawa di dalam suatu campuran. TLC menggunakan prinsip yang sama dengan ekstraksi untuk mencapai pemisahan dan pemurnian senyawa, yaitu pemisahan yang berbeda dari senyawa antara dua fase berdasarkan perbedaan kelarutan senyawa dalam dua tahap. Dalam metode TLC, satu fase adalah fase gerak dan fase lainnya adalah fase diam dengan luas permukaan yang tinggi. Fase diam biasanya terdiri dari adsorben halus, contohnya silica (SiO_2), atau alumina (Al_2O_3) yang digunakan dalam bentuk lapisan tipis (sekitar 0,25 mm). Fase gerak terdiri dari pelarut organik yang mudah menguap. Jenis adsorben yang biasa digunakan terdapat pada Tabel II.6.

Tabel II.6 Jenis *adsorbent*

	Adsorbent
Paling Kuat ⇓ Paling Lemah	Silika Gel
	Alumunium Oksida
	Magnesium Karbonat
	Kalsium Phospat
	Selulosa

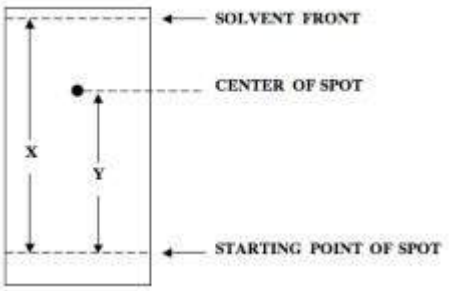
TLC terdiri atas tiga langkah yaitu *spotting, development,* dan *visualization*. Pada *spotting*, sampel akan ditotolkan pada plate TLC dalam jumlah yang kecil dengan menggunakan *micropipet*. Pada *development,* senyawa-senyawa dalam sampel akan terelusi dengan kecepatan yang tergantung pada sifat senyawa-senyawa tersebut (kemampuan terikan pada fasa diam dan kemampuan larut dalam fasa gerak). Senyawa non-polar akan lebih sedikit tertarik pada *plate* sehingga akan menghabiskan waktu yang lebih banyak pada fase gerak. Senyawa ini akan bergerak lebih cepat dan muncul lebih dekat dengan puncak dari plate. Sedangkan senyawa polar akan lebih tertarik pada *plate* sehingga akan menghabiskan waktu lebih sedikit pada fase gerak dan akan muncul lebih rendah pada *plate*. Pada visualisasi, *spot-spot* dapat secara langsung diamatI setelah proses *development*. Namun karena pada umumnya suatu senyawa tidak berwarna, metode visualisasi dibutuhkan. Misalnya pada silika gel dalam *plate* TLC yang akan menampilkan dark spot di bawah sinar ultraviolet atau dengan menempatkan *plate* pada iodin *vapor* dalam beberapa menit. Senyawa-senyawa organik pada umumnya akan membentuk warna gelap kompleks dengan iodin.



Gambar II.9 Penggambaran Skema TLC dengan Campuran Dua Komponen

Pada Gambar II.9 dapat dilihat bahwa semakin berjalannya waktu, komponen A dan komponen B akan terpisah. Pelarut terus bergerak menuju atas dengan prinsip kapilaritas. Komponen B merupakan senyawa yang kurang polar dibandingkan komponen A karena lebih dekat dengan puncak *plate*. Sedangkan komponen A merupakan senyawa yang lebih polar.

Analisis suatu senyawa dalam TLC biasanya dilakukan dengan dibandingkan terhadap senyawa standarnya. Nilai Rf (*Retardation factor)* digunakan untuk mengkuantitaskan perpindahan dari suatu material sepanajang *plate*. Rf sebanding dengan jarak yang berpindah dari suatu substansi dibagi dengan jarak yang berpindah dari suatu *solvent*. Biasanya nilainya diantara nol dan satu. Umumnya efektif *solvent* memiliki nilai Rf antara 0,3-0,7. Secara ideal, nilai Rf akan sama dari senyawa yang diberikan dengan menggunakan pelarut yang sama. Secara praktis,perpindahan berdasarkan dari struktur dan ketebalan dari *layer*, jumlah air tersisa, dan efek dari *binding agents*.



Gambar II.10 Rf = Y/X (selalu ≤ 1)

Thin Layer Chromatography (TLC) ini adalah analisa kualitatif. Keuntungan dengan menggunakan metode TLC adalah mudah, cepat, dan murah. Namun terkadang juga ada masalah dengan metode ini, misalnya adalah sampel tidak

muncul yang kemungkinan dapat disebabkan karena sampel tidak cukup atau dibutuhkan metode visualisasi yang berbeda.

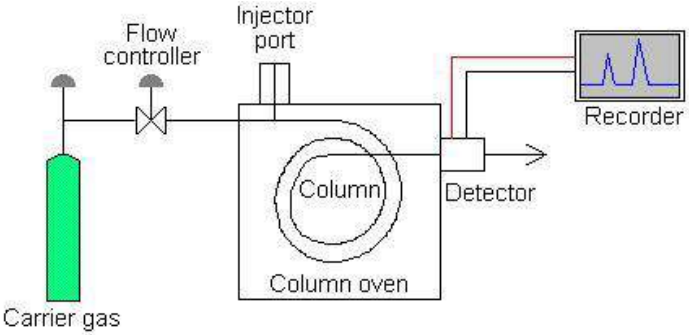
Dari penelitian yang telah dilakukan oleh Gunawan dkk. (2008), analisa TLC digunakan untuk mengidentifikasi pemisahan dan pemurnian *squalene* dari minyak kacang kedelai dengan campuran pelarut heksana, etil asetat, dan asam asetat dengan perbandingan volume 95:5:1. Setelah di keringkan, titik/*spot* pada masing-masing *plate* dilihat dengan diberi uap iodin.

TLC juga digunakan untuk analisa kualitatif pemisahan dan pemurnnian triasilgliserol dari minyak nyamplung dengan menggunakan fase gerak heksana, etil asetat, dan asam asetat dengan perbandingan volume 80:20:1. Setelah itu, kertas TLC dikeringkan pada suhu ruang. Untuk membaca hasilnya, kertas TLC dipapar dengan sinar UV 365 nm (Aparamarta dkk., 2016).

II.5.2. *Gas Chromatography* (GC)

Gas chromatography (GC) merupakan alat untuk analisa konten dari macam-macam komponen dalam sampel. Fase gerak dari GC berupa gas inert (*carrier gas)* seperti helium, argon, atau nitrogen dan fase diamnya berupa cairan/*liquid.* Hampir seluruh GC menggunakan kolom kapiler dimana fase diam menyelimuti dinding kolom.

Pemisahan komponen berdasarkan perbedaan kekuatan interakksi komponen dengan fase diam. Semakin kuat interaksi maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk melalui kolom (semakin lama *retention time*). Detektor akan mengukur kuantitas komponen-komponen yang keluar dari kolom. Untuk mengukur sampel dengan konsentrasi yang tidak diketahui, sampel standar yang diketahui konsentrasinya diinjeksi ke instrumen GC, kemudian puncak *retention time* dari sampel standar dibandingkan dengan sampel uji untuk menghitung konsentrasi sampel uji.



Gambar II.11 Sistem *Gas Chromatography*

II.6. Studi Hasil Penelitian Sebelumnya

Penelitian-penelitian tentang deodorisasi dan proses pemisahan minyak nyamplung yang telah dilakukan antara lain :

1. Aparamarta dkk. (2016)

Minyak nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) adalah salah satu bahan baku yang menjanjikan karena kandungan minyak yang tinggi. Penelitian sebelumnya yang terbatas untuk karakterisasi dan konversi menjadi biodiesel. Dalam karya ini, trigliserida (TAG) dipisahkan dari minyak melalui *batch* ekstraksi pelarut dengan menggunakan campuran petroleum eter-metanol (metanol 25%) dan rasio massa pelarut:minyak sebesar 1:5. Ditemukan bahwa asam lemak bebas (FFA) konten menurun 8,51-2,16% dan 0,35% setelah satu dan delapan tahap ekstraksi. Selain itu, konten TAG meningkat secara signifikan 78,30-91,46% dan 98,53% setelah ekstraksi satu dan delapan tahap. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang diusulkan dapat menggantikan degumming, netralisasi, dan langkah-langkah pemutihan dalam kimia. Meskipun metode yang diusulkan membutuhkan sejumlah besar pelarut organik mudah terbakar dan tidak ramah lingkungan, pelarut mudah dipulihkan.

2. Anggraini dkk. (2014)

Proses isolasi trigliserida dimulai dengan memisahkan senyawa yang diinginkan dari lipid menggunakan ekstraksi pelarut-pelarut dengan dua macam *variable solvent* yaitu: n-hexane-methanol serta petroleum eter-methanol. Pemilihan pelarut berdasarkan atas nilai kepolaran yang dimilikinya karena *solvent* yang saling larut tidak dapat digunakan dalam ekstraksi ini. Rasio jumlah *solvent* non polar dan polar ini juga divariasikan, yaitu: 100:0, 75:25, 50:50 dan 0:100. Dari hasil percobaan dan hasil analisa yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa trigliserida banyak larut dalam *solvent* non polar yaitu hexane dan petroleum eter. Konsentrasi trigliserida dalam minyak nyamplung sebesar 74%. Trigliserida memiliki ikatan karbon yang kompleks sehingga memiliki titik didih yang tinggi oleh karena itu belum dapat terdeteksi dalam GC-MS dan suhu operasi GC-MS yang berkisar hanya 250°C.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Proses Pemurnian Trigliserida dan Variabel

1. Pemisahan dengan *continuous countercurrent extraction*
   a. Cairan yang digunakan berupa minyak nyamplung.
   b. Ekstraksi menggunakan *packed tower*. Minyak nyamplung sebagai *solute,* n-hexana sebagai *diluen*, dan methanol sebagai *solvent.*
   c. Aliran masuk cairan ringan (*light liquid)* berupa n-heksana dan minyak nyamplung sedangkan aliran masuk cairan berat (*heavy liquid*) berupa methanol.
   d. Rasio n-heksana:minyak nyamplung adalah 15:4 (g/g).
   e. Laju alir *light liquid:heavy liquid* yang digunakan adalah 0,12:0,12, 0,24:0,24, dan 0,12:0,24 liter/menit.
2. Identifikasi produk
   a. Analisa kualitatif PLF dan NPLF minyak nyamplung diuji dengan TLC.
   b. Analisa kuantitatif diuji dengan *Gas Chromatography* (GC).

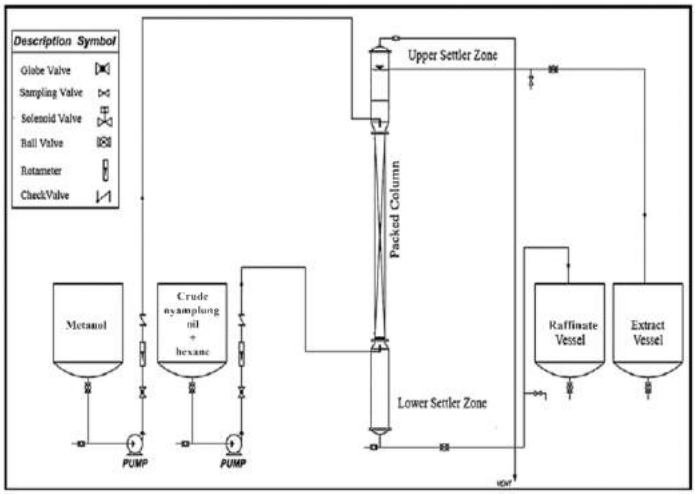
III.2 Bahan dan Peralatan

III.2.1 Bahan

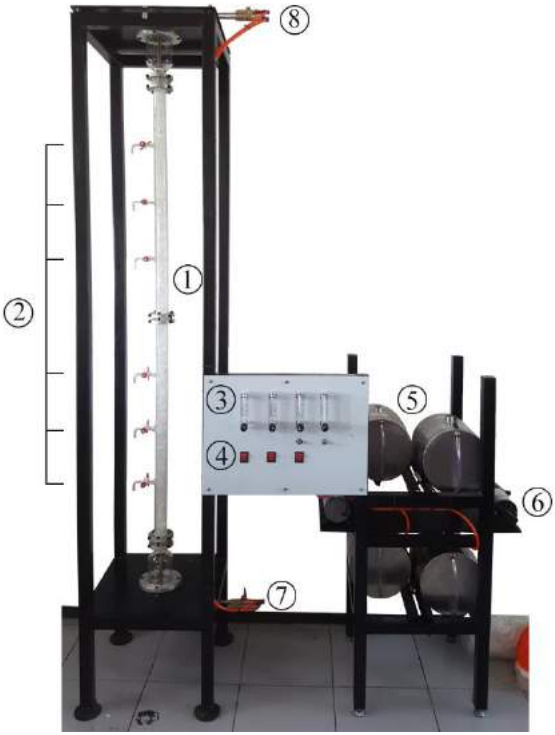
1. *Crude* minyak nyamplung
2. N-heksana teknis (HE)
3. Metahol teknis (ME)
4. Kertas TLC
5. Silica Gel
6. Etil Asetat
7. Asam Asetat
8. Larutan komponen standar (minyak goreng)

III.2.2 Peralatan

1. Seperangkat alat c*ountercurrent liquid-liquid extraction*
2. Seperangkat alat *rotary vacuum evaporator*
3. Gelas ukur
4. Erlenmeyer
5. Termometer
6. *Hot plate*
7. Kondensor *liebig*
8. Labu alas bulat
9. Neraca analitik
10. Pipet tetes
11. Pipet ukur
12. Karet penghisap
13. *Gas Chromatography*



Gambar III.1 Skema Alat *Continuous Countercurrent Extraction*



Gambar III.2 Seperangkat Alat Ekstraksi *Packed Column*

Keterangan bagian alat ekstraksi *packed column*:

1. Kolom Ekstraksi
2. Titik sampel 1-6
3. Rotameter dan *Speed Regulator*
4. *Switch*
5. *Storage Tank*
6. Pompa
7. *Bottom inflow-outflow*
8. *Upper inflow-outflow*

III.3 Mekanisme Penelitian

III.3.1 Bahan Penelitian

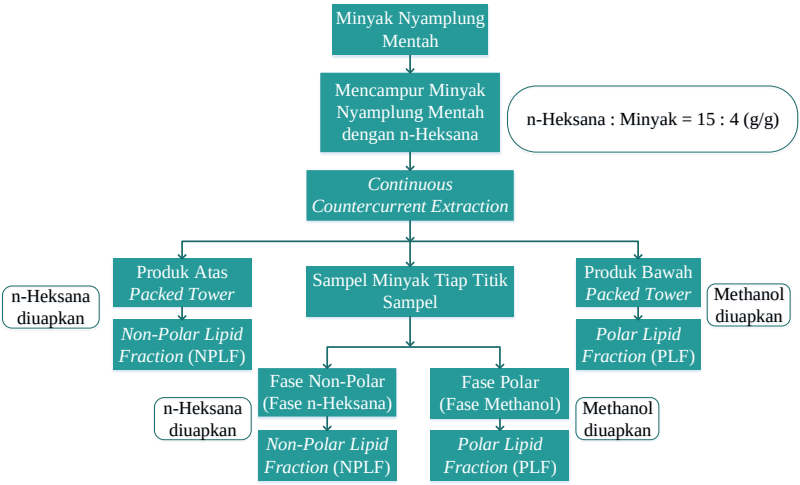
Crude minyak nyamplung diperoleh dari Koperasi Jarak Lestari di Cilacap, Jawa Tengah. Bahan-bahan kimia seperti methanol dan n-heksana dibeli dari PT. Kurniajaya Multisentosa. *Thin-layer chromatography* (TLC) *alumunium plate* (20 x 20 cm x 250 µm), asam asetat dan etil asetat diperoleh dari Laboratorium Teknologi Biokimia ITS. Larutan komponen standar yang digunakan adalah minyak goreng Bimoli.

III.3.2 Prosedur Penelitian

III.3.2.1 Ektraksi Minyak Nyamplung dengan *Continuous Countercurrent Extraction*

Metode ini dilakukan sebagai alternatif metode saponifikasi, *degumming*, dan *bleaching* dan metode *multistage batchwise extraction* yang telah dilakukan oleh Aparamarta dkk. (2016). Pada metode ini digunakan *packed tower* dengan aliran masuk berupa cairan berat (*heavy liquid)* dan cairan ringan (*light liquid*) yang didasarkan pada perbedaan massa jenis. Aliran masuk cairan berat (*heavy liquid)* merupakan metanol (ME) dan cairan ringan (*light liquid*) merupakan *crude* minyak nyamplung dan n-heksana (HE). Rasio pelarut n-heksana terhadap *crude* minyak nyamplung adalah 15:4 (g/g). Aliran keluar berupa extact dan raffinate, extact merupakan metanol dan minyak nyamplung yang terdistribusi pada metanol, sedangkan raffinate adalah n-heksana dan minyak nyamplung yang terdistribusi pada n-heksana. Aliran extact akan keluar melalui dasar kolom dan aliran raffinate keluar melalui atas kolom. Fraksi *raffinate* kemudian dikumpulkan dan diuapkan untuk mendapat fraksi lemak non-polar (*non-polar lipid fraction,* NPLF), sedangkan fraksi *extract* juga dilakukan hal yang sama untuk mendapat fraksi lemak polar (PLF). Selain itu, diambil sampel dari tiap titik sampel. Tiap sampel kemudian dipisahkan fase polar dan non-polar. Setelah itu, masing-masing fase sampel

diuapkan untuk mendapatkan NPLF dan PLF tiap titik sampel. Skema tahapan ekstraksi minyak nyamplung adalah sebagai berikut:

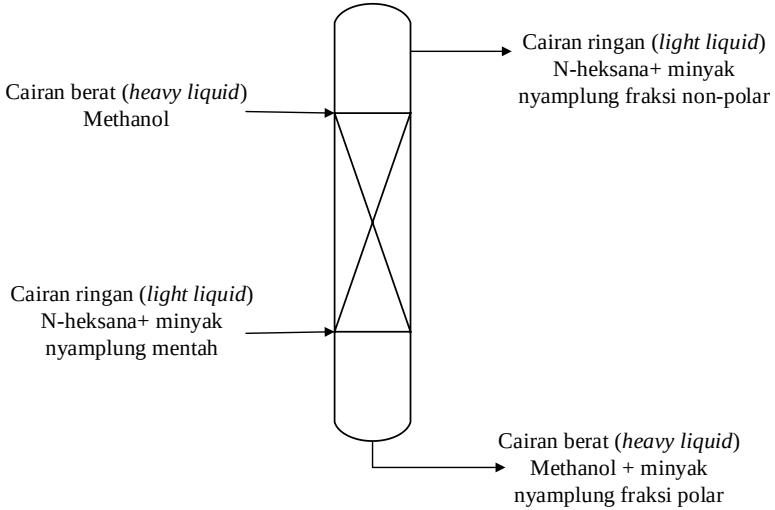


Gambar III.3 Skema Tahapan Ekstraksi Minyak Nyamplung

Pada tahap ini dilakukan proses *continuous countercurrent extraction* yang bertujuan untuk lebih memurnikan minyak yang terbawa pelarut nonpolar dengan membuang pengotor-pengotor yang terkandung dalam ekstrak yang lebih bersifat polar dibandingkan dengan kepolaran NPLF yang diharapkan menggunakan pelarut polar. Analisa proses ekstraksi ini menggunakan methanol sebagai pelarut polar dan n-heksana sebagai pelarut non-polar.

Proses ekstraksi ini menggunakan sistem *countercurrent* seperti pada Gambar III.4. Pada sistem ini, produk yang diharapkan bersifat nonpolar yang terikut dalam n-heksana. Ekstaksi dilakukan dengan laju alir light liquid:heavy liquid dalam l/menit yang digunakan adalah 0,12:0,12, 0,24: 0,24, dan 0,12: 0,24. Produk hasil ekstraksi dianalisa kandungan

trigliseridanya secara kualitatif dengan menggunakan TLC dan secara kuantitatif menggunakan *gas chromatography* (GC) sedangkan NPLF dari tiap titik sampel dianalisa secara kuantitatif menggunakan GC.



Gambar III.4 Skema Aliran *Packed Tower*

III.3.2.2 Analisa Kualitatif Menggunakan *Thin Layer Chromatography* (TLC)

Analisa kualiatatif kandungan TG dalam minyak nyamplung digunakan *Thin Layer Chromatography* (TLC) *plate*. Kertas TLC mula-mula ditetesi oleh sampel dan direndam dalam *mobile phase* dengan kadar hexane:etil asetat:asam asetat sebesar 80:20:1. Pada saat perendaman tidak diperkenankan tinggi *mobile phase* melebihi area yang telah ditentukan pada kertas TLC. Perendaman dengan *mobile phase* dilakukan dalam botol tertutup rapat dan kertas TLC dikeringkan pada suhu ruang. Pada pembacaan di kertas TLC menggunakan lampu UV, yaitu dengan

cara menyinari kertas TLC yang telah direndam dalam *mobile phase* menggunakan lampu UV gelombang 365 nm.

III.3.2.3 Analisa Kuantitatif Menggunakan *Gas Chromatographys*

Kandungan trigliserida dalam NPLF minyak nyamplung dianalisa menggunakan minyak goreng dengan gas chromatography. Analisa kuantitatif dilakukan pada Shimadzu GC-2010 gas chromatography (Kyoto, Japan) yang dilengkapi dengan *flame ionization detector*. Separasi dilakukan dengan DB-5HT (5%-phenyl)-methylpolysiloxane non-polar *column* (15m x 0,32mm i.d.; dengan ketebalan film 0,1 μm). Temperatur injektor dan detector diatur pada suhu 370ºC. Temperatur kolom dimulai pada 80ºC meningkat menuju 305ºC dengan laju 15ºC/menit, lalu menuju 335ºC dengan laju 5ºC/menit dan dijaga pada suhu 335ºC selama 5 menit. Selanjutnya, temperature kolom ditingkatkan menuju 365ºC dengan laju 15ºC/menit. *Split rasio* 1:50 menggunakan nitrogen sebagai *carrier gas* dengan laju linier 30 cm/s pada 80ºC. Sampel sebanyak 20 mg dilarutkan dalam 1mL etil asetat, dan 1 μL sampel diambil dan diinjeksikan ke dalam GC.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh laju alir *feed* terhadap kandungan trigliserida pada NPLF minyak nyamplung dan mengetahui komposisi trigliserida pada NPLF minyak nyamplung di tiap-tiap titik sampel pada alat *continuous countercurrent extraction*. Dalam penelitian ini akan dipelajari proses pemisahan dan pemurnian trigliserida dengan metode *continuous countercurrent extraction.*

Crude minyak nyamplung berwarna hijau tua dan berfase cair pada suhu ruang. Kandungan tertinggi dari minyak nyamplung adalah trigliserida dengan komposisi minyak nyamplung seperti pada tabel IV.1 C.

Tabel IV.1 Persentase Kemurnian Pada Tiap Komponen dalam Minyak Nyamplung

Komponen	% Kemurnian		
	Minyak Nyamplung[a]	**Minyak Nyamplung[b]**	**Minyak Nyamplung[c]**
Trigliserida	74,00	54,17	78,30
Digliserida	6,36	4,08	5,35
Monogliserida	3,00	2,97	2,75
FFA	8,85	4,33	8,51
Others	7,79	34,45	5,09

a diadaptasi dari Dweck, 2002
b diadaptasi dari Rudi Wijaya dkk., 2009
c diadaptasi dari Aparamarta dkk., 2016

IV.1. Pemilihan Pelarut

Dalam proses *Liquid-liquid Extraction* (LLE) pemilihan pelarut yang tepat merupakan variabel penting untuk mengoptimalkan pemisahan komponen yang diinginkan. Nilai polaritas dan kelarutan yang dimiliki dari senyawa yang akan

diekstraksi perlu diperhatikan dalam menentukan pelarut yang tepat. Demikian pula halnya dua faktor tersebut pada masing masing pelarut.

Metode ekstraksi dengan *packed column* ini menggunakan dua jenis pelarut, yakni n-heksana dan metanol. Penggunaan dua pelarut ini dipilih berdasarkan indeks polaritasnya, methanol dengan indeks polaritas 5,1 yang merupakan senyawa agak polar dan n-heksana dengan indeks polaritas 0 yang merupakan senyawa non polar (Sadek, 2002). Pemilihan dua pelarut dengan indeks polaritas berbeda bertujuan agar senyawa polar dalam *crude* minyak nyamplung akan terdistribusi dalam metanol dan senyawa non polar terdistribusi dalam n-heksana.

Parameter lain yang perlu diperhatikan dari penggunaan pelarut n-heksana dan metanol adalah kelarutan pelarut n-heksana dalam methanol. Hal ini digunakan untuk menjadi dasar pemilihan rasio laju alir minimum untuk proses ekstraksi. Menurut Kiser, kelarutan n-heksana dalam methanol pada suhu 25°C adalah 60,4 gram (39,86 ml) n-heksana per 100 ml metanol. Tabel VI.2 dibawah menunjukkan kelarutan n-heksana dalam methanol pada suhu 24°C yang didapatkan dengan pengamatan lapisan (*layer*) yang terbentuk setelah menambahkan sejumlah methanol ke sejumlah n-heksana.

Tabel IV.2 Kelarutan n-Heksana dalam Metanol Pada Suhu 24°C

n-Heksana (ml)	Metanol (ml)	Keterangan
3,3	10	Larut sempurna
3,6	10	Larut sempurna, tepat sebelum terbentuk layer n-heksana Kelarutan: 36 ml n-heksana/100 ml methanol

5	5	Terbentuk layer 3 ml n-heksana Kelarutan: 40 ml n-heksana/100 ml methanol
10	10	Terbentuk layer 6 ml n-heksana Kelarutan: 40 ml n-heksana/100 ml methanol
25	25	Terbentuk layer 16 ml n-heksana Kelarutan: 36 ml n-heksana/100 ml methanol
15	25	Terbentuk layer 6 ml n-heksana Kelarutan: 36 ml n-heksana/100 ml methanol
Kelarutan, ml n-Heksana/100 ml Metanol, pada suhu 24°C		37,6 ± 2,19

Dari data di atas, didapatkan rasio laju alir minimal n-heksana:methanol adalah 1:2,5. Pada ratio tersebut, n-heksana sudah mewakili laju alir n-heksana dan *crude* minyak nyamplung. Pada penelitian terdahulu oleh Aparamarta dkk. (2016), digunakan rasio pelarut n-heksana:methanol 3:1 untuk 1 *stage* dengan penambahan methanol dengan jumlah yang sama hingga 8 *stage*, sehingga total rasio pelarut menjadi 3:8 dan rasio pelarut:minyak adalah 5:1 sehingga rasio (n-heksana+*crude oil)*:metanol menjadi 1:2.

IV.2. Konstruksi Alat

Proses ekstraksi cair-cair berlangsung pada suatu alat yang dirancang sedemikian rupa sehingga mempunyai luas permukaan yang mencukupi untuk terjadinya kontak antar fasa-fasa yang terlibat sehingga distribusi komposisi dalam kedua fasa menjadi lebih sempurna dan berhasil dengan baik (Ariono dkk, 2006). Pada

proses ekstraksi minyak nyamplung dengan metode c*ontinuous countercurrent extraction* digunakan *packed column* sebagai alat utama. Material kolom berupa kaca dengan *raschig ring glass* berada di dalam kolom. Pemilihan kaca sebagai material kolom dan packing dikarenakan bahan kaca tidak bereaksi dengan fluida yang diproses, baik yang berupa gas maupun cairan.

Packed column yang digunakan pada penelitian ini dirancang dengan mempertimbangkan sifat-sifat dari *dispersed phase* (n-heksana dan minyak) dan *continuous phase* (methanol), seperti laju alir, massa jenis, viskositas, dan *interfacial tension.* Selain itu juga mempertimbangkan properti *random packing* dan korelasi *flooding*.

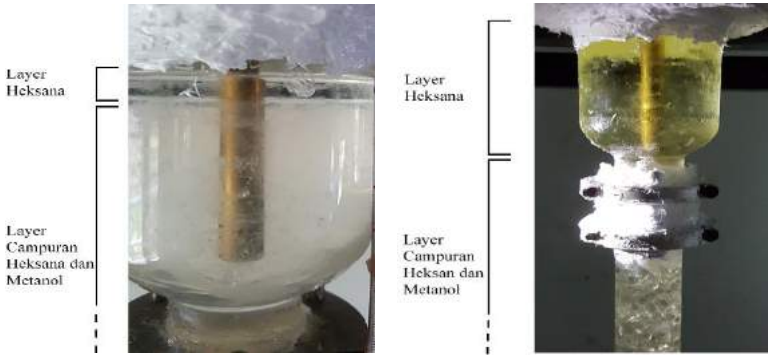
Kolom Ekstraksi (ditunjukkan dengan angka 1 pada Gambar III.2) memiliki dimensi ketinggian 166 cm, diameter 4 cm, dan volume 1,7 liter. Pada penentuan diameter kolom, perlu diperhatikan faktor *flooding* akan terjadi dengan mengacu terhadap *flowrate* maksimum dari proses ekstraksi. Dalam hal ini ditentukan *flooding* sebesar 70% dengan *flowrate* metanol 0.0666 l/menit dan *flowrate* n-heksana + *crude* nyamplung sebesar 0.285 l/menit. *Packing* yang digunakan berupa *raschig glass* dengan diameter *packing* sebesar 0,3 inch dan panjang 1 inch berfungsi untuk meningkat nilai turbulensi pada proses ekstraksi agar mencapai kondisi transfer massa yang optimum.

Gambar IV.1 *Raschig Glass Packing*

Pada alat ektraksi *packed column* yang digunakan terdapat 6 (enam) titik sampel di ketinggian tertentu. Titik sampel (ditunjukkan dengan angka 2 pada Gambar III.2) berfungsi sebagai aliran keluar campuran fluida yang nantinya akan dianalisa komponen yang terkandung di dalamnya. Jarak antar titik sampel sebesar 17,5 cm sehingga bisa digunakan untuk mengevaluasi ketinggian optimal dari kolom ekstraksi. Laju alir yang digunakan sebagai variabel bebas dari penelitian ini diatur menggunakan *speed regulator* dan rotameter (ditunjukkan dengan angka 3 pada Gambar III.2). Rotameter terdiri dari tabung terbuat dari akrilik dan bola *stainless steel* sebagai bagian pembacaan, namun rotameter dengan material tersebut tidak tahan terhadap bahan kimia yang digunakan.

IV.3. *Start-up* Alat

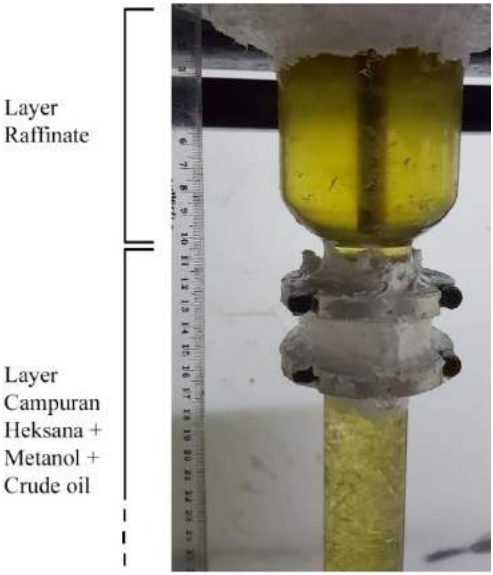
Dalam proses ektraksi secara *continous* menggunakan *packed column*, kondisi operasi perlu diatur sedemikian rupa agar tercapai kondisi produk optimum. Proses transfer massa terjadi sepanjang *packing* yang memberikan permukaan kontak yang lebih luas antara fluida yang diproses (Kemendikbud, 2013). Campuran c*rude* nyamplung dan heksana dari aliran bawah akan berinteraksi maksimal dengan metanol sebagai fase kontiyu dari aliran atas di area packing yang menyebabkan komponen polar, seperti *free fatty acid*, berdifusi ke *solvent* metanol turun ke bagian bawah kolom karena densitas yang lebih berat. Sebaliknya komponen nonpolar, seperti trigliserida, tetap terlarut di *solvent* n-heksana dan naik ke bagian atas kolom karena densitas yang lebih ringan. Pada ektraksi *crude* minyak nyamplung ini diperlukan ruang tinggal untuk kedua lapisan terpisah sempurna, dan hal ini terjadi pada bagian *upper* dan *lower zone* dari kolom ektraksi.



(a) (b)

Gambar IV.2 Pemisahan Antara *Solvent* n-Heksana dan Metanol di *Upper Zone* (A) Variabel *Flowrate* n-Heksana:Metanol = 0,24:0,24 l/min (B) Variabel *Flowrate* n-Heksana:Metanol = 0,12:0,12 l/min

Trial flowrate solvent perlu dilakukan agar *layer* antar *solvent* terjadi tepat memenuhi bagian *upper zone*. Pada percobaan ini dilakukan *trial* dengan variabel *flowrate* n-heksana:metanol = 0,12:0,12 l/menit dan 0,24:0,24 l/menit. Pada Gambar IV.2 (a) dapat dilihat layer yang terbentuk saat n-heksana masuk dengan kecepatan aliran n-heksana 0.24 l/menit dan metanol 0,24 l/menit adalah setinggi 0,8 cm. Diperoleh hasil optimum pada variabel 0,12:0,12 l/menit dengan ketinggian layer heksana 10 cm memenuhi seluruh *upper zone* seperti ditunjukkan pada Gambar IV.2 (b), sedangkan campuran metanol dan n-heksana yang terlarut terbentuk di sepanjang area *packing*. Pendekatan melalui variabel *solvent* ini sangat berguna agar *raffinate* dan campuran metanol + n-heksana + *crude* minyak nyamplung dapat terbentuk tepat di *upper zone* kolom ekstraksi saat melakukan proses ektraksi. Pada Gambar IV.3 dapat dilihat bahwa NPLF dan PLF terpisah diketinggian 10,5 cm.



Gambar IV.3 Pemisahan *Raffinate* dan Campuran n-Heksana + Metanol + *Crude* Minyak Nyamplung dan di *Upper Zone* Variabel *Flowrate* n-Heksana:Metanol = 0,12:0,12 l/min

Dengan total volume kolom sebesar 1,7 liter, pada saat proses ekstraksi dilakukan, terdapat nilai *retention time* (τ) yang berbeda-beda sesuai variabel *flowrate* yang digunakan, adapun nilai *retention time* tersebut disajikan dalam Tabel IV.3.

Tabel IV.3 *Retention Time* Proses *Continuous Countercurrent Extraction*

Run	*Flowrate* n-heksana+*crude oil* (l/min)	*Flowrate* metanol (l/min)	τ (min)
1	0,24	0,24	7,08
2	0,12	0,12	3,54
3	0,12	0,24	4,72

IV.4. *Continuous Countercurrent Extraction*

Penelitian ini dimulai dengan mempersiapkan bahan berupa *crude* minyak nyamplung, n-heksana teknis, dan metanol teknis. *Crude* minyak nyamplung dilarutkan dengan n-heksana dengan perbandingan massa 4:15 sebagai *dispersed phase* yang akan dialirkan melalui bawah kolom. Sedangkan methanol sebagai *continuous phase* dialirkan melalui atas kolom.

Langkah awal yang dilakukan dalam menggunakan alat *packed column* tersebut adalah sebagai berikut:

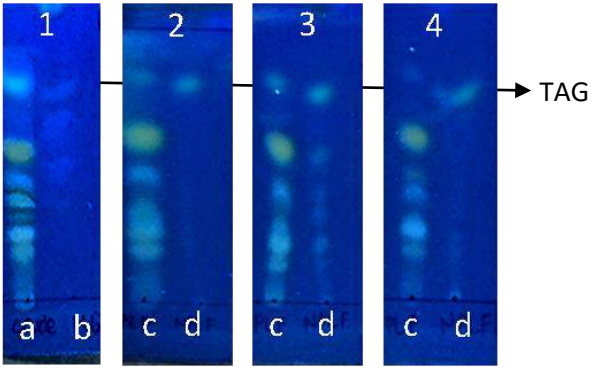
1. Memastikan alat sudah terangkai dengan susunan yang sesuai
2. Memastikan komponen elektrik sudah tersambung ke sumber listrik
3. Mengisi *feed storage* sesuai keterangan
4. Membuka kedua *speed regulator (full opened)*
5. Menyalakan *switch* listrik utama
6. Menyalakan pompa dan mengatur *flowrate* untuk masing-masing aliran *feed* dengan cara melepas selang *polyurethane* dari *valve* dan mengukur *flowrate* menggunakan gelas ukur dengan mengatur *speed regulator*
7. Mematikan pompa dan memasang selang *polyurethane* seperti semula
8. Memastikan *valve feed* atas, *feed* bawah, *raffinate* (produk atas) *full opened, dan valve extract* (produk atas) tertutup
9. Membuka salah satu kran titik sampel
10. Menyalakan kedua pompa
11. Menutup kran titik sampel bila sudah mendekati level ketinggian kran tersebut
12. Melakukan proses *continuous countercurrent extraction* hingga mulai keluar *raffinate*
13. Membuka kecil *valve extract* (disesuaikan supaya *flowrate extract* tidak lebih besar dari *flowrate* total *feed)*

14. Menampung *raffinate*, *extract*, dan sampel dari tiap-tiap titik sampel
15. Mematikan *switch* pompa dan listrik utama
16. Melakukan *drain out.*

Sebelum mengambil sampel baik di titik sampel, *raffinate*, maupun *extract* harus dipastikan bahwa proses tersebut sudah berjalan secara *steady state* dengan pendekatan pengukuran *outflow* yang stabil. Pengambilan sampel di masing-masing titik sampel dilakukan secara berurutan dari titik sampel paling atas hingga paling bawah, hal ini bertujuan untuk menghindari turunnya fluida di titik sampel atas saat titik sampel bagian bawah dibuka. Untuk membuktikan bahwa proses sudah berjalan secara *steady state* dilakukan *sampling* produk *raffinate* setiap selang waktu 4 menit sebanyak 5 kali *sampling* yang ditunjukkan pada Tabel IV.4.

IV.5. Analisa *Thin Layer Chromatography* (TLC)

Kandungan trigliserida yang didapat dari proses ekstraksi dianalisa secara kualitatif dengan TLC untuk masing-masing variabel dibandingkan antara PLF (pada produk *extract)*, NPLF (pada produk *raffinate*), *crude* minyak nyamplung, dan minyak goreng.



Gambar IV.4 Hasil Analisa TLC

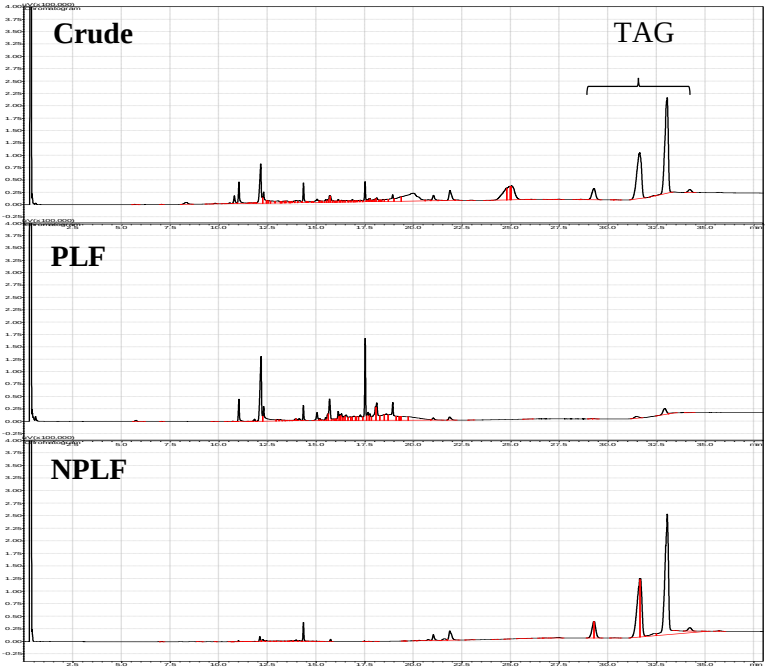
Spot dari kiri ke kanan adalah : (1) Standar, (2) Percobaan dengan *flowrate* (n-heksana+*crude oil)*:methanol = 0,12:0,12 l/min, (3) Percobaan dengan *flowrate* (n-heksana+*crude oil)*:methanol = 0,24:0,24 l/min, (4) Percobaan dengan *flowrate* (n-heksana+*crude oil)*:methanol = 0,12:0,24 l/min, (a) *Crude* Minyak Nyamlung, (b) Minyak Goreng, (c) PLF, dan (d) NPLF.

Dari hasil di atas dapat diketahui bahwa terdapat *spot* trigliserida yang terpisah di fraksi NPLF, dan *spot* lain di fraksi PLF yang merupakan senyawa polar seperti DAG, FFA, MAG, dan *gum* sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Aparamarta, dkk (2016).

IV.6. Hasil Penelitian

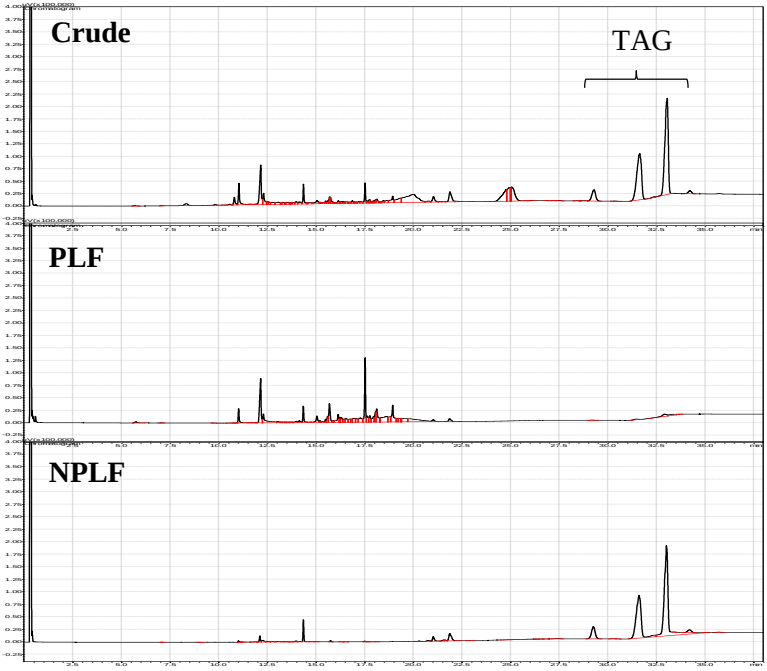
Produk *raffinate* dan *extract* dari hasil ekstraksi kemudian dipisahkan dengan pelarutnya menggunakan *rotary vacuum evaporator* untuk mendapatkan NPLF dan PLF. Kemudian NPLF, PLF, dan masing-masing *solvent* ditimbang untuk mendapatkan besar *recovery* minyak.

Selanjutnya, *crude* minyak nyamplung, NPLF, dan PLF masing-masing 20 mg dilarutkan dengan 1 ml etil asetat, dan 1 µl dari sampel diinjeksi ke peralatan *Gas Chromatography* (GC). Respon/hasil analisa GC berupa luasan/*area* dan *retention time* dari masing-masing *peak* komponen yang muncul.



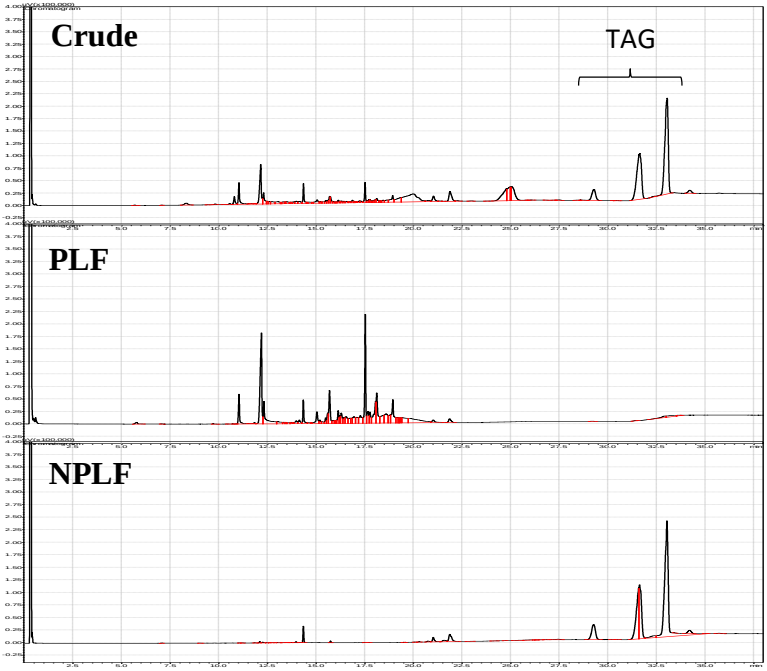
Gambar IV.5 Hasil Analisa GC Sampel Hasil Penelitian dengan *Flowrate* (n-Heksana+*Crude Oil)*:Metanol = 0,12 : 0,12 l/min

Komponen trigliserida muncul pada *retention time* 26,756 hingga 35,687 menit. Dari hasil analisa sampel hasil penelitian dengan *flowrate* (n-heksana+*crude oil)*:metanol = 0,12 : 0,12 l/min didapatkan kandungan trigliserida sebesar 85,94% dan didapatkan *recovery* minyak sebesar 84,76%.



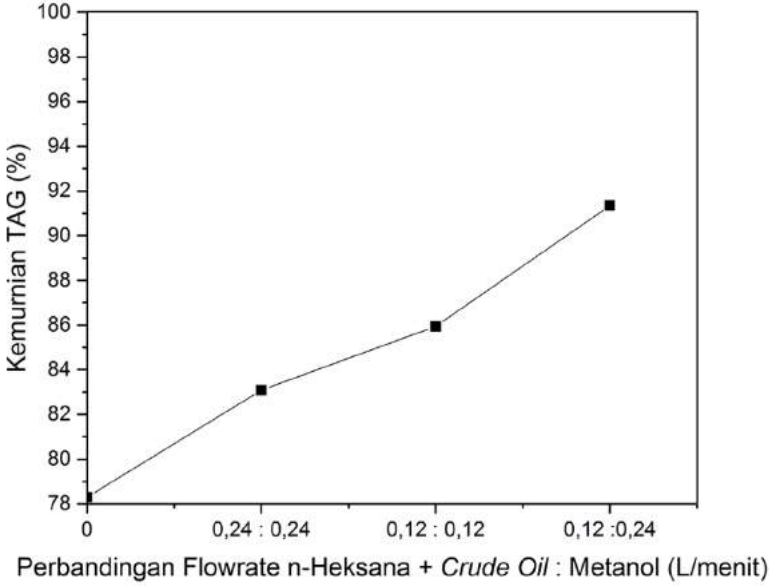
Gambar IV.6 Hasil Analisa GC Sampel Hasil Penelitian dengan *Flowrate* (n-Heksana+*Crude Oil)*:Metanol = 0,24 : 0,24 l/min

Hasil analisa sampel hasil penelitian dengan *flowrate* (n-heksana+c*rude oil)*:metanol = 0,24 : 0,24 l/min didapatkan kandungan trigliserida sebesar 83,09% dan didapatkan *recovery* minyak sebesar 76,58%.



Gambar IV.7 Hasil Analisa GC Sampel Hasil Penelitian dengan *Flowrate* (n-Heksana+*Crude Oil)*:Metanol = 0,12 : 0,24 l/min

Hasil analisa sampel hasil penelitian dengan *flowrate* (n-heksana+c*rude oil)*:metanol = 0,12 : 0,24 l/min didapatkan kandungan trigliserida sebesar 91,34% dan didapatkan *recovery* minyak sebesar 93,28%.



Gambar IV.8 Perbandingan *Ratio Flowrate (*n-Heksana+*Crude Oil)*:Metanol dengan Kandungan Trigliserida

Dari gambar di atas, kandungan trigliserida dengan perbandingan *flowrate* lebih kecil mendapatkan hasil yang lebih baik hal ini dikarenakan waktu kontak antarfase lebih lama ketika dilakukan dengan *flowrate* lebih kecil sehingga semakin banyak zat yang ikut terlarut pada pelarut (Nasir, 2009), sedangkan hasil tertinggi didapatkan dari hasil percobaan dengan *flowrate* (n-heksana+c*rude oil)*:metanol = 0,12 : 0,24 l/min, sesuai dengan perbandingan pelarut pada penelitian sebelumnya oleh Aparamarta, dkk. (2016) yaitu 1:2.

Data hasil penelitian didapatkan ketika proses ekstraksi berjalan secara *steady state*. Hal ini dibuktikan dengan kadar trigliserida pada *raffinate* yang cenderung stabil pada variabel *flowrate* (n-heksana+c*rude oil)*:metanol = 0,12 : 0,24 l/min dengan standar deviasi 1,04% yang ditunjukkan pada Tabel IV.4. *Sampling*

dilakukan 4 menit tepat setelah produk *raffinate* keluar dari *upper outflow* dengan periode *sampling* setiap 4 menit hingga menit ke 20.

Tabel IV.4 Kadar Trigliserida Tiap Waktu *Sampling* di Aliran *Raffinate*

Waktu Sampling (Menit)	TAG Content (%)
4	91.26
8	90.42
12	90.48
16	92.97
20	91.59
Rata-rata	91.34
S.D	1.04

Recovery minyak optimal diperoleh pada variabel 0,12 : 0,24 l/min seperti ditunjukkan pada Tabel IV.5. Untuk mendapatkan kadar trigliserida yang lebih tinggi dapat dilakukan dengan cara menurunkan *flowrate* tiap aliran menggunakan perbandingan 1:2. Namun, dalam penelitian ini terdapat keterbatasan kemampuan pompa yang hanya mampu menahan tekanan dengan kecepatan aliran fluida sebesar 0,12 l/min. Apabila *flowrate* dikecilkan lagi akan terjadi kerusakan pada pompa dengan spesifikasi pompa yang digunakan tipe *booster pump* dengan kecepatan aliran fluida optimal 0,98 l/min.

Tabel IV.5 Hasil Penelitian Pemisahan Trigliserida dari Minyak Nyamplung

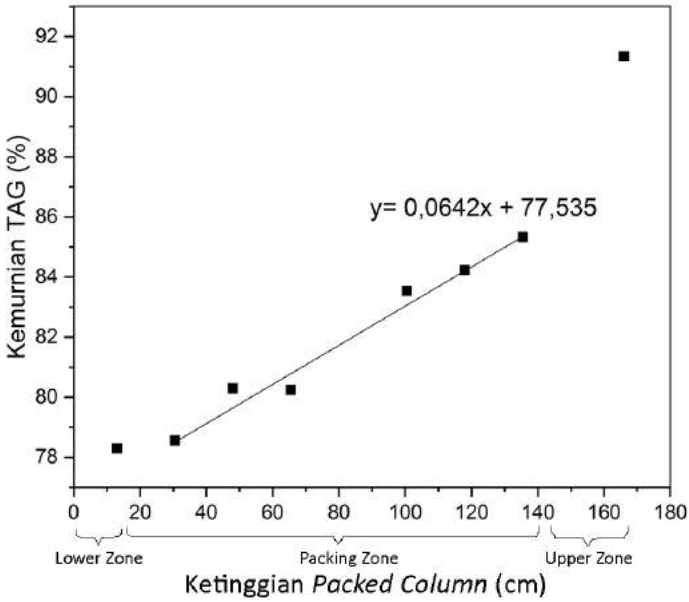
Run	*Flowrate* n-heksana+*crude oil* (l/min)	*Flowrate* metanol (l/min)	TAG *Content* (%)	*Oil Rec* (%)
1	0,24	0,24	83.09 ± 4.56	76.58
2	0,12	0,12	85.94 ± 3.10	84.76
3	0,12	0,24	91.34 ± 1.04	93.28

Selanjutnya, sampel dari masing-masing titik sampel hasil percobaan dengan *flowrate* (n-heksana+c*rude oil)*:methanol = 0,12 : 0,24 l/min diambil fraksi NPLF dan dihilangkan pelarutnya untuk kemudian dianalisa kandungan trigliseridanya.

Tabel IV.6 Kandungan Trigliserida Pada NPLF di Tiap-Tiap Titik Sampel

Titik Sampel	Tinggi *Packing* (cm)	TAG Content (%)
1	17,5	78,56
2	35	80,29
3	52,5	80,24
4	87,5	83,54
5	105	84,23
6	122,5	85,32

Semakin tinggi titik sampel didapatkan kandungan trigliserida yang semakin tinggi, dari 78,30% trigliserida dalam *crude* minyak nyamplung, didapatkan 85,32% trigliserida dalam NPLF dari titik sampel ke-6 dengan ketinggian kolom 122,5 cm dan 91,34% trigliserida dalam produk *raffinate.*



Gambar IV.9 Kandungan Trigliserida dalam NPLF Masing-Masing Ketinggian Titik Sampel

Untuk mendapatkan hasil kandungan trigliserida yang lebih tinggi serta dapat menggantikan metode *batchwise eight-stage extraction* oleh Aparamarta, dkk. (2016) dengan kandungan trigliserida 98,53%, selain dapat dilakukan dengan cara mengurangi *flowrate (*n-heksana+c*rude oil)*:methanol lebih kecil dari 0,12 : 0,24 l/min dengan menggunakan perbandingan 1:2, dapat dengan cara menambah tinggi kolom. Dari Gambar IV.9 diperoleh persamaan linier y = 0,0642 x + 77,535 dengan y adalah presentase trigliserida dan x adalah ketinggian *packing*, sehingga untuk mendapatkan kandungan trigliserida sebesar 98,53% dibutuhkan ketinggian *packing* sebesar 327 cm.

Pada penelitian ini kondisi optimal untuk mendapatkan hasil terbaik yaitu didapatkan kandungan trigliserida dalam NPLF minyak nyampung sebesar 91,34% dengan *recovery* minyak 93,28% pada kondisi *flowrate* (n-heksana+c*rude oil)*:methanol = 0,12 : 0,24 l/min. Untuk mendapatkan kandungan trigliserida dan *recovery* minyak yang lebih tinggi dapat dicapai dengan mengoptimalkan tiga hal yaitu menurunkan laju alir *heavy liquid* dan *light liquid*, menambah ketinggian packing, memvariasikan perbandingan *flowrate* direntang 1:2 hingga 1:2,5. Rentang perbandingan *flowrate* ini diambil dengan pertimbangan nilai kelarutan n-heksana terhadap methanol sebesar 39,86 ml n-heksana dalam 100 ml methanol (Kiser, 1961).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengaruh laju alir *feed* terhadap kandungan trigliserida pada NPLF minyak nyamplung menunjukkan kandungan trigliserida dengan perbandingan laju alir *feed* lebih kecil mendapatkan hasil yang lebih baik dan hasil tertinggi didapatkan dari hasil percobaan dengan laju alir (n-heksana+c*rude oil)*:metanol=1:2.
2. Kondisi operasi optimum pada penelitian ini adalah saat laju alir (n-heksana+c*rude oil)*:metanol=0,12:0,24 l/min dengan diperoleh kadar trigliserida 91,34% dan *recovery* minyak sebesar 93,28%.
3. Komposisi trigliserida pada NPLF minyak nyamplung di tiap-tiap titik sampel pada alat *continuous countercurrent extraction* menunjukkan semakin tinggi titik sampel didapatkan kandungan trigliserida yang semakin tinggi dan diperoleh persamaan linier y = 0,0642 x + 77,535.

V.II. Saran

1. Mencari alternatif pelarut lainnya sebagai substituen pelarut metanol dan n-heksana yang mempunyai nilai kelarutan yang kecil satu sama lain.
2. Perlu dilakukan standarisasi terhadap bahan kimia yang digunakan.
3. Mencari spesifikasi peralatan pendukung yang tepat untuk kondisi operasi dan bahan kimia yang digunakan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

Anggraini, D., Della Istianingsih, dan Setiyo Gunawan. 2014. Pengaruh Prosentase Solvent Non Polar dalam Campuran Pelarut terhadap Pemisahan Senyawa Non Polar dari Minyak Nyamplung *(Calophyllum Inophyllum).* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Aparamarta, Hakun W., Teguh Saputra, Anggita Claratika, Yi-Hsu Ju, dan Setiyo Gunawan. 2016. *Separation and Purification of Triacylglycerols from Nyamplung (Calophyllum inophyllum) Oil by Batchwise Solvent Extraction*. Industrial & Engineering Chemical Research, 3112-3119.

Day, R. A. Jr. dan Underwood, A. L. 2002. Analisis Kimia Kuantitatif. Jakarta: Erlangga.

Dweck, A.C. dan Meadows, T. 2002. Tamanu. International Journal of Cosmetic Science 2002, 24: 1-8.

FAO. 2007. *Food Energy: Methods of Analysis and Conversion Factors Report of a Technical Workshop, Nutrition Paper* 77.

Fessenden, J. R. 1986. Kimia Organik Edisi Ketiga Jilid 1. Jakarta: Erlangga.

Friday, J.B. dan Dana Okano. 2006. *Calophyllum inophyllum* (*Kamani),College of Tropical Agriculture and Human Resources.* Hawai'i: *University of Hawai'i*.

Gianisa. 2015. Laporan Trigliserida dan Kolesterol. *http://www.academia.edu/5536737/LAPORAN_TG_and_ KOLESTEROL*. Diakses pada 1 Februari 2017 pukul 21.48 WIB.

Gunawan, S., Kasim, N. S., dan Ju, Y. H. 2008. *Separation and Purification of Squalene from Soybean Oil Deodorizer Distillate. Separation Purification Technology, 60, 128.*

Hargono dan Haryani, K. 2010. Pengaruh Jenis Solvent dan Variasi Tray pada Pengambilan Minyak Nyamplung dengan Metode Ekstraksi Kolom. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan". ISSN 1693-4393.

Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid 3. Jakarta: Departemen Kehutanan.

Kiser, Robert W., G. Dana Johnson, dan Martin D. Shetlar. 1961. *Solubilities of Various Hydrocarbons in Methanol. Journal of Chemical and Engineering Data Vol. 6, No. 3, 338-341.*

Ling, K. H., Kian, C. T., dan Hoon, T. C. 2009. *A Guide to Medicinal Plant*. Singapore World Scientific.

Nasir, Subriyer, Fitriani, dan Hilma Kamila. 2009. Ekstrakksi Dedak Padi Menjadi Minyak Mentah Dedak Padi (*Crude Rice Bran Oil*) dengan Pelarut n-Hexane dan Ethanol. Jurnal Teknik Kimia, No.2, Vol. 16.

Wijaya, Rudy dan Sofyan Kurniajati. 2009. Makalah Penelitian Pengambilan Minyak Biji Nyamplung Secara Mekanis dan Kimia dengan Menggunakan Alat Pressing dan Labu Ekstraksi Serta Tangki Ekstraktor Berpengaduk. Semarang: Universitas Diponegoro.

Rusila Noor, Y., M. Khazali, dan I N.N. Suryadiputra. 1999. Panduan. Pengenalan Mangrove di Indonesia. Bogor: PHKA/WI-IP.

Sadek, P. 2002. *The HPLC Solvent Guide*. United States of America: Wiley of Interscience

Seader, J. D. dan Henley, E. J., 2006. *Separation Process Principle*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Sudrajat. 2009. *A Potential Plant for Biodiesel*. Indonesia : Departemen Kehutanan.

Treybal, R. E.,1951. *Liquid Extraction, 1st edition.* New York: McGraw-Hill Book Company.

Venkanna, B.K. dan C. Venkataramana Reddy. 2009. *Biodiesel Production and Optimization from Calpphyllum inophyllum Linn Oil (Honne Oil)- A Three Stage Method.* Balgakot: *Department of Mechanical Enginering, Basaveshwar Engineering College*.

Yunitasari, E. P. 2008. Pengaruh Jenis Solvent dan Variasi Tray pada Pengambilan Minyak Nyamplung dengan Metode Ekstraksi Kolom. Semarang: Universitas Diponegoro.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR NOTASI

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan
V_C	Kecepatan *superficial* dari *continuous phase*
V_D	Kecepatan *superficial* dari *dispersed phase*
a	Luas permukaan spesifik dari *packing*
ε	*Void fraction*
σ	*Interfacial tension* antarfase
ρ_C	Massa jenis *continuous phase*
ρ_D	Massa jenis *dispersed phase*
μ_C	Viskositas *continuous phase*

Halaman ini sengaja dikosongkan

APPENDIKS

APPENDIKS

1. Estimasi *Interfacial Tension*

NPLF in HE

HE 0.428 Crude Oil TAG 78.3% berat

Oil 0.178 TAG 0.14 DAG 0.01

MAG 0.005 FFA 0.01 Others 0.01

Stage	REC TAG	REC DAG	REC MAG	REC FFA	REC Others
1	92.02%	39.12%	43.95%	14.40%	3.15%
2	84.04%	35.09%	23.68%	9.22%	34.86%
3	80.26%	29.04%	20.18%	6.18%	36.44%
4	78.58%	21.78%	16.88%	5.25%	23.34%
5	77.72%	10.81%	12.76%	4.38%	11.16%
6	76.84%	5.41%	9.34%	3.39%	6.79%
7	76.04%	4.27%	5.08%	2.98%	5.72%
8	75.29%	4.09%	1.25%	2.39%	5.44%

HE	TAG	DAG	MAG	FFA	Others	ME
0.427	0.128	0.004	0.002	0.002	0.000	0.001
0.427	0.117	0.003	0.001	0.001	0.003	0.001
0.427	0.112	0.003	0.001	0.001	0.004	0.001
0.427	0.109	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001
0.427	0.108	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
0.427	0.107	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001
0.427	0.106	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
0.427	0.105	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
0.427	0.112	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001
78.36%						0.18%

Total Oil	0.117	21.46%
total	0.545	

PLF in ME

ME 0.143

Oil 0

Stage	REC TG	REC DG	REC MG	REC FFA	REC Others
1	7.98%	60.88%	56.05%	85.60%	96.85%
2	15.96%	64.91%	76.32%	90.78%	65.14%
3	19.74%	70.96%	79.82%	93.82%	63.56%
4	21.42%	78.22%	83.12%	94.75%	76.66%
5	22.28%	89.19%	87.24%	95.62%	88.84%
6	23.16%	94.59%	90.66%	96.61%	93.21%
7	23.96%	95.73%	94.92%	97.02%	94.28%
8	24.71%	95.91%	98.75%	97.61%	94.56%

HE	TAG	DAG	MAG	FFA	Others	ME
0.001	0.011	0.006	0.003	0.012	0.009	0.142
0.001	0.022	0.006	0.004	0.013	0.006	0.142
0.001	0.028	0.007	0.004	0.014	0.006	0.142
0.001	0.030	0.007	0.004	0.014	0.007	0.142
0.001	0.031	0.008	0.004	0.014	0.009	0.142
0.001	0.032	0.009	0.004	0.014	0.009	0.142
0.001	0.033	0.009	0.005	0.014	0.009	0.142
0.001	0.034	0.009	0.005	0.014	0.009	0.142
0.001	0.028	0.008	0.004	0.014	0.008	0.142
0.49%						69.56%

Total Oil	0.061	29.95%
Total	0.204	

Estimation of Interfacial Tension

HE-*rich phase*			ME-*rich phase*		
HE	Oil	ME	HE	Oil	ME
78.36%	21.46%	0.18%	0.49%	29.95%	69.56%

MW HE	86.18	sebagai A
MW ME	32.04	sebagai B
MW Oil	885.43	sebagai C sebagai triolein

XAB	=	0.0025769
XBA	=	0.006097
XCA	=	0.0257995
XCB	=	0.0152999

σ	=	21.030599	dyn/cm

2. Korelasi *Flooding* Pada *Packed Liquid-Extraction Tower*

Continuous Phase :		ME	
ρ_C	=	49,13	lbm/ft^3
μ_C	=	1,23	lbm/ft.h

Dispersed Phase :		HE+*oil*	
ρ_D	=	44,31	lbm/ ft^3
$\Delta\rho$	=	4,82	lbm/ ft^3

Laju alir

V (ME)	=	53	g/min
L (HE+Oil)	=	203	g/min
V	=	0,143	ft^3/h
L	=	0,606	ft^3/h

Properties packing (Geankoplis Tabel 10.6-1)

Pendekatan Jenis *Packing*	=		*Rischig Rings ceramic* 1/2 in
a	=	111	ft^2/ ft^3
ε	=	0,64	void frac.
σ	=	21,03	dyn/cm
	=	600886	lbm/h^2

Geankoplis Fig.12.6-3

$$\left(\frac{\sigma}{\rho_C}\right)^{0,2}\left(\frac{\mu_C}{\Delta\rho}\right)\left(\frac{a}{\varepsilon}\right)^{1,5} = 3827,5$$

$$\frac{\left(V_C{}^{0,5} + V_D{}^{0,5}\right)^2 \rho_C}{a\,\mu_C} = 39 \quad \text{(Fig. 12.6-3)}$$

$$V_C{}^{0,5} + V_D{}^{0,5} = 10,41$$

$V_D/V_C = V/L$ = 4.25

V_C	=	11.57	ft/h	*Flooding*
V_D	=	49.13	ft/h	*Velocity*

Desain laju alir di set pada 70% *flooding*

V_D	=	34.39	ft/h
V_C	=	8.10	ft/h

$V_C + V_D$	=	42.49	ft/h
	=	12.95	m/h

(packed column = 12-30 m/h)

Tower cross-sectional area (L/ V_C) = 0.02

Diameter *tower*	=	0.15	ft
		0.05	m
		4.56	cm

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Lalitya Syifalia, putri dari pasangan Bapak Muhammad Mukti Aji dan Ibu Ratri Iswari. Lahir pada tanggal 26 Maret 1996. Penulis mulai mengenyam pendidikan di SDN 2 Barenglor Klaten (2002-2008), SMP Negeri 2 Klaten (2008-2011), SMA Negeri 1 Klaten (2011-2013), dan S1 Teknik Kimia FTI-ITS (2013-2017) yang kemudian pada tahun 2016 mulai melakukan penelitian di Laboratorium Teknologi Biokimia dan menulis karya berjudul : "Pemurnian Senyawa Trigliserida dari Minyak Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) dengan Proses *Continuous Countercurrent Extraction*".

Email penulis : lalityasyifalia@gmail.com
No. HP : +6281217187678

Abdul Karim Amarullah, putra dari pasangan Bapak Asril Alidar dan Ibu Afleni. Lahir pada tanggal 12 Januari 1996. Penulis mulai mengenyam pendidikan di SDN Sungai Pakning (2001-2007), SMPs YKPP Sungai Pakning (2007-2010), SMA Negeri Plus Provinsi Riau (2010-2013), S1 Teknik Kimia FTI-ITS (2013-2017) yang kemudian pada tahun 2016 mulai melakukan penelitian di Laboratorium Teknologi Biokimia dan menulis karya berjudul : "Pemurnian Senyawa Trigliserida dari Minyak Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) dengan Proses *Continuous Countercurrent Extraction*".

Email penulis : mail@bdulkarim.com
No. HP : +6285271727482

Halaman ini sengaja dikosongkan