

**Pengaruh Kadar Asam Fosfat Melalui Proses *Acid
Degumming* Terhadap Karakteristik Minyak Biji Nyamplung
(*Calophyllum inophyllum*)**



Alan Kurniawan

5315127284

**Skripsi ini Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan**

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

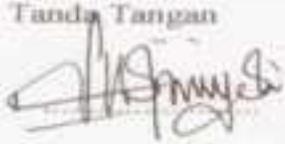
2017

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Pengaruh Kadar Asam Fosfat Melalui Proses *Acid Degumming* Terhadap Karakteristik Minyak Biji Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*)

Nama : Alan Kurniawan
No. Reg : 5315127284

DOSEN PEMBIMBING

NAMA	Tanda Tangan	Tanggal
Dosen Pembimbing 1 1. Siska Titik Dwiwati, M.T. NIP. 197812122006042002		1 18/8 - 2017
Dosen Pembimbing 2 2. H. Wardoyo, S.T., M.T. NIP. 197908182008011008		2 21/8 - 2017

DOSEN PENGUJI

NAMA	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua 1. Dr. Riyadi, S.T., M.T. NIP. 196304201992031002		1 18/8 - 2017
Sekretaris 2. Ferry Budhi Susetyo, S.T., M.T. NIP. 198202022010121002		2 18/8/2017
Dosen Ahli 3. Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T. NIP. 197602052006041001		3 21/8 - 2017

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta



Ahmad Kholil, S.T., M.T.
NIP. 197908312005011001

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis skripsi/ karya inovatif saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi.

Jakarta, Agustus 2017
Yang membuat pernyataan

Alan Kurniawan
No. Reg: 5315127284

ABSTRAK

ALAN KURNIAWAN, Pengaruh Kadar Asam Fosfat Melalui Proses *Acid Degumming* Terhadap Karakteristik Minyak Biji Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*). Pembimbing H. Wardoyo, ST, MT., dan Siska Titik Dwiyati, ST, MT. Skripsi, Jakarta: Program Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. April 2017.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar asam fosfat yang paling efisien dan karakteristik minyak biji nyamplung melalui proses *acid degumming*. Penelitian dilakukan dengan menggunakan bahan baku utama yaitu minyak nyamplung mentah yang didapatkan dari Cilacap, dengan variasi yang dilakukan yaitu penggunaan asam fosfat 1%, 2%, dan 3% terhadap 300 ml minyak biji nyamplung.

Dalam penelitian ini, pengujian yang dilakukan adalah kadar Fe dan Cu dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*), FFA, peroksida, penyabunan, densitas, dan nilai viskositas dengan metode Titrimetri. Proses *acid degumming* diawali dengan menambahkan konsentrasi asam fosfat sebanyak 1%, 2%, dan 3% kedalam 300 ml minyak biji nyamplung mentah pada setiap percobaan, kemudian dipanaskan dengan suhu 60⁰C dan diaduk secara konstan selama 15 menit dengan kecepatan pengadukan 500 rpm.

Berdasarkan hasil pengujian, dengan kadar asam fosfat 1% didapatkan kadar Fe dan Cu adalah 0 ppm, nilai FFA 10,47%, nilai peroksida 0%, nilai penyabunan 53.89%, nilai densitas 883,88 kg/m³ dan nilai viskositas 5,11 cSt. Kadar asam fosfat 2% didapatkan kadar Fe dan Cu adalah 0 ppm, nilai FFA 9.12%, nilai peroksida 0%, nilai penyabunan 46.67%, nilai densitas 863,32 kg/m³ dan nilai viskositas 4,48 cSt. Kadar asam fosfat 3% didapatkan kadar Fe dan Cu adalah 0 ppm, nilai FFA 9.02%, nilai peroksida 0%, nilai penyabunan 42,29%, nilai densitas 829,75 kg/m³ dan nilai viskositas 4,16 cSt. Minyak biji nyamplung hasil dari proses *acid degumming* dengan penambahan kadar asam fosfat 3% didapatkan nilai karakteristik yang lebih baik.

Kata kunci : *acid degumming*, fosfat, minyak nyamplung, karakteristik minyak biji nyamplung

ABSTRACT

ALAN KURNIAWAN. *The Influence of Phosphoric Acid Value by Degumming Acid Process Towards Characteristic Nyamplung Sed Oil (*Calophyllum inophyllum*)*. Advisor H. Wardoyo, ST, MT., and Siska Titik Dwiwati, M.T. Thesis, Jakarta: Education of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, State University of Jakarta. April 2017.

This study aims to determine the most efficient levels of phosphoric acid and nyamplung seed oil characteristics through acid degumming process. This study carried out using primary raw nyamplung oil from Cilacap, with variations using phosphoric acid 1%, 2%, and 3% against 300 ml of nyamplung oil.

In this study, the test performed the levels of the Fe and Cu by AAS method, FFA, peroxide, saponification, density, and viscosity with titrimetric process. Acid degumming process begins by adding phosphoric acid concentration of 1%, 2%, and 3% into 300 ml of crude nyamplung oil on each experiment, then the nyamplung oil heated with 60 °C and stirred constantly for 15 minutes with 50 rpm speed.

Based on test result, with 1% of phosphoric acid concentration obtained Fe and Cu was 0 ppm, FFA 10,47 %, peroxide 0%, saponification 53,89%, density 883,88 kg/m³ and viscosity 5,11 cSt. Concentration 2% of phosphoric acid obtained Fe and Cu was 0 ppm, FFA 9,12%, peroxide 0%, saponification 46,67%, density 1075 kg/m³ and viscosity 73.84 kg/m³. Concentration 3% of phosphoric acid obtained Fe and Cu was 0 ppm, FFA 9,02%, peroxide 0%, saponification 42,29%, density 829,75 kg/m³ and viscosity 4,16 cSt. Nyamplung oil by acid degumming process with addition 3% concentration of phosphoric acid obtained the most biodiesel characteristics value either.

Keywords : acid degumming, phosphoric acid, characteristic nyamplung sed oil.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr.wb

Puji syukur senantiasa terpanjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul Pengaruh Kecepatan Pengadukan Pada Proses Esterifikasi Biofuel Minyak Nyamplung Hasil Pretreatment Ampas Tebu Terhadap Karakteristik Biodiesel

Begitu banyak pelajaran dan pengalaman baru yang diperoleh selama proses pengerjaan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam menyusun skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ahmad Kholil, S.T, MT., selaku Koordinator Program Studi SI Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
2. Ibu Siska Titik Dwiwati, M.T., selaku dosen pembimbing I.
3. Bapak H. Wardoyo, S.T, M.T., selaku dosen pembimbing II
4. Bapak Ahmad Kholil, S.T, MT., selaku pembimbing akademik.
5. Bapak Yana Setiana dan Ibu Rosmawati, selaku orangtua yang tiada hentinya memberikan motivasi, nasihat, semangat, dan do'a khususnya selama penulisan skripsi ini.
6. Segenap dosen pengajar Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan bekal ilmu bagi penulis.
7. Segenap karyawan dilingkungan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNJ.
8. Kepada teman-teman seperjuangan Teknik Mesin S1 Non Reguler 2012 yang selalu memberikan semangat. Yang tidak bisa di sebutkan satu persatu untuk semangat dan solidaritasnya.
9. Kepada keluarga besar Teknik Mesin khususnya angkatan 2009, 2010, 2013 dan 2014.
10. Kepada Desi Susilawati yang insya Allah akan menjadi pendamping hidup, yang selalu memberikan do'a, dukungan, dan semangat.

11. Kepada teman-teman kosan, Kenzi, Sule, Golok, Zaky, Hanniv, David, Ojan, Nyco, Darus, yang selalu memberikan semangat tiada henti.
12. Serta semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penulisan skripsi ini dari awal sampai akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis sangat menyadari akan keterbatasan dari penulis sehingga skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran membangun sangat penulis harapkan. Harapan penulis adalah semoga skripsi ini dapat menjadi sumbangan pemikiran yang bermanfaat.

Jakarta, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	3
BAB II KAJIAN TEORI	4
2.1 Biodiesel	4
2.2 Jenis-Jenis Bahan Baku Biodiesel	6
2.3 Proses Pembuatan Biodiesel	7
2.3.1 <i>Degumming</i>	8
2.3.2 Esterifikasi	8
2.3.3 Transesterifikasi	9
2.4 Karakter Biodisel	9
2.5 Nyamplung.....	13
2.4.1 Prasyarat Tumbuh Nyamplung	14
2.4.2 Karakteristik Pohon Nyamplung.....	14
2.6 Fosfat.....	16
2.7 <i>Acid Degumming</i>	17
2.8 Pengujian Minyak	18

2.8.1	Pengujian AAS (Fe dan Cu).....	18
2.8.2	Bilangan asam dan FFA	19
2.8.3	Bilangan penyabunan	20
2.8.4	Bilangan peroksida.....	20
2.8.5	Densitas	20
2.8.6	Viskositas	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		25
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	25
3.3	Diagram Alir Penelitian	26
3.4	Prosedur Penelitian	27
3.4.1	Studi Literatur.....	27
3.4.2	Persiapan Alat dan Bahan.....	27
3.4.3	Tahapan <i>Acid Degumming</i>	28
3.4.4	Pengujian	30
3.4.4.1	Pengujian AAS Fe dan Cu.....	30
3.4.4.2	Penentuan Bilangan Asam.....	31
3.4.4.3	Penentuan Bilangan Penyabunan.....	32
3.4.4.4	Penentuan Bilangan Peroksida	33
3.4.4.5	Pengujian Densitas.....	33
3.4.4.6	Pengujian Viskositas.....	35
3.5	Variabel Penelitian.....	35
3.5.1	Variabel Bebas	35
3.5.2	Variabel Terikat	35
BAB IV HASIL PENELITIAN.....		36
4.1	Deskripsi Hasil Penelitian	36
4.2	Analisis Data Penelitian	38
4.2.1	Kandungan Fe dan Cu	38
4.2.2	Bilangan Asam dan FFA	39
4.2.3	Nilai Peroksida	40
4.2.4	Nilai Penyabunan.....	41
4.2.5	Densitas Minyak Nyamplung.....	42

4.2.6 Viskositas Minyak nyamplung	43
4.3 Pembahasan.....	45
4.4 Aplikasi Hasil Penelitian.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Alur Pembentukan Biodisel	5
Gambar 2.2. Reaksi Esterifikasi dalam Pembuatan Biodiesel.....	8
Gambar 2.3. Biji Nyamplung	14
Gambar 2.4. Karakteristik Pohon Nyamplung	16
Gambar 2.5. Viskometer Ostwald	22
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian	26
Gambar 3.2. Minyak nyamplung 300 ml.....	28
Gambar 3.3. Minyak nyamplung pada <i>beaker glass</i>	38
Gambar 3.4. Proses Pemanasan	29
Gambar 3.5. Proses Pencampuran H_3PO_4 dan pengadukan.....	29
Gambar 4.1. Minyak Biji Nyamplung Mentah.....	36
Gambar 4.2. Minyak Nyamplung yang sudah di- <i>degumming</i>	37
Gambar 4.5. Grafik Pengaruh Konsentrasi Asam Fosfat terhadap FFA	39
Gambar 4.7. Grafik Pengaruh Konsentrasi Asam Fosfat Terhadap Nilai Penyabunan	41
Gambar 4.8. Grafik Pengaruh Konsentrasi Asam Fosfat terhadap Densitas Minyak Nyamplung	42
Gambar 4.9. Grafik Pengaruh Konsentrasi Asam Fosfat terhadap Densitas Minyak Nyamplung	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sumber Minyak Nabati sebagai Bahan Baku Biodiesel.....	7
Tabel 2.2. Perbandingan Biodiesel dan Solar.....	11
Tabel 2.3. Properti Air pada Berbagai Suhu.....	24
Tabel 4.1. Perbandingan Karakteristik Minyak Nyamplung sebelum dan sesudah <i>Degumming</i>	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Dokumentasi	52
Lampiran 2	Hasil Pengujian	55
Lampiran 3	Perhitungan Densitas Minyak Nyamplung	56
Lampiran 4	Perhitungan Viskositas Minyak Nyamplung	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Transportasi tidak terpisahkan dalam penggunaan bahan bakar minyak dalam pengoperasiannya. Penggunaan bahan bakar minyak yang berlebihan disinyalir akan berdampak pada habisnya cadangan minyak fosil. Hakikatnya untuk meminimalisir hal tersebut diharuskan adanya pengembangan energi alternatif pengganti bahan bakar fosil, dan salah satunya adalah biodiesel yang terbuat dari minyak biji nyamplung.

Kandungan kimiawi sangat besar terdapat pada biji buah nyamplung, diantaranya senyawa lakton (kolofiloida dan asam kalofilat) dan senyawa kimia yang lainnya seperti tacamahin, asam tacawahol, bummi, dan sebagainya.¹ Kandungan kimiawi yang besar ini akan berimplikasi negatif dengan membentuk jelaga, yang menyebabkan ruang bakar menjadi kotor. Solusi mengenai hal ini, maka diperlukan proses *degumming* untuk memisahkan getah atau lendir serta senyawa kimiawi lain yang terkandung pada biji buah nyamplung.²

Proses *degumming* yang dilakukan adalah dengan menambahkan larutan H_3PO_4 sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Yuli Ristianingsih, Sutijan, dan Arief Budiman dengan judul Studi Kinetika Proses Kimia dan Fisika Penghilang Getah CPO dengan H_3PO_4 . Harapan dari proses *degumming* tersebut adalah perbaikan kualitas dari minyak biji nyamplung.

¹ Yuli Ristianingsih, dkk.2011. Studi Kinetika Proses Kimia dan Fisika

² ibid

1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan diatas, dapat di identifikasikan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pembuatan minyak nyamplung?
2. Tahapan-tahapan apa saja yang harus dilakukan dalam pembentukan biodiesel dari minyak biji nyamplung?
3. Bagaimana karakteristik minyak biji nyamplung sebelum dan setelah proses degumming?
4. Bagaimana komposisi terbaik penggunaan asam fosfat dalam proses *acid degumming*?

1.3 Pembatasan Masalah

Dari beberapa masalah yang di identifikasi diatas, untuk lebih memfokuskan hal yang diteliti juga mengingat keterbatasan waktu, biaya dan kemampuan penulis maka penulis batasi pada.

1. Proses degumming minyak biji nyamplung
2. Kadar asam fosfat yang digunakan:
 - 1%
 - 2%
 - 3%
3. Suhu yang digunakan pada prorses degumming yaitu 60°C
4. Waktu pengadukan 15 menit
5. Pengadukan sesuai dengan rujukan jurnal yaitu 500 rpm

6. Karakteristik minyak nyamplung sebelum mengalami proses *degumming* dan sesudah melalui proses *degumming* menggunakan asam fosfat.

1.4 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dikemukakan, yaitu “Bagaimana pengaruh kadar asam fosfat pada proses *acid degumming* terhadap karakteristik minyak biji nyamplung.

1.5 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kadar asam fosfat yang paling efisien dalam proses *acid degumming*.
2. Mengetahui apa saja pengaruh asam fosfat terhadap karakteristik minyak biji nyamplung.

1.6 Manfaat penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mendapatkan alternatif bahan bakar solar dengan memanfaatkan biji nyamplung yang melimpah.
2. Untuk memperbaiki kualitas minyak yang dihasilkan dari biji nyamplung
3. Untuk mengetahui proses *degumming* yang paling efisien pada pembuatan minyak biji nyamplung.

BAB II

KAJIAN TEORI

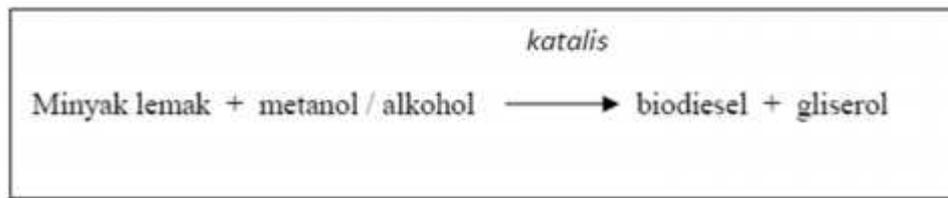
2.1 Biodiesel

Biodiesel, sering dikenal dengan nama FAME atau *fatty acid methyl ester* (metil ester asam lemak) merupakan produk yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi minyak nabati atau hewani dengan metanol dan katalisator NaOH atau KOH.¹ Selain dengan menggunakan katalis basa, untuk membuat biodiesel bisa dengan menggunakan katalis asam. Pusat penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan (P3HH) telah melaksanakan penelitian pembuatan biodiesel dari biji nyamplung (2005-2008) dengan menggunakan asam fosfat 20% sebesar 0,3 – 0,5% (b/b).² Setelah melewati proses tersebut, biodiesel dapat menjadi bahan bakar alternatif pengganti solar karena memiliki sifat pembakaran yang mirip dengan diesel (*solar*) dari minyak bumi.

Biodiesel merupakan alternatif yang paling tepat untuk menggantikan bahan bakar fosil sebagai sumber energi transportasi utama dunia, karena ia merupakan bahan bakar terbarukan yang dapat menggantikan solar di mesin dan dapat diangkut dan dijual menggunakan infrastruktur yang ada pada saat ini. Biodiesel dihasilkan melalui proses yang disebut reaksi esterifikasi asam lemak bebas atau reaksi transesterifikasi trigliserida dengan metanol dan bantuan katalis sehingga dapat menghasilkan metil ester / etil ester asam lemak dengan gliserol.

¹ Nurhayati, *Teknologi Pemrosesan Biodiesel*, (Bandung: Pusat Pengembangan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Bidang Mesin dan Teknik Industri, 2014), Hal. 5.

² Arief Ma'rij, *Jurnal Teknik Mesin UNS Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Biji Nyamplung Dengan Proses Degumming Menggunakan Asam Sulfat Dan Asam Cuka Volume 02 Nomor 02*, (Surabaya:2014), Hal. 133.



Gambar 2.1. Alur Pembentukan Biodiesel

Biodiesel pertama kali di kenalkan di Afrika Selatan sebelum perang dunia ke-II sebagai bahan bakar kendaraan berat. Bahan bakar nabati biodiesel merupakan kandidat kuat sebagai bahan alternatif pengganti bensin dan solar yang selama ini digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel. Pemerintah Indonesia telah mencanangkan pengembangan dan implementasi bahan bakar tersebut, bukan hanya untuk menanggulangi krisis energi yang mendera bangsa namun juga sebagai salah satu solusi kebangkitan ekonomi masyarakat.

Disamping sifatnya yang menyerupai solar, kelebihan dari biodiesel antara lain:

- Bahan bakar yang ramah lingkungan karena menghasilkan emisi yang jauh lebih baik (bebas sulfur, *smoke number* rendah)sesuai dengan isu – isu global, asap buangan biodiesel tidak hitam, asap gas buang berkurang 75% dibanding solar biasa, *cetane number* lebih dibandingkan dengan minyak solar
- *Biogradable* (dapat terurai), lebih dari 90%biodiesel dapat terurai dalam 21 hari
- *Renewable energy* karena terbuat dari bahan alam yang dapat diperbaharui.

- Mempunyai sifat pelumasan yang lebih baik dibanding solar sehingga mesin dapat bertahan lebih lama.
- Titik bakar lebih tinggi dibanding solar sehingga memudahkan dalam penyimpanan dan penanganan.
- Biodisel tidak membutuhkan tangki khusus sehingga dapat langsung digunakan tanpa modifikasi.
- Biodisel dapat dicampur dengan solar dengan berbagai perbandingan.
- Secara relatif, bau gas buangnya seperti *pop corn* tergantung bahan baku yang digunakan.
- Motor disel tidak membutuhkan modifikasi untuk menggunakan biodisel.
- Mengurangi emisi gas buang: *Particular Matter* (PM), *Total Hydrocarbon* (THC), dan *Carbon Monoxide* (CO), tetapi menambah *Nitrogen Oxide* (NO_x) (Kno)
- Biodisel mengandung sulfur yang lebih rendah dibanding solar sehingga tidak terlalu banyak mengeluarkan zat toksik
- Keuntungan komparatif dalam penggunaan biodisel dapat menyeimbangkan antara pertanian, pengembangan ekonomi, dan lingkungan.

2.2 Jenis – Jenis Bahan Baku Biodisel

Biodiesel adalah senyawa *methyl ester* atau *ethyl ester* yang digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak bumi. Biodiesel adalah salah satu energi alternatif terbarukan untuk bahan bakar mesin diesel yang

terbuat dari minyak nabati atau lemak hewani³. Penggunaan minyak nabati dan lemak hewani sebagai bahan dasar biodiesel menyebabkan bahan bakar biodiesel menjadi lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar solar yang biasa digunakan.

Tabel 2.1. Beberapa Sumber Minyak Nabati sebagai Bahan Baku Biodiesel

Nama Lokal	Nama Latin	Sumber Minyak	Isi % Berat Kering
Jarak Pagar	<i>Jatropha Curcas</i>	Inti biji	40-60
Jarak Kaliki	<i>Ricinus Communis</i>	Biji	45-50
Kacang Suuk	<i>Arachis Hypogea</i>	Biji	35-55
Kapok / Randu	<i>Ceiba Pantandra</i>	Biji	24-40
Karet	<i>Hevea Brasiliensis</i>	Biji	40-50
Kecipir	<i>Psophocarpus Tetrag</i>	Biji	15-20
Kelapa	<i>Cocos Nucifera</i>	Inti biji	60-70
Kelor	<i>Moringa Oleifera</i>	Biji	30-49
Kemiri	<i>Aleurites Moluccana</i>	Inti biji	57-69
Kusambi	<i>Sleichera Trijuga</i>	Sabut	55-70
Nimba	<i>Azadiruchta Indica</i>	Inti biji	40-50
Saga Utan	<i>Adenantha Pavnina</i>	Inti biji	14-28
Sawit	<i>Elais Suincencis</i>	Sabut dan biji	45-70 + 46-54
Nyamplung	<i>Callophyllum Lanceatum</i>	Inti biji	40-73
Randu Alas	<i>Bombax Malabaricum</i>	Biji	18-26
Sirsak	<i>Annona Muricata</i>	Inti biji	20-30
Srikaya	<i>Annona Squosa</i>	Biji	15-20

Sumber (Badan Mesin Kejuruan Persatuan Insinyur Indonesia : 2011)

2.3 Proses Pembuatan Biodiesel

Biodiesel adalah bahan bakar yang dapat berupa metil ester ataupun etil ester, hal tersebut tergantung dari jenis alkohol yang digunakan dalam proses esterifikasi. Namun, biodiesel yang paling sering diproduksi adalah metil ester karena metanol tidak sulit untuk didapatkan dan harganya tidak mahal. Proses

³Nurhayati, *Teknologi Pemrosesan Biodiesel*, (Bandung: Pusat Pengembangan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Bidang Mesin dan Teknik Industri, 2014), Hal. 1.

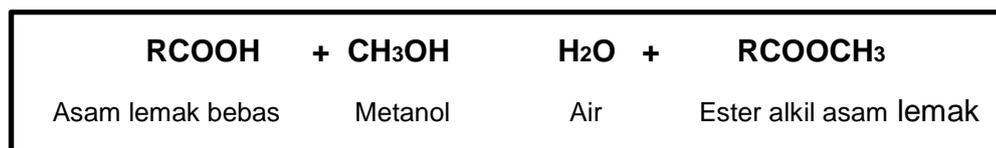
pembuatan biodiesel pada umumnya meliputi 3 proses, yaitu *degumming*, esterifikasi, dan transesterifikasi.

2.3.1 *Degumming*

Gum merupakan kata dari bahasa Inggris yang mempunyai arti getah. Getah/lendir yang ada pada minyak nyamplung mentah terdiri dari fosfatida, protein, karbohidrat, residu, air dan resin.⁴ Getah-getah tersebut harus dihilangkan dari minyak yang akan dijadikan biodiesel. Proses *degumming* dilakukan dengan tujuan untuk memisahkan gum atau getah serta zat pengotor lainnya dari minyak yang akan dijadikan sebagai biodiesel.⁵

2.3.2 Esterifikasi

Tahapan yang dilakukan setelah proses *degumming* adalah esterifikasi. Esterifikasi adalah reaksi perubahan dari suatu asam karboksilat menjadi dengan menggunakan katalis asam.⁶ Reaksi ini juga sering disebut esterifikasi Fischer.



Gambar 2.2. Reaksi Esterifikasi dalam Pembuatan Biodiesel

⁴Nurhayati, Teknologi Pemrosesan Biodisel, (Bandung: Pusat Pengembangan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Bidang Mesin dan Teknik Industri, 2014), Hal. 30.

⁵Andik Baktiar, Jurnal Teknik Mesin UNS Perbaikan Kualitas Biodiesel Biji Karet Melalui Proses Degumming Menggunakan Asam *Phospat* Metode *Non-Katalis Superheated Methanol* Tekanan Atmosfir. Hal. 324.

⁶<https://www.ilmukimia.org/2013/03/reaksi-esterifikasi.html>. Diakses Pada Tanggal 19 Januari 2017. Pukul 17.59.

Tahapan esterifikasi bertujuan untuk menurunkan asam lemak bebas karena produksi biodiesel asam lemak bebasnya harus kecil dari 2%.⁷ Asam lemak bebas dalam konsentrasi tinggi yang terikut dalam minyak nabati sangat merugikan. Tingginya asam lemak bebas ini mengakibatkan rendemen minyak turun. Untuk itulah perlu dilakukan usaha pencegahan terbentuknya asam lemak bebas dalam minyak nyamplung. Zat yang biasa digunakan sebagai katalis reaksi esterifikasi adalah asam kuat, contohnya H_2SO_4 .

2.3.3 Transesterifikasi

Salah satu proses pembuatan biodiesel yang paling banyak digunakan dalam industri adalah transesterifikasi minyak nabati. Transesterifikasi adalah reaksi antara trigliserida dan alkohol menghasilkan gliserol bebas dan ester alkil asam lemak, yang pertama kali dilakukan pada tahun 1853 oleh ilmuwan E. Duffy dan J. Patrick.⁸ Umumnya katalis yang digunakan dalam proses transesterifikasi adalah NaOH atau KOH.

2.4 Karakter Biodisel

Karakter biodisel dekat dengan spesifikasi untuk bahan bakar disel, maka biodisel merupakan kandidat kuat untuk menggantikan bahan bakar disel, maka biodisel merupakan kandidat kuat untuk menggantikan bahan bakar disel dari minyak bumi. Menurut Srivastava⁹, konversi trigliserida menjadi metil ester melalui proses transesterifikasi, dapat mengurangi berat molekul sampai sepertiga

⁷ Tengku Ryhaan, *Jurnal Online Mahasiswa Produksi Biodiesel Dari CPO Dengan Proses Esterifikasi Dengan Katalis H_2SO_4 Dan Transesterifikasi Dengan Katalis Cao Dari Cangkang Kerang Darah Volume 2 No. 1*, (Pekanbaru:2015), Hal. 209.

⁸ Nurhayati, *Teknologi Pemrosesan Biodisel*, (Bandung: Pusat Pengembangan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Bidang Mesin dan Teknik Industri, 2014), Hal. 46.

⁹ Srivastava, A. & Prasad, R. *Tryglicerides-based Disel Fuels. Renewable and Sustainable Energi. Reviews* 2000. 4, Hal. 111-133.

berat trigliserida dan mengurangi viskositasnya sampai delapan kali serta menurunkan titik upaya. Ester ini mengandung 10 sampai 11% berat oksigen, sehingga dapat mendorong pembakaran lebih besar dari pada bahan bakar disel minyak bumi. Biodisel memiliki indeks setana minimal 50. Ester ini memiliki titik tuang 15 - 25°C lebih tinggi dari bahan bakar disel biasa. Tujuan dari konversi minya tumbuhan menjadi bentuk esternya dapat dijelaskan seperti berikut:

1. Penghilangan secara seutuhnya kandungan trigliserida
2. Penurunan titik didih minyak
3. Penurunan titik nyala
4. Penurunan titik tuang
5. Penurunan viskositas
6. Hasil samping berupa gliserol, dapat digunakan dalam industry kosmetika.

Dibandingkan dengan bahan bakar disel minyak bumi, indeks setana biodisel yang tinggi berdampak pada mudah terbakarnya bahan ini, sehingga emisi partikulatnya kecil. Biodisel tidak berbau seperti minyak disel dari minyak bumi, dan penggunaannya dapat meminimalkan endapan karbon pada saluran bahan bakar. Biodisel telah digunakan sebagai campuran dengan minyak disel dari minyak bumi atau digunakan secara murni. Pencampuran yang paling banyak digunakan adalah 20% biodisel (B20). Tabel 2.2 memperlihatkan perbandingan sifat fisika-kimia antara biodisel dengan minyak solar.

Tabel 2.2. Perbandingan Biodiesel dan Solar¹⁰

Sifat Fisika- Kimia	Biodiesel	Petrodiesel
Komposisi	Metil ester atau asamlemak	Hidrokarbon
Densitas, g/mL	0,8624	0,8750
Viskositas, cSt	5,55	4,6
Titik nyala, °C	172	98
Angka Setana	62,4	53
Kelembaban, %	0,1	0,3
<i>Engine Power</i>	128.000 BTU	130.000 BTU
<i>Engine Torque</i>	Sama	Sama
Modifikasi Mesin	Tidak diperlukan	
Konsumsi Bahan Bakar	Sama	Sama
Lubrikasi	Lebih tinggi	Lebih rendah
Emisi	CO tinggi, total hidrokarbon, sulfur dioksida, dan nitroksida	CO tinggi, total hidrokarbon, sulphur dioksida dan nitroksida
Penanganan Lingkungan	Flamable lebih rendah	Flamable lebih tinggi
Keberadaan	Toxistas rendah	Toxistas 10 kali lebih tinggi
	Terbarukan	Tidak terbarukan

Kelemahan biodiesel adalah kecendrungan untuk berubah menjadi semi padat pada suhu rendah (di bawah 0°C). Pada umumnya, *cloud* dan *pour point* biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan solar¹¹. Hal ini bias menimbulkan masalah pada penggunaan biodiesel, terutama, di negara-negara yang mengalami

¹⁰ Rumondang, L.I 2006 *Sintetis Biodiesel (Metil Ester) Dari Minyak Biji Teh (Camellia sinensis (L) O.Kuntze) Hasil Ekstrasi*. Tesis Magister Ilmu Kimia. FMIPA UI. Depok

¹¹ [http://www.beritaiptek.com/zberita-beritaiptek-2006-09-21-Mengenal-Biodiesel:-Karakteristik,-Produksi,-hingga-Performansi-Mesin-\(3\).shtml](http://www.beritaiptek.com/zberita-beritaiptek-2006-09-21-Mengenal-Biodiesel:-Karakteristik,-Produksi,-hingga-Performansi-Mesin-(3).shtml)

musim dingin. Untuk mengatasi hal ini, biasanya ditambahkan aditif tertentu pada biodisel untuk mencegah aglomerasi kristal-kristal yang terbentuk dalam biodisel pada suhu rendah. Selain menggunakan aditif, bias juga dilakukan pencampuran antara biodisel dan solar. Pencampuran (*blending*) antara biodisel dan solar terbukti dapat menurunkan *cloud* dan *pour point* bahan bakar.

Kadar kemurnian dari biodisel memiliki pengaruh kuat pada karakter bahan bakarnya, terutama jumlah monogleserida, digliserida dan trigliseridanya dapat memberikan masalah serius pada penggunaan biodisel. Factor lain yang harus diperhatikan, adalah bahwa biodisel harus sebisa mungkin bebas dari air, alcohol, gliserol dan katalisnya. Penelitian yang intensif telah dilakukan di Negara-Negara Eropa, dengan tujuan mengontrol tingkat kemurnian biodisel melalui cara kromatografi. Di Negara-Negara tersebut, karakter bahan bakar alternatif harus mengikuti standard Uni Eropa. Menurut peraturan tersebut, kandungan asam lemak bebas, methanol, gliserin dan air dalam biodisel harus seminimal mungkin dan bakarnya harus setidaknya memiliki kemurnian 96,5%. Maka dari itu, tahap pemurnian dari hasil tranesterfikasi merupakan hal yang tidak dapat diabaikan.

Dari literatur yang membahas tentang biodisel, beberapa kesimpulan ini dapat diambil, yaitu:¹²

1. Mesin disel dapat langsung dioperasikan dengan biodisel.
2. Biodisel dapat digunakan baik dalam bentuk murninya atau untuk campuran atau aditif terhadap disel.
3. Biodisel relatif tidak toksik, aman dan dapat terbiodegradasi.

¹² Srivastava, A. & Prasad, R. *Tryglicerides-based Disel Fuels. Renewable and Sustainable Energi. Reviews* 2000. 4, 111-133.

4. Tidak terjadi penguapan.
5. Gas yang dikeluarkan bebas dari SO₂ dan Halogen.
6. Jumlah emisi hidrokarbon, karbon monoksida dan partikulat berkurang cukup besar.
7. Sifat *auto ignition* dari ester asam lemak menyebabkan jalan mesin yang lebih halus.
8. Konsumsi mesin untuk biodiesel serupa dengan diesel.

2.5 Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*)

Salah satu jenis tanaman hutan yang mempunyai potensi sebagai bahan baku *biofuel* adalah Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) dengan memanfaatkan bijinya¹³. Tanaman Nyamplung merupakan tanaman non-pangan dan tanaman ini sudah mulai dibudidayakan di Indonesia sebagai tanaman *wind breaker* pada daerah tepi pantai atau lahan-lahan kritis.

Taksonomi tanaman *Calophyllum inophyllum* adalah sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledone
Bangsa	: Guttiferales
Suku	: Guttiferae
Marga	: <i>Calophyllum</i>
Jenis	: <i>Calophyllum inophyllum</i> .

¹³ Budi Leksono. dkk, *Budidaya Nyamplung (Calophyllum Inophyllum L.) Untuk Bioenergi Dan Prospek Pemanfaatan Lainnya*, (Bogor: PT Penerbit IPB Press, 2014), Hal. 1.



Gambar 2.3. Biji Nyamplung

2.5.1 Persyaratan Tumbuh Nyamplng

Tumbuhan Nyamplung mempunyai prasyarat agar dapat tumbuh dengan baik, prasyarat agar tumbuhan nyamplung adalah sebagai berikut¹⁴:

- a) Tumbuh pada tanah mineral dan pantai berpasir, tanah yang mengandung liat berdrainase baik dan toleran terhadap kadar garam.
- b) Tumbuh baik pada ketinggian: 0 – 200 mdpl.
- c) Tipe curah hujan A dan B (1000 – 3000 mm/tahun dengan 4 – 5 bulan kering).
- d) Temperatur rata-rata 18-33°C dan pH antara 4-7,4.

2.5.2 Karakteristik Pohon Nyamplung

Pohon Nyamplung mempunyai karakteristik sebagai berikut¹⁵:

- a) Karakteristik pohon nyamplung bertajuk rimbun-menghijau dengan akar tunjang. Tinggi pohon dapat mencapai 25 m dengan tinggi bebas cabang 4-10 m, diameter pohon Nyamplung dapat mencapai 150 cm.

¹⁴ *Ibid.*, Hal. 3.

¹⁵ *Ibid.*, Hal. 4.

- b) Batang berkayu dengan percabangan mendatar dan jarang berbanir, kulit batang bagian luar berwarna kelabu atau putih, beralur dangkal dan mengelupas besar-besaran tipis, pada kulit kayu terdapat saluran getah berwarna kuning.
- c) Daun tunggal bersilang-berhadapan bulat memanjang atau bulat telur, ujung tumpul, pangkal membulat, tepi rata, pertulangan menyirip, panjang 20-21 cm, lebar 6-11 cm, tangkai 1,5-2,5 cm, daging daun seperti kulit/belulang, warna hijau.
- d) Bunga majemuk, bentuk tandan di ketiak daun yang teratas, berkelamin dua, diameter 2-3 cm, tujuh sampai tiga belas, daun kelopak empat tidak beraturan, benang sari banyak, tangkai putik membengkok, kepala putik berbentuk perisai, daun mahkota empat, lonjong, putih.
- e) Buah muda berwarna hijau dan yang sudah tua berwarna kekuning-kuningan, apabila dibiarkan lama buah berwarna seperti kayu, buah termasuk kategori buah batu, bulat seperti peluru dengan mancong kecil didepannya, diameter antara 2,5-5 cm.
- f) Biji berbentuk bulat tebal dan keras, berukuran relatif besar berdiameter 2,5-4 cm, daging biji tipis dan biji yang telah kering dapat tahan disimpan selama 1 bulan, inti biji mengandung minyak berwarna kuning kecoklatan.



Gambar 2.4. Karakteristik Pohon Nyamplung

2.6 Fosfat

Sumber fosfat yang dalam tanah sebagai fosfat mineral yaitu batu kapur fosfat, sisa-sisa tanaman dan bahan organik lainnya. Perubahan fosfor organik menjadi fosfor anorganik dilakukan oleh mikroorganisme. Selain itu, penyerapan fosfor juga dilakukan oleh liat dan silikat.

Fosfat anorganik maupun organik terdapat dalam tanah. Bentuk anorganiknya adalah senyawa Ca, Fe, Al, dan F. Fosfor organik mengandung senyawa yang berasal dari tanaman dan mikroorganisme dan tersusun dari asam nukleat, fosfolipid, dan fitin. Bentuk fosfor anorganik tanah lebih sedikit dan sukar larut. Walaupun terdapat CO_2 didalam tanah tetapi menetralsasi fosfat tetap sukar, sehingga dengan demikian P yang tersedia dalam tanah relatif rendah. Fosfor tersedia didalam tanah dapat diartikan sebagai P- tanah yang dapat diekstraksikan atau larut dalam air dan asam sitrat. P- organik dengan proses dekomposisi akan menjadi bentuk anorganik.

Fosfat terdapat dalam tiga bentuk yaitu H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , dan PO_4^{3-} . Fosfat umumnya diserap oleh tanaman dalam bentuk ion ortofosfat primer H_2PO_4^- atau ortofosfat sekunder HPO_4^{2-} sedangkan PO_4^{3-} lebih sulit diserap oleh tanaman. Bentuk yang paling dominan dari ketiga fosfat tersebut dalam tanah bergantung pada pH tanah. Pada pH lebih rendah, tanaman lebih banyak menyerap ion ortofosfat primer, dan pada pH yang lebih tinggi ion ortofosfat sekunder yang lebih banyak diserap oleh tanaman.

2.7 Acid Degumming

Proses pemurnian minyak nabati pada umumnya terdiri dari 4 tahap, yaitu proses pemisahan gum (*degumming*), proses pemisahan asam lemak bebas (netralisasi) dengan cara mereaksikan asam lemak bebas dengan basa atau pereaksi lainnya sehingga terbentuk sabun, proses pemucatan (*bleaching*) yang merupakan proses penghilangan komponen warna coklat seperti karotenoid & tokoferol, dan proses penghilangan bau (deodorisasi) yang merupakan proses penghilangan asam lemak bebas dan komponen penyebab bau tidak sedap seperti peroksida, keton dan senyawa hasil oksidasi lemak lainnya. Proses *degumming* dibedakan menjadi *water degumming*, *dry degumming*, *enzymatic degumming*, *membrane degumming*, dan *acid degumming*.

Acid degumming dengan asam fosfat dimaksudkan untuk memisahkan fosfatida yang merupakan sumber rasa dan warna yang tidak diinginkan. Senyawa fosfatida dalam minyak terdiri dari dua macam yaitu fosfatida *hydratable* dan fosfatida *non-hydratable*. Fosfatida *hydratable* mudah dipisahkan dengan penambahan air pada suhu rendah sekitar 40°C . Penambahan air ini mengakibatkan fosfolipid akan kehilangan sifat lipofiliknya dan berubah sifat

menjadi lipofobik sehingga mudah dipisahkan dari minyak. Fosfatida non hydratable harus dikonversi terlebih dahulu menjadi fosfatida hydratable dengan penambahan larutan asam dan dilanjutkan dengan proses netralisasi. Dari pendekatan proses acid degumming tersebut, proses diawali dengan perpindahan massa gum yang terikat pada minyak ke *interface* (lapisan antara fase minyak dan fase asam fosfat). Proses selanjutnya adalah perpindahan massa dari interface ke asam fosfat dan di fase asam fosfat ini terjadi reaksi antara gum dan asam fosfat.

2.8 Pengujian Minyak

Pengujian minyak atau lemak secara kimiawi telah sejak lama dikerjakan. Pengujian ini didasarkan pada penetapan bagian tertentu dari komponen kimia minyak atau lemak. Pengujian – pengujian tersebut meliputi hal – hal sebagai berikut:

2.8.1 Pengujian AAS (*Atomic Absorbtion Spectroscopi*)

AAS (*Atomic Absorbtion Spectroscopi*) adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel. *Atomic absorbtion spectroscopi* merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Teknik ini adalah teknik yang paling umum dipakai untuk analisis suatu unsur. Teknik-teknik ini didasarkan pada emisi dan absorpsi dari uap atom. Komponen kunci pada metode *atomic absorbtion spectroscopi* adalah sistem (alat) yang dipakai untuk menghasilkan uap atom dalam sampel.¹⁶

Cara kerja AAS adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian larutan didalamnya diubah menjadi atom bebas. Alat yang dapat

¹⁶ AnonIm, 2003, *Handout Pelatihan Instrumental Kimia AAS dan X-RD*. Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Gajah Mada, Jogjakarta. Hal 23.

membuat atom-atom bebas dalam AAS adalah *atomizer*. Larutan unsur mula-mula disedot ke dalam nebulizer (berfungsi untuk mengubah larutan aerosol yaitu butiran-butiran cairan yang sangat halus, yang terdispersi dalam udara), selanjutnya larutan diubah dalam bentuk kabut (tetesan-tetesan yang amat halus dalam fasa gas atau aerosol) didalam *spray chamber* berfungsi untuk membuat campuran yang homogen dari gas oksidan dan bahan bakar aerosol. Kemudian dengan tambahan gas terjadilah campuran yang homogeny sesaat sebelum masuk kedalam *burner*. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang menurut jenis logamnya.¹⁷

2.8.2 Bilangan Asam dan FFA

Prosedur pengujian ini digunakan untuk menentukan bilangan asam minyak nabati sebagai bahan baku biodisel dan produk biodisel. Pengujian bilangan asam dilakukan melalui proses titrimetri. Bilangan asam adalah sejumlah miligram KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam-asam lemak bebas di dalam satu gram sampel biodisel atau bahan baku biodisel. Asam bebas ini terutama terdiri dari asam lemak bebas dan sisa asam mineral. Asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak biodisel atau bahan baku biodisel dapat menentukan kualitas minyak menunjukkan umur penyimpanan dan kualitas minyak.

¹⁷ Darmono, *Op.Cit.* Hal 1

2.8.3 Bilangan penyabunan

Bilangan penyabunan adalah untuk menyabunkan 1 g minyak atau lemak. Apabila sejumlah contoh minyak atau lemak disabunkan dengan larutan KOH berlebihan dalam alkohol, maka KOH akan bereaksi dengan trigliserida, yaitu tiga molekul KOH bereaksi dengan satu molekul minyak atau lemak. Larutan alkali yang tidak bereaksi ditentukan dengan titrasi menggunakan asam, sehingga jumlah alkali yang bereaksi dapat dihitung.

2.8.4 Bilangan peroksida

Bilangan peroksida adalah nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak atau lemak. Asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya, sehingga membentuk peroksida. Peroksida ini dapat ditentukan dengan metoda iodometri.

2.8.5 Massa Jenis (*Density*)

Massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Keadaan semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rerata suatu benda adalah total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis yang lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah.

Satuan SI massa jenis adalah kg/m^3 . Suatu zat berapapun massanya dan berapapun volumenya akan memiliki massa jenis yang sama. Rumus untuk menentukan massa jenis adalah :

$$= \frac{m}{v} \dots \dots \dots (2.1)$$

Disini :

= massa jenis (kg/m³)

m = massa (kg)

v = volume (m³)

2.8.6 Viskositas

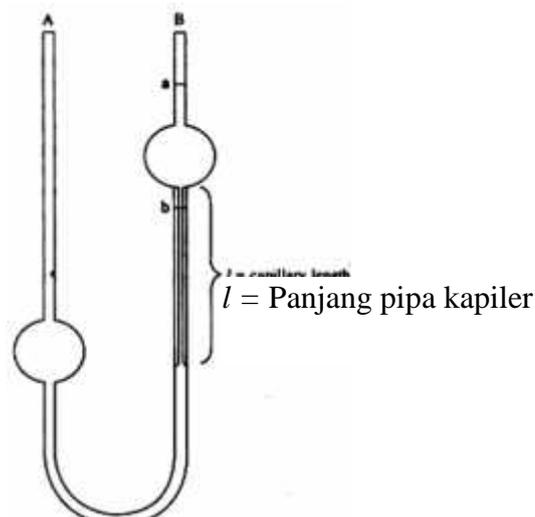
Viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan atau fluida. Viskositas (kekentalan) berasal dari kata *Viscous*.¹⁸ Viskositas dapat dianggap sebagai gerakan di bagian dalam (internal) suatu fluida. Jadi viskositas tidak lain menentukan kecepatan mengalirnya suatu cairan.

Gaya tarik antar molekul yang besar dalam cairan menghasilkan viskositas yang tinggi. Kekentalan (viskositas) merupakan sifat cairan yang berhubungan erat dengan hambatan untuk mengalir. Beberapa cairan ada yang mengalir cepat, sedangkan lainnya mengalir secara lambat. Cairan yang mengalir cepat seperti air, alkohol dan bensin mempunyai viskositas kecil. Sedangkan cairan yang mengalir lambat seperti gliserin, minyak castor dan madu mempunyai viskositas besar.

Satuan SI untuk viskositas adalah $N.s/m^2 = Pa.s$ (Pascal sekon). Sedangkan menurut sistem CGS satuan viskositas adalah Poise (1 Poise = 0,1 Pa.s) yang setara dengan $dyne.s/cm^2$. Suatu cairan mempunyai viskositas absolut atau dinamik 1 poise, bila gaya 1 dyne diperlukan untuk menggerakkan bidang seluas 1 cm² pada kecepatan 1 cm/detik terhadap permukaan bidang datar sejauh 1 cm. Viskositas sering juga dinyatakan dalam sentipoise (1 Poise = 100 cP).

¹⁸ Estein Yazid. *Kimia Fisika untuk Mahasiswa Kesehatan*. (Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2015). Hal. 175.

Viskositas cairan dapat ditentukan dengan beberapa cara, salah satunya dapat dilakukan dengan menggunakan Viskometer Ostwald. Metode ini ditentukan berdasarkan hukum *Poiseuille* menggunakan alat Viskometer Ostwald seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.6.



Gambar 2.5. Viskometer Ostwald

Penetapannya dilakukan dengan jalan mengukur waktu yang diperlukan untuk mengalirnya suatu cairan dalam pipa kapiler dengan gaya yang disebabkan oleh berat cairan tersebut dari batas a ke batas b.

Sejumlah tertentu cairan yang akan diukur viskositasnya dimasukkan ke dalam viskometer yang diletakkan pada sebuah statif. Cairan kemudian diisap dengan menggunakan *ball pipet* ke dalam bola bagian atas sampai pada batas a. Cairan dibiarkan mengalir menuju ke bawah sampai garis batas b dan waktu yang diperlukan dari garis batas a ke ke garis batas b dicatat menggunakan *stopwatch*. Besarnya viskositas dapat dihitung dengan persamaan *Poiseuille* seperti berikut :

$$= \frac{\rho r^4 t}{8Vl} \dots\dots\dots (2.2)$$

t adalah waktu yang diperlukan cairan bervolume V , yang mengalir melalui pipa kapiler dengan panjang l dan jari-jari r . Tekanan P merupakan perbedaan tekanan aliran kedua ujung pipa viskometer dan besarnya diasumsikan sebanding dengan berat cairan.

Pengukuran viskositas yang tepat dengan cara diatas sulit dicapai. Hal ini disebabkan harga r dan l sukar ditentukan secara tepat. Kesalahan pengukuran terutama r , sangat besar pengaruhnya karena harga ini dipangkatkan empat. Untuk menghindari kesalahan tersebut dalam praktiknya digunakan cairan pembanding. Cairan yang paling sering digunakan sebagai pembanding adalah air.

Untuk dua cairan yang berbeda dengan pengukuran alat yang sama, diperoleh hubungan :

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\pi P_1 r^4 t_1}{8Vl} \times \frac{8Vl}{\pi P_2 r^4 t_2} = \frac{P_1 t_1}{P_2 t_2} \dots\dots\dots(2.3)$$

Karena tekanan berbanding lurus dengan rapatannya cairan (ρ), maka berlaku:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_2 t_2} \dots\dots\dots(2.4)$$

Untuk viskositas kinematik dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$v = \frac{\eta}{\rho} \dots\dots\dots(2.5)$$

Jadi, bila η dan ρ cairan pembanding diketahui, maka dengan mengukur waktu yang diperlukan untuk mengalir kedua cairan melalui alat yang sama dapat ditentukan η cairan yang sebelumnya telah dicari besar rapatannya. Terdapat tabel yang menyatakan hubungan antara properti air terhadap temperatur.

Tabel 2.3. Properti Air pada Berbagai Suhu

Temperatur (°C)	Tekanan (kPa)	Densitas (kg/m³)	Konduktivitas Thermal (W/m.K)	Viskositas Dinamik (kg/m.s)
5	0,8721	999,9	0,571	1,519 x 10 ⁻³
10	1,2277	999,7	0,580	1,307 x 10 ⁻³
15	1,7051	999,1	0,589	1,138 x 10 ⁻³
20	2,339	998,0	0,598	1,002 x 10 ⁻³
25	3,169	997,0	0,607	0,891 x 10 ⁻³
30	4,246	996,0	0,615	0,798 x 10 ⁻³
35	5,628	994,0	0,623	0,720 x 10 ⁻³
40	7,384	992,1	0,631	0,653 x 10 ⁻³

Sumber : J. V. Sengers and J. T. R Watson, Journal of Physical and Chemical Reference Data 15 (1986)

Berdasarkan Tabel 2.3 diatas, temperatur yang digunakan dalam penelitian ini adalah temperatur kamar 25°C. Sehingga nilai viskositas pembanding yang digunakan adalah 0,891 x 10⁻³ kg/m.s.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jasa Kimia Departemen Kimia, FMIPA Universitas Indonesia dan Laboratorium Kimia FMIPA UNJ.

3.2 Alat dan Bahan penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

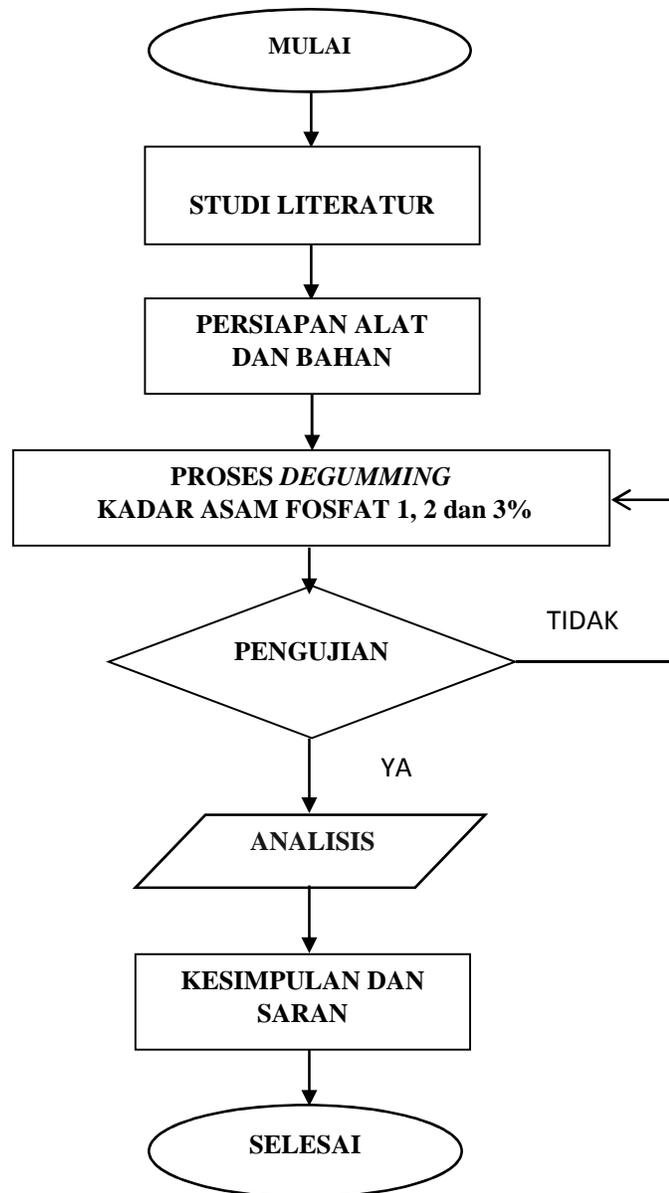
a) Alat

1. *Beaker glass*
2. *Hot Plate & Stirrer*
3. *Magnetic Stirrer*
4. Pipet
5. *Thermometer*
6. Corong
7. Piknometer 25 ml
8. Viskometer *Oswald*

b) Bahan

1. Minyak Nyamplung
2. Asam Fosfat 85%

3.3 Diagram alir penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Studi Literatur

Sebelum penulis melakukan penelitian mengenai proses pembuatan minyak nyamplung, penulis mengumpulkan data dan studi literatur. Pengumpulan data mengenai penelitian ini ialah bertujuan untuk memperoleh acuan, data, dan referensi, yang dapat memudahkan peneliti dalam menjalankan proses penelitian.

3.4.2 Persiapan Alat dan Bahan

1. Persiapan Alat

Persiapan alat yang digunakan, dalam hal ini peneliti mempersiapkan *beaker glass, hot plate & stirrer, magnetic stirrer, erlenmeyer*, pipet ukur, *thermometer*, corong, dan gelas ukur yang memiliki spesifikasi standar lab untuk melakukan proses ini.

2. Persiapan bahan

Bahan yang digunakan oleh penulis adalah minyak nyamplung mentah yang didapatkan dari Cilacap dimana peneliti akan menggunakan minyak mentah biji nyamplung yang sudah melalui penyaringan.

3.4.3 Tahapan *Acid Degumming*

1. Penelitian diawali dengan memasukan 300 ml minyak nyamplung mentah ke dalam gelas ukur. Lihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Minyak biji nyamplung

2. Kemudian minyak nyamplung pada gelas ukur dituangkan ke dalam *beaker glass*. Lihat pada gambar 3.3.



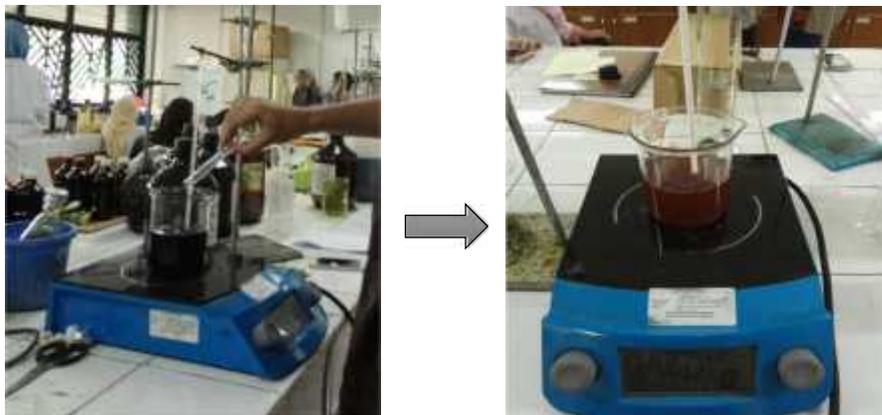
Gambar 3.3. Minyak nyamplung pada *beaker glass*

3. Minyak biji nyamplung dipanaskan hingga mencapai suhu 60°C dan diaduk dengan kecepatan 500 rpm. Lihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Proses Pemanasan

4. Setelah suhunya mencapai 60°C kemudian ditambahkan dengan H_3PO_4 sebanyak 1%, 2%, dan 3% dari berat volume minyak biji nyamplung. Lakukan proses pengadukan selama 15 menit, lalu endapkan.



Gambar 3.5. Proses Pencampuran H_3P_4 dan pengadukan.

3.4.4 Tahapan Pengujian

Tahapan Pengujian dalam penelitian ini meliputi:

3.4.4.1 Pengujian AAS Fe dan Cu

Spektrometri serapan atom merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Teknik ini didasarkan pada emisi dan absorpsi dari uap atom. Komponen kunci pada metode spektrometri serapan atom adalah sistem (alat) yang dipakai untuk menghasilkan uap atom dalam sampel.¹

Cara kerja spektrometri serapan atom ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung didalamnya diubah menjadi atom bebas. Alat yang dapat membuat atom-atom bebas dalam spektrometri serapan atom adalah *atomizer*. Larutan unsur mula-mula disedot kedalam *nebulizer* (berfungsi untuk mengubah larutan aerosol yaitu butir-butiran cairan yang sangat halus, yang terdispersi dalam udara), selanjutnya larutan diubah kedalam bentuk kabut (tetesan-tetesan yang amat halus dalam fasa gas atau aerosol) didalam *spray chamber* (berfungsi untuk membuat campuran yang homogen dari gas oksidan plus bahan bakar aerosol. Kemudian dengan tambahan gas terjadilah campuran yang homogen sesaat sebelum masuk kedalam *burner*. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*hollow cathode lamp*) yang

¹ Anonim, 2003, Hand out Pelatihan Instrumental Kimia AAS dan X-RD, Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Gajah Mada, Jogjakarta.

mengandung unsur yang akan ditentukan/banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya.²

3.4.4.2 Penentuan Bilangan Asam³

Sebanyak 1 g minyak atau lemak dimasukkan kedalam gelas erlenmeyer 250 mL, kemudian ditambahkan 50 mL ethanol hangat (65°C) dan dikocok sampai semua contoh melarut. Larutan ini kemudian dititrasasi dengan KOH 0,1 N dengan indikator larutan fenolftalen 1% sampai terlihat warna merah jambu. Setelah itu, dihitung jumlah mg KOH yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas dalam 1 g minyak atau lemak.

$$B . A = \frac{A \times N \times 56,1}{G} \dots\dots\dots 3.1$$

Dimana:

A = jumlah mL KOH yang dibutuhkan untuk titrasi

N = normalitas larutan KOH

G = berat contoh (g)

56,1 = berat ekuivalen KOH

² Darmono, Op. Cipt Hal 1.

³ *Official and Tentative Methods of American Oil Chemist Society. 1973. 3rd ed., Vol 1-2.*

3.4.4.3 Penentuan Bilangan Penyabunan⁴

Sebanyak 1 g minyak atau lemak dimasukan dimasukan ke dalam gelas erlenmeyer 250 mL, kemudian ditambahkan perlahan-lahan 12,5 mL KOH-alkoholis 0,5 N. Selanjutnya gelas erlenmeyer dihubungkan dengan pendingin balik dan contoh dididihkan dengan hati-hati sampai semua contoh tersabunkan dengan sempurna, yaitu jika terlihat larutan yang ada bebas dari butiran-butiran minyak.

Larutan didinginkan dan bagian dari pendingin balik dibilas dengan sedikit air, selanjutnya kedalam larutan ini ditambahkan 5 tetes larutan indikator fenolftalen 1%, kemudian dititrasi dengan HCl 0,5 N sampai warna merah jambu menghilang.

Pada tiap-tiap penentuan secara titrasi, dilakukan juga titrasi blanko sebagai pembanding. Dasar perhitungan adalah selisih antara mililiter titrasi contoh dengan titrasi blanko.

$$B - A = \frac{(A-B) \times N \times 56,1}{G} \dots\dots\dots 3.2$$

A = jumlah mL HCl 0,5 N yang diperlukan untuk titrasi blanko

B = jumlah mL HCl 0,5 N yang diperlukan untuk titrasi contoh

N = normalitas larutan KOH (0,5N)

G = berat contoh (g)

56,1 = berat ekuivalen KOH

⁴ ibid

3.4.4.4 Penentuan Bilangan Peroksida

Sebanyak 0,1 g yang ditambah 30 mL campuran pelarut yang terdiri dari asam asetat glasial dan klorofom dengan perbandingan 3:2(v/v). Bila minyak sudah larut seluruhnya, berikutnya ditambah 0,5 mL larutan KI jenuh sambil dikocok. Setelah 2 menit, ditambahkan 30 mL air. Kelebihan iod dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N atau 0,01 N, hal yang sama dilakukan juga terhadap blanko.

Hasil yang didapat dinyatakan dalam meq/1000 g sampel, perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$B \cdot A = \frac{A \times N \times 1}{G} \dots\dots\dots 3.3$$

Dimana:

A = jumlah mL larutan tiosulfat

N = normalitas larutan tiosulfat

G = berat contoh (g)

3.4.4.5 Pengujian Densitas

Pengujian densitas minyak nyamplung penulis lakukan di Laboratorium Kimia yang berada di kampus UNJ. Pengujian densitas penulis lakukan dengan menggunakan alat piknometer 25 ml. Prosedur pengujian densitas minyak nyamplung yang penulis lakukan dengan cara:

- Meimbang berat botol kosong piknometer
- Menimbang piknometer yang diisi dengan minyak nyamplung

- Menghitung densitas minyak nyamplung

Rumus yang digunakan untuk menghitung densitas adalah $\rho = \frac{m}{v}$ dimana ρ adalah masa jenis, m adalah massa minyak ditambah dengan massa piknometer, dan v adalah volume minyak.

3.4.4.6 Pengujian Viskositas

Metode pengujian yang digunakan penghitungan viskositas menggunakan metode ASTM D-445. Alat yang digunakan dalam proses pengujian viskositas adalah:

- *Viscometer Tube*
- *Thermometer*
- *Stopwatch*

Berikut ini adalah tahapan yang peneliti lakukan dalam uji viskositas minyak nyamplung:

- Pilih *viscometer tube* yang tepay dan bersihkan
- Isi *viscometer tube* dengan sampel minyak nyamplung sebanyak 10 ml dan atur suhu *bath* sesuai dengan temperatur yang diinginkan sampai konstan.
- Masukkan *viscometer tube* ke dalam *bath* pemanas dan biarkan selama ± 30 menit, agar batas suhu *bath* dan suhu sampel sama.
- Isap sampel sampai batas atas dan mulai hitung waktu mengalir dari batas atas sampai batas bawah.

3.5 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang ada di dalam penelitian ini penulis ada dua, yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

3.5.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah campuran konsentrasi asam fosfat dalam proses *acid degumming* 1%, 2%, dan 3% dari volume minyak nyamplung.

3.5.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah:

1. Densitas minyak nyamplung
2. Viskositas minyak nyamplung
3. Kadar Fe dan Cu dalam minyak nyamplung
4. Bilangan Peroksida minyak nyamplung
5. Nilai FFA minyak nyamplung
6. Bilangan Penyabunan minyak nyamplung

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Deskripsi Hasil Penelitian

Pada bab ini penulis akan memaparkan pembahasan dan analisis karakteristik minyak biji nyamplung sebelum dan sesudah proses *acid degumming*. Variasi dilakukan, dengan menggunakan asam fosfat sebanyak 1%, 2%, dan 3% dari volume 300 ml minyak nyamplung di setiap sampel percobaan.

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak biji nyamplung (*Calopyllum Inopyllum*) yang didapatkan dari Cilacap. Bahan baku di proses melalui biji nyamplung yang dijemur hingga kering, kemudian di-*press* menggunakan mesin *press* hidrolik. Produk cair hasil pengepresan biji nyamplung terdiri dari air, getah, dan gliserol. Maka dari itu dibutuhkan proses untuk menghilangkan getah dan gliserol dari minyak nyamplung. Produk cair yang didapatkan memiliki karakteristik berwarna hijau pekat dan berbau sangat tajam. Produk minyak nyamplung mentah yang penulis dapatkan dari Cilacap dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Minyak Biji Nyamplung Mentah

Sesudah penulis mendapatkan minyak nyamplung dari Cilacap, penulis kemudian melakukan pengujian awal di Laboratorium Jasa Kimia Universitas Indonesia untuk melihat karakteristik yang ada pada minyak nyamplung yang belum di-*degumming*.

Saat penulis menunggu hasil pengujian, penulis melakukan proses *acid degumming* dengan menggunakan asam fosfat sebanyak 1% dari volume minyak biji nyamplung, kemudian sampel minyak biji nyamplung diaduk dengan kecepatan 500 rpm pada suhu 60°C selama 15 menit. Proses yang sama juga dilakukan dengan variasi kadar asam fosfat sebanyak 2% dan 3% dari volume minyak biji nyamplung. Sesudah proses pengadukan, kemudian dilakukan pengendapan minyak tersebut selama 5 hari. Setelah didiamkan, terdapat gliserol yang mengendap di bagian bawah minyak. Produk minyak yang telah mengalami proses *acid degumming* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Minyak Nyamplung yang sudah di- *degumming* dengan asam fosfat 1%, 2%, dan 3% dari volume minyak biji nyamplung (kiri ke kanan)

4.2 Analisis Data Penelitian

Produk cair hasil dari pengolahan minyak biji nyamplung mentah yang telah di-*degumming* kemudian dianalisis untuk mengetahui karakteristiknya. Jenis karakteristik yang penulis teliti adalah kadar Fe, Cu, FFA, nilai peroksida, nilai penyabunan, densitas, dan viskositas minyak nyamplung. Data yang didapatkan dari hasil pengujian kemudian akan dibandingkan dengan data pengujian minyak yang belum di-*degumming*.

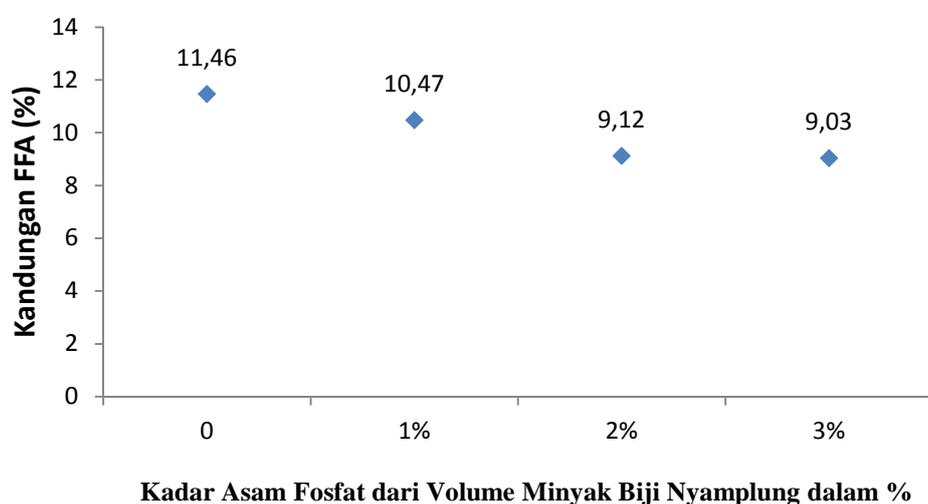
4.2.1 Kandungan Fe dan Cu

Minyak hasil ekstraksi dari tumbuhan memiliki kandungan residu logam seperti Fe dan Cu. Adanya kandungan dalam minyak ini mengakibatkan warna yang tidak menarik pada minyak sehingga keberadaanya harus dihilangkan.

Berdasarkan hasil pengujian yang didapatkan nilai kandungan Fe dan Cu pada minyak nyamplung mentah dan yang sudah di-*degumming*. Didapatkan nilai kandungan Fe pada minyak yang belum di *degumming* adalah 0 ppm dan dengan kadar asam fosfat 1% adalah 0 ppm, dengan kadar 2% adalah 0 ppm, dengan kadar 3% adalah 0 ppm. Didapatkan nilai kandungan Cu pada minyak yang belum di *degumming* adalah 0 ppm dan dengan kadar asam fosfat 1% adalah 0 ppm, dengan kadar 2% adalah 0 ppm, dengan kadar 3% adalah 0 ppm. Bahwa dengan tidak adanya kandungan logam Fe dan Cu pada minyak yang belum di-*degumming* dan yang sudah melalui proses *degumming*, maka kualitas minyak tersebut dapat dikatakan baik, selain itu kandungan Fe dan Cu yang lebih kecil dari 0 ppm atau dibawah standar normal kerja alat. Sehingga nilai tersebut tidak dapat terdeteksi secara *real* dan maksimal.

4.2.2 Bilangan Asam dan FFA

Bilangan asam adalah bilangan yang menunjukkan jumlah FFA yang terkandung dalam lemak/minyak yang biasanya dihubungkan dengan proses hidrolisis lemak/minyak. Selain itu bilangan asam suatu minyak juga di definisikan sebagai jumlah miligram KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan FFA dalam 1 gram. Semakin besar kandungan FFA dalam minyak, semakin besar jumlah KOH yang dibutuhkan untuk menetralisasi FFA, berarti semakin banyak bilangan asam tersebut¹. Tingginya bilangan asam mengindikasikan bahwa sampel mengandung asam lemak bebas atau asam kuat. Keberadaan asam lemak bebas atau asam kuat dapat menyebabkan terbentuknya korosi pada mesin, sehingga dapat menurunkan kinerja mesin. Hasil pengujian nilai FFA dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut:



Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Konsentrasi Asam Fosfat terhadap FFA

¹ Yuli Ristianingsih, Studi Proses Degumming CPO Dengan Asam Fosfat dan Pengaruhnya Terhadap Karakteristik Minyak Sawit (Jogja: Jurnal Teknologi & Industri, Juli 2012), hlm. 33.

Berdasarkan data hasil pengujian pada Gambar 4.3, didapatkan nilai FFA pada minyak nyamplung mentah sebesar 11,66 %, FFA minyak nyamplung dengan kadar asam fosfat 1% sebesar 10,47 %, FFA minyak nyamplung dengan kadar asam fosfat 2% sebesar 9,12 %, dan FFA minyak nyamplung dengan kadar asam fosfat 3% sebesar 9,03 %. Dari grafik di atas, diketahui nilai FFA tertinggi ada pada minyak nyamplung yang di-*degumming* dengan asam fosfat 1 % dan nilai terendah terdapat pada minyak nyamplung dengan proses *degumming* menggunakan asam fosfat 3%. Sesuai dengan referensi yang didapat, bahwa semakin tinggi konsentrasi asam fosfat yang digunakan maka nilai FFA akan semakin kecil.

4.2.3 Nilai Peroksida

Bilangan peroksida adalah nilai terpenting untuk menentukan kerusakan pada produk minyak atau lemak. Bilangan peroksida merupakan ukuran kesegaran atau keadaan terjadinya autooksidasi lemak/minyak². Penyebab proses autooksidasi pada minyak/lemak adalah adanya prooksidan dalam minyak menjadi asam lemak bebas yang tinggi dan adanya air yang dapat menghidrolisis minyak menjadi asam lemak bebas.

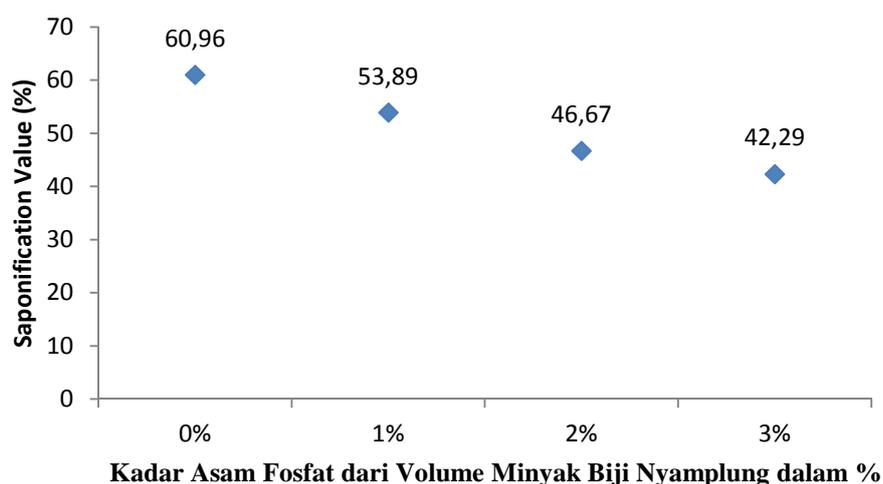
Berdasarkan hasil pengujian yang yang didapatkan terlihat bahwa bilangan peroksida sebelum proses *degumming* adalah 0% dan minyak nyamplung dengan kadar asam fosfat 1% adalah 0%, bilangan peroksida minyak nyamplung dengan kadar asam fosfat 2% adalah 0%, dan bilangan peroksida minyak nyamplung dengan kadar asam fosfat 3% adalah 0%. Sesuai dengan referensi yang didapat,

² Yuli Ristianingsih, Studi Proses Degumming CPO Dengan Asam Fosfat dan Pengaruhnya Terhadap Karakteristik Minyak Sawit (Jogja: Jurnal Teknologi & Industri, Juli 2012), hlm. 34.

bahwa semakin rendah nilai bilangan peroksida maka kualitas minyak semakin bagus. Bisa disimpulkan bahwa dengan tidak adanya nilai peroksida dalam minyak nyamplung ini maka kualitas minyak bisa dikatakan baik, selain itu kandungan *peroxide* yang lebih kecil dari 0% atau dibawah standar normal kerja alat. Sehingga nilai tersebut tidak dapat terdeteksi secara *real* dan maksimal.

4.2.4 Nilai Penyabunan³

Pengujian ini digunakan untuk menentukan bilangan penyabunan biodiesel ester alkil dengan proses titrimetri. Bilangan penyabunan adalah banyakan miligram KOH yang dibutuhkan untuk menyabunan satu gram sampel biosolar. Melalui kombinasi dengan hasil analisis bilangan asam dan gliserol total, angka penyabunan yang diperoleh dengan metode standar ini dapat dipergunakan untuk menentukan kadar ester di dalam biodiesel ester alkil. Hasil pengujian *saponification value* dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut:



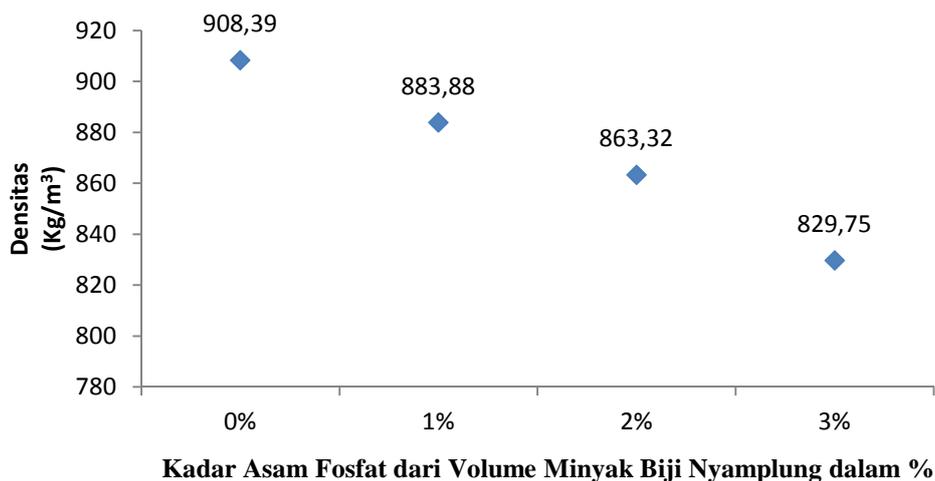
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Konsentrasi Asam Fosfat Terhadap Nilai Penyabunan

³ Rama Prihandana, dkk. Menghasilkan Biodiesel Murah: Mengatasi Polusi & Kelangkaan BBM (Bintaro: AgroMedia Pustaka, 2006), hlm. 106.

Berdasarkan data hasil pengujian pada Gambar 4.4, didapatkan nilai *Saponification Value* pada minyak nyamplung mentah sebesar 60,96 %, minyak nyamplung dengan kadar 1% asam fosfat sebesar 53,89 %, minyak nyamplung dengan kadar 2% asam fosfat sebesar 46,67 %, dan minyak nyamplung dengan kadar asam fosfat 3% sebesar 42,29 %. Dari grafik di atas diketahui nilai *Saponification Value* tertinggi pada minyak nyamplung mentah dan nilai terendah terdapat pada minyak nyamplung dengan konsentrasi 3% asam fosfat. Sesuai dengan referensi yang didapat, bahwa semakin tinggi nilai Penyabunan maka kualitas minyak semakin berkurang.

4.2.5 Densitas Minyak nyamplung

Karakteristik minyak nyamplung sangat ditentukan oleh senyawa yang terdapat di dalam minyak nyamplung itu sendiri. Hasil pengujian densitas minyak nyamplung dari penelitian yang penulis lakukan dapat dilihat pada Gambar 4.5.



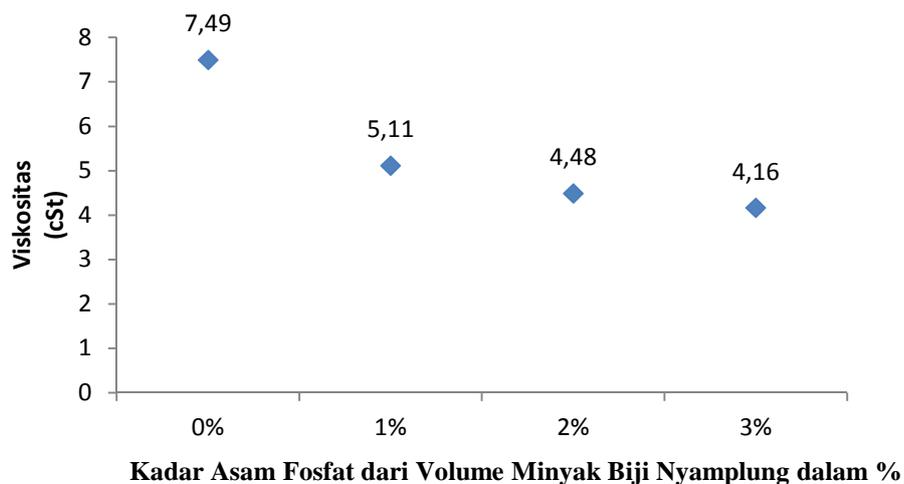
Gambar 4.5. Grafik Pengaruh Konsentrasi Asam Fosfat terhadap Densitas Minyak Nyamplung

Berdasarkan data hasil pengujian pada Gambar 4.5, didapatkan densitas pada minyak nyamplung yang belum di-*degumming* sebesar 908,39 Kg/m³. Minyak nyamplung yang di-*degumming* dengan kadar asam fosfat 1% sebesar 883,88 Kg/m³, kadar fosfat 2% sebesar 863,32 Kg/m³, dan kadar fosfat 3% sebesar 829,75 Kg/m³.

Densitas minyak nyamplung mengalami penurunan seiring dengan banyaknya asam fosfat yang digunakan, hal ini sesuai dengan referensi yang didapat bahwa banyaknya asam fosfat yang digunakan dapat berpengaruh terhadap peguraian getah yang berada di dalam minyak nyamplung. Semakin banyak asam fosfat yang digunakan untuk proses *acid degumming*, maka nilai densitas minyak nyamplung yang didapatkan juga semakin kecil, begitu pula sebaliknya.

4.2.6 Viskositas Minyak nyamplung

Nilai viskositas adalah salah satu parameter penting dalam uji kualitas minyak nyamplung sebagai bahan bakar. Viskositas atau kekentalan bahan bakar erat kaitannya dengan kemampuan bahan bakar untuk mengalir menuju ke ruang bakar. Bahan bakar yang mempunyai viskositas rendah menunjukkan bahwa bahan bakar tersebut akan mudah mengalir di dalam mesin dan begitu pula sebaliknya. Hasil pengujian viskositas minyak nyamplung dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Grafik Pengaruh Konsentrasi Asam Fosfat terhadap Viskositas Minyak Nyamplung

Berdasarkan data hasil pengujian pada Gambar 4.6, didapatkan nilai viskositas pada minyak nyamplung yang belum di-*deguming* sebesar 7,49cSt, kemudian minyak nyamplung yang sudah di-*degumming* dengan kadar asam fosfat 1% sebesar 5,11 cSt, kadar asam fosfat 2% sebesar 4,48 cSt, dan kadar asam fosfat 3% sebesar 4,16 cSt.

Viskositas minyak nyamplung mengalami penurunan seiring dengan banyaknya asam fosfat yang digunakan, hal ini sesuai dengan referensi yang didapat bahwa banyaknya asam fosfat yang digunakan dapat berpengaruh terhadap peguraian getah yang berada di dalam minyak nyamplung. Semakin banyak asam fosfat yang digunakan untuk proses *acid degumming*, maka nilai viskositas minyak nyamplung yang didapatkan juga semakin kecil, begitu pula sebaliknya.

4.3 Pembahasan

Berdasarkan data dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1. Perbandingan Karakteristik Minyak Biji Nyamplung sebelum dan Sesudah *Degumming*

No.	Karakteristik	Sebelum <i>degumming</i>	Sesudah <i>degumming</i>		
			1%	2%	3%
1.	Fe (ppm)	0	0	0	0
2.	Cu (ppm)	0	0	0	0
3.	FFA (%)	11,66	10,47	9,12	9,03
4.	Bilangan Peroksida (%)	0	0	0	0
5.	Bilangan Penyabunan (%)	60,96	53,89	46,67	42,29
6.	Densitas (Kg/m ³)	908,39	883,88	863,32	829,75
7.	Viskositas (cSt)	7,49	5,11	4,48	4,16

Seperti ditunjukkan pada tabel 4.1 bahwa hasil pengujian di atas menunjukkan semakin banyak kadar asam fosfat pada proses *acid degumming* maka nilai karakteristik pada minyak nyamplung semakin rendah. Hal ini dapat dibuktikan dari nilai persen FFA minyak nyamplung sebelum di-*degumming* sebesar 11,66%, setelah dilakukan proses *degumming* dengan kadar asam fosfat 1% didapatkan nilai sebesar 10,47%, kadar asam fosfat 2% didapatkan nilai sebesar 9,12%, dan kadar asam fosfat 3% didapatkan nilai sebesar 9,03%.

Sementara untuk nilai persen bilangan penyabunan pada minyak nyamplung sebelum di-*degumming* sebesar 60,96%, setelah dilakukan proses *degumming* dengan kadar asam fosfat 1% didapatkan nilai sebesar 53,89%, kadar asam fosfat 2% didapatkan nilai sebesar 46,67%, dan kadar asam fosfat 3% didapatkan nilai sebesar 42,29%.

Nilai densitas dari minyak nyamplung sebelum di-*degumming* sebesar 908,39 Kg/m³, setelah dilakukan proses *degumming* dengan kadar asam fosfat 1% didapatkan nilai sebesar 883,88 Kg/m³, kadar asam fosfat 2% didapatkan nilai sebesar 863,32 Kg/m³, dan kadar asam fosfat 3% didapatkan nilai sebesar 829,75 Kg/m³.

Nilai viskositas dari minyak nyamplung sebelum di-*degumming* sebesar 7,49 cSt, setelah dilakukan proses *degumming* dengan kadar asam fosfat 1% didapatkan nilai sebesar 5,11 cSt, kadar asam fosfat 2% didapatkan nilai sebesar 4,48 cSt, dan kadar asam fosfat 3% didapatkan nilai sebesar 4,169 cSt.

Sementara untuk nilai dari Fe, Cu, dan Bilangan Peroksida tidak dapat terdeteksi dikarenakan sangat kecilnya kandungan dari Fe, Cu, dan bilangan Peroksida sehingga nilai dari bilangan tersebut dapat kita abaikan.

4.4 Aplikasi Hasil Penelitian

Dalam pengaplikasian minyak nyamplung yang dihasilkan dari penelitian yang penulis lakukan, minyak nyamplung yang di-*degumming* adalah sebagai proses awal dari pembuatan biodisel minyak nyamplung. Minyak nyamplung yang telah di-*degumming* dengan asam fosfat belum dapat langsung digunakan sebagai campuran bahan bakar mesin diesel, hal itu dikarenakan masih ada beberapa proses yang harus dilakukan untuk menjadikan minyak nyamplung sebagai bahan bakar biodisel untuk dicampurkan dengan solar. Penggunaan biodiesel di Indonesia masih merupakan campuran antara biodiesel dengan solar yang biasa disebut dengan biosolar. Proses *degumming* yang dilakukan penulis untuk menurunkan kadar getah yang terdapat pada minyak nyamplung mentah.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian proses *acid degumming* dengan kadar 3% asam fosfat dari volume minyak biji nyamplung merupakan sampel yang terbaik.
2. Proses *acid degumming* dengan menggunakan asam fosfat yang penulis teliti mempunyai pengaruh terhadap karakteristik minyak biji nyamplung yang dihasilkan. Pengaruh terhadap nilai kandungan Fe dan Cu adalah 0 ppm untuk keempat sampel yang peneliti gunakan. Untuk nilai kandungan peroksida adalah 0% dari keempat sampel yang peneliti gunakan. Untuk nilai FFA (*free faty acid*) keempat sampel berturut-turut adalah 11.66%, 10.47%, 9.12%, 9.03%. Untuk bilangan penyabunan keempat sampel berturut-turut adalah 60.96%, 53.89%, 46.67%, 42.29%. Untuk nilai densitas keempat sampel berturut-turut adalah 1222.56 Kg/m³, 1077.37 Kg/m³, 1075 Kg/m³, 1071.82 Kg/m³. Sedangkan nilai viskositas yang di dapat adalah 103.77 cSt, 84.56 cSt, 73.84 cSt, 63.69 cSt.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini masih terdapat beberapa kekurangan, maka daripada itu, berikut adalah beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Perlu diadakan pengujian terhadap karakteristik biodiesel (selain Fe, Cu, FFA, bilangan peroksida, bilangan penyabunan, viskositas, dan densitas yang dihasilkan dari minyak nyamplung).
2. Penulis merasa perlu diadakan pengujian terhadap kandungan sulfur sebelum dan sesudah penelitian untuk mengetahui seberapa efektif kadar asam fosfat mampu mengurangi kandungan sulfur dalam proses *acid degumming* minyak nyamplung.
3. Penulis merasa perlu diadakan penelitian tentang struktur rantai karbon pada minyak nyamplung yang penulis teliti, dengan tujuan mengetahui bentuk struktur rantai karbon sebelum dan sesudah proses *acid degumming*.
4. Biodiesel yang dihasilkan penulis pada umumnya memiliki warna yang belum memenuhi standar, maka dari itu diperlukan metode yang efisien untuk membuat warna biodiesel menjadi lebih jernih.

DAFTAR FUSTAKA

Andik Baktiar, Jurnal Teknik Mesin UNS *Perbaikan Kualitas Biodiesel Biji Karet Melalui Proses Degumming Menggunakan Asam Phospat Metode Non-Katalis Superheated Methanol Tekanan Atmosfir*. Volume 03 Nomor 02 : 2014

Arief Ma, rij, Jurnal Teknik Mesin UNS. *Karakteristik Biodisel Dan Minyak Biji Nyamplung Dengan Proses Degumming Menggunakan Asam Sulfat Dan Asam Cuka*. Volume 02 Nomor 02. Surabaya : s.n., 2014.

Ika, Syelly, Desrial, dan Yohanes. *Pemurnian Minyak Nyamplung dan Aplikasinya Sebagai Bahan Bakar Nabati*. Deperatemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor, 2010

Koesoemadinata, R.P. 1980. *Geologi Minyak dan Gas Bumi*. Bandung : ITB, 1980

Leksono, Budi 2014. *Budidaya Nyamplung (Calophyllum Inophyllum L) Untuk Bioenergi dan Prospek Pemanfaatan Lainnya*. Bogor : PT. Penerbit IPB Press, 2014

M. Chasani, V.H. Nursalim, S. Widyaningsih, I.N. Budiasih, dan W.A. Kurniawan. Universitas Jendral Soedirman, Prodi Kimia MIPA. *Sintetis, Pemurnian dan Karakteristik Metil Ester Sulfonat (Calophyllum Inophyllum L)*. Vol. 9 Nomor 1. Purwokerto, 2104

Nurhayati. 2014. *Teknologi Pemrosesan Biodisel*. Bandung : Pusat Pengembangan Pemberdayaan Pendidik dan Teneaga Kependidikan Bidang Mesin dan Teknik Industri, 2014

Rama, Roy, dan Makmuri. *Menghasilkan Biodisel Murah : Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM. Menghasilkan Biodisel Murah : Mengatasi Polusi dan Kelangkaan BBM*. Jakarta : PT Argo Media Pustaka. 2006

Risnoyatningsih, Sri. 2010. *Biodisel From Avocado Seeds by Tansesterification Process*. Jawa Timur : Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN “Veteran” Jawa Timur, 2010

Ryhaan, Tengku. 2015. *Jurnal Online Mahasiswa Produksi Biodisel Dari CPO Dengan Proses Esterfikasi Dengan Katalis H_2S_4 Dan Tranesterfikasi Dengan Katalis CaO Dari Cangkang Kerang Darah*. Volume 2 Nomor 1 Pekanbaru : s.n., 2015

Susila, Siti, dan Harinda. 2009. *Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Pengaruh Penambahan Asam Pada Proses Pemurnian Minyak Jarak Pagar Kasar* Volume. 16 Nomor. 2. Palembang : s.n., 2009

Yazid, Estein. 2015. 2009. *Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Pengaruh Penambahan Asam Pada Proses Pemurnian Minyak Jarak Pagar Kasa.* Volume 16 Nomor 2 Palembang : s.n., 2009.

Yuli, Sutijan dan Arif. 2011. *Studi Kinematika Proses Kimia dan Fisika Penghilang Getah Crude Palm Oli (CPO) Dengan Asam Fosfat.* Volume 2 dan 13 Nomor 4. Yogyakarta Pontianak : s.n., 2011

<https://www.ilmukimia.org/2013/03/reaksi-esterfikiasi.html>.

Lampiran 1. Dokumentasi

Proses Acid Degumming



Minyak nyamplung mentah dari Cilacap



Pengujian Viskositas



Pengujian Densitas



Lampiran 2. Hasil Pengujian Karakteristik Minyak Nyamplung

 LAB UI - CHEM KIMIA UI	LABORATORIUM JASA KIMIA DEPARTEMEN KIMIA, FMIPA UNIVERSITAS INDONESIA	Loket: 5 Departemen Kimia, Fakultas MIPA/Ilmu dan Ilmu Pengolahan Alam Kampus UI Depok 16424 Telp. +6221 75045006
---	---	--

ANALYTICAL REPORT

017/AR/02/2017

Prepared For :

Alan Kurniawan

Date : February 09th, 2017

Page 1

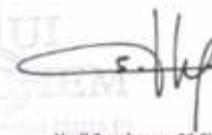
LABORATORY TEST RESULTS

Customer : Alan Kurniawan
Date Completed : February 09th 2017
Date Received : January 25th 2017
Sample Matrix : Oil
Sample Name : Blanko
Sample Number : 250117-0046

No.	Parameter	Test Number	Result	Unit	Method
1	Fe	028/DPPS/01/2017	ND*	ppm	AAS
2	Cu	029/DPPS/01/2017	ND*	ppm	AAS
3	%FFA	030/DPPS/01/2017	11,66	%	Titrimetri
4	Peroxide Value	031/DPPS/01/2017	ND*	%	Titrimetri
5	Saponification Value	032/DPPS/01/2017	60,96	%	Titrimetri

*ND : Not Detection

Depok, February 09th, 2017



Hedi Sarahman, M.Si
Lab UI-CHEM Departemen Kimia
FMIPA Universitas Indonesia



LABORATORIUM JASA KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA, FMIPA
UNIVERSITAS INDONESIA

Cedung C Departemen Kimia, Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Komplek UI Depok 16424
Tlp. +6221 78640006

LAB UT - CHEM KIMIA UT

LABORATORY TEST RESULTS

Customer : Alan Kurniawan
Date Completed : February 09th 2017
Date Received : January 25th 2017
Sample Matrix : Oil
Sample Name : Sampel 1
Sample Number : 250117-0047

No.	Parameter	Test Number	Result	Unit	Method
1	Fe	028/DPPS/01/2017	ND*	ppm	AAS
2	Cu	029/DPPS/01/2017	ND*	ppm	AAS
3	%FFA	030/DPPS/01/2017	10,47	%	Titrimetri
4	Peroxide Value	031/DPPS/01/2017	ND*	%	Titrimetri
5	Saponification Value	032/DPPS/01/2017	53,89	%	Titrimetri

*ND : Not Detection

Depok, February 09th, 2017

Hedi Surahman, M.Si
Lab UI-CHEM Departemen Kimia
FMIPA Universitas Indonesia



LAB UI - CHEM KIMIA UI

LABORATORIUM JASA KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA, FMIPA
UNIVERSITAS INDONESIA

Gedung C Departemen Kimia, Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Kampus UI Depok 16424
Tlp: +6221 78049006

LABORATORY TEST RESULTS

Customer : Alan Kurniawan
Date Completed : February 09th 2017
Date Received : January 25th 2017
Sample Matrix : Oil
Sample Name : Sampel 2
Sample Number : 250117-0048

No.	Parameter	Test Number	Result	Unit	Method
1	Fe	028/DPPS/01/2017	ND*	ppm	AAS
2	Cu	029/DPPS/01/2017	ND*	ppm	AAS
3	NFFA	030/DPPS/01/2017	9,12	%	Titrimetri
4	Peroxide Value	031/DPPS/01/2017	ND*	%	Titrimetri
5	Saponification Value	032/DPPS/01/2017	46,67	%	Titrimetri

*ND : Not Detection

Depok, February 09th, 2017

Hedi Surehman, M. Si
Lab UI-CHEM Departemen Kimia
FMIPA Universitas Indonesia



LAB UI - CHEM KIMIA UI

LABORATORIUM JASA KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA, FMIPA
UNIVERSITAS INDONESIA

Cendang G. Departemen Kimia, Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengolahan Alam
Kampus UI Depok 16129
Tlp. +6221 7994006

LABORATORY TEST RESULTS

Customer : Alan Kurniawan
Date Completed : February 09th 2017
Date Received : January 25th 2017
Sample Matrix : Oil
Sample Name : Sampel 3
Sample Number : 250117-0049

No.	Parameter	Test Number	Result	Unit	Method
1	Fe	028/DPPS/01/2017	ND*	ppm	AAS
2	Cu	029/DPPS/01/2017	ND*	ppm	AAS
3	SAFA	030/DPPS/01/2017	9,03	%	Titrimetri
4	Peroxide Value	031/DPPS/01/2017	ND*	%	Titrimetri
5	Saponification Value	032/DPPS/01/2017	42,29	%	Titrimetri

*ND : Not Detection

Depok, February 09th, 2017

Hedi Surahman, M.Si
Lab UI-CHEM Departemen Kimia
FMIPA Universitas Indonesia

Lampiran 3. Perhitungan Densitas Minyak nyamplung

Pengukuran		Massa Minyak Nyamplung	Berat Minyak	Densitas	Densitas	Densitas
		dalam pikno 25 ml (gr)	(gr)	(gr/cm ³)	(kg/m ³)	Rata-rata (kg/m ³)
Blanko	1	45,8439	22,7111	0,908444	908,444	908,39
	2	45,8412	22,7084	0,908336	908,336	
	3	45,8427	22,7099	0,908396	908,396	
AS1%	1	45,2294	22,0966	0,883864	883,864	883,88
	2	45,2307	22,0979	0,883916	883,916	
	3	45,2295	22,0967	0,883868	883,868	
AS2%	1	44,7102	21,5774	0,863096	863,096	863,32
	2	44,7347	21,6019	0,864076	864,076	
	3	44,7025	21,5697	0,862788	862,788	
AS3%	1	43,8467	20,7139	0,828556	828,556	829,75
	2	43,9047	20,7719	0,830876	830,876	
	3	43,8782	20,7454	0,829816	829,816	

1. Densitas minyak nyamplung mentah (Blanko)

$\rho_1 = \frac{m}{V}$	$\rho_2 = \frac{m}{V}$	$\rho_3 = \frac{m}{V}$
(gr/ml)	(gr/ml)	(gr/ml)
= 22,7111/25	= 25.8412/25	= 25.8427/25
= 0,908444	= 0,908336	= 0,908396

Densitas rata – rata untuk produk minyak nyamplung Blanko adalah:

$$\begin{aligned} \frac{(\rho_1 + \rho_2 + \rho_3)}{3} &= \\ &= \frac{0,908444 + 0,908336 + 0,908396}{3} \\ &= 0,90839 \text{ gr/ml} = 908,39 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

2. Densitas minyak nyamplung dengan asam fosfat 1% (AS1%)

$\rho_1 = \frac{m}{V}$	$\rho_2 = \frac{m}{V}$	$\rho_3 = \frac{m}{V}$
(gr/ml)	(gr/ml)	(gr/ml)
$= 22,0966/25$	$= 22,0979/25$	$= 22,0967/25$
$= 0,883864$	$= 0,883916$	$= 0,883868$

Densitas rata – rata untuk produk minyak nyamplung AS1% adalah:

$$\begin{aligned} \frac{(\rho_1 + \rho_2 + \rho_3)}{3} &= \\ &= \frac{0,883864 + 0,883916 + 0,883868}{3} \\ &= 0,88388 \text{ gr/ml} = 883,88 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

3. Densitas minyak nyamplung dengan asam fosfat (AS2%)

$\rho_1 = \frac{m}{V}$	$\rho_2 = \frac{m}{V}$	$\rho_3 = \frac{m}{V}$
(gr/ml)	(gr/ml)	(gr/ml)
$= 21,5774/25$	$= 21,6019/25$	$= 21,5697/25$
$= 0,863096$	$= 0,864076$	$= 0,862788$

Densitas rata – rata untuk produk minyak nyamplung AS2% adalah:

$$\begin{aligned} \frac{(\rho_1 + \rho_2 + \rho_3)}{3} &= \\ &= \frac{0,863096 + 0,864076 + 0,862788}{3} \\ &= 0,86332 \text{ gr/ml} = 863,32 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

4. Densitas minyak nyamplung dengan asam fosfat (AS3%)

$\rho_1 = \frac{m}{V}$	$\rho_2 = \frac{m}{V}$	$\rho_3 = \frac{m}{V}$
(gr/ml)	(gr/ml)	(gr/ml)
$= 20,7139/25$	$= 20,7719/25$	$= 20,7454/25$
$= 0,828556$	$= 0,830876$	$= 0,829816$

Densitas rata – rata untuk produk minyak nyamplung AS3% adalah:

$$\begin{aligned} \frac{(\rho_1 + \rho_2 + \rho_3)}{3} &= \\ &= \frac{0,828556 + 0,830876 + 0,829816}{3} \\ &= 0,82975 \text{ gr/ml} = 829,75 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Lampiran 3. Perhitungan Viskositas Minyak nyamplung

Pengukuran		Waktu Alir	Viskositas	Viskositas
		(s)	(cSt)	Rata-rata (cSt)
Blanko	1	943	103,70	7,49
	2	947	103,83	
	3	951	103,77	
AS1%	1	627	5,47	5,11
	2	629	5,49	
	3	631	5,41	
AS2%	1	12493	4,44	4,48
	2	12505	4,48	
	3	12468	4,52	
AS%3	1	10769	4,16	4,16
	2	10790	4,14	
	3	10753	4,19	

1. Viskositas minyak nyamplung mentah (Blanko)

Diketahui :

$$\rho_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/ms} \quad t_1 = 943 \text{ detik}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik} \quad \rho_1 = 908,39 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3 \text{s}$$

Ditanyakan η_1 ?

Penyelesaian :

$$\frac{\eta_1}{\eta_{\text{air}}} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_{\text{air}} t_{\text{air}}}$$

$$v = \frac{\eta}{\rho}$$

$$\frac{\eta_1}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{908,39 \text{ kg/m}^3 \times 943 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}} = \frac{6,7 \times 10^{-3} \text{ kg/ms}}{908,39 \text{ kg/m}^3}$$

$$\eta_1 = \frac{8}{1} \cdot \frac{,7}{,7} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 7,47 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 6,79 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} \quad = 7,47 \text{ cSt}$$

Diketahui :

$$\rho_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/ms} \quad t_2 = 947 \text{ detik}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik} \quad \rho_2 = 908,39 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3 \text{s}$$

Ditanyakan η_2 ?

Penyelesaian :

$$\frac{\eta_2}{\eta_{\text{air}}} = \frac{\rho_2 t_2}{\rho_{\text{air}} t_{\text{air}}}$$

$$v = \frac{\eta}{\rho}$$

$$\frac{\eta_2}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{908,39 \text{ kg/m}^3 \times 947 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}} = \frac{6,8 \times 10^{-3} \text{ kg/ms}}{908,39 \text{ kg/m}^3}$$

$$\eta_2 = \frac{8}{1} \cdot \frac{,3}{,7} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 7,50 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 6,82 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} \quad = 7,50 \text{ cSt}$$

Diketahui :

$$\begin{aligned} \rho_{\text{air}} &= 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/ms} & t_3 &= 951 \text{ detik} \\ t_{\text{air}} &= 131 \text{ detik} & \rho_3 &= 908,39 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{\text{air}} &= 962,25 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Ditanyakan ρ_3 ?

Penyelesaian :

$$\frac{\eta_3}{\eta_{\text{air}}} = \frac{\rho_3 t_3}{\rho_{\text{air}} t_{\text{air}}}$$

$$v = \frac{\eta}{\rho}$$

$$\frac{\eta_3}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{908,39 \text{ kg/m}^3 \times 951 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}} = \frac{6,8 \times 10^{-3} \text{ kg/ms}}{908,39 \text{ kg/m}^3}$$

$$\eta_3 = \frac{6,8}{1,7} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 7,54 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 6,85 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 7,54 \text{ cSt}$$

Viskositas rata – rata untuk minyak nyamplung mentah (Blanko) :

$$\frac{7,4 + 7,5 + 7,5}{3} = \frac{22,4}{3} = 7,49 \text{ cSt}$$

2. Viskositas minyak nyamplung dengan asam fosfat 1% (AS1%):

Diketahui :

$$\begin{aligned} \rho_{\text{air}} &= 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/ms} & t_1 &= 647 \text{ detik} \\ t_{\text{air}} &= 131 \text{ detik} & \rho_1 &= 883,88 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{\text{air}} &= 962,25 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Ditanyakan ρ_1 ?

Penyelesaian :

$$\frac{\eta_1}{\eta_{\text{air}}} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_{\text{air}} t_{\text{air}}}$$

$$v = \frac{\eta}{\rho}$$

$$\frac{\eta_1}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{883,88 \text{ kg/m}^3 \times 647 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}} = \frac{4,5 \times 10^{-3} \text{ kg/ms}}{883,88 \text{ kg/m}^3}$$

$$\eta_1 = \frac{571870,36}{1,7} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 5,12 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 4,53 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 5,12 \text{ cSt}$$

Diketahui :

$$\begin{aligned} \rho_{\text{air}} &= 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/ms} & t_2 &= 649 \text{ detik} \\ t_{\text{air}} &= 131 \text{ detik} & \rho_2 &= 883,88 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{\text{air}} &= 962,25 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Ditanyakan η_2 ?

Penyelesaian :

$$\frac{\eta_2}{\eta_{\text{air}}} = \frac{\rho_2 t_2}{\rho_{\text{air}} t_{\text{air}}}$$

$$U = \frac{\eta}{\rho}$$

$$\frac{\eta_2}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{8,8 \text{ k/m}^3 \times 6 \text{ s}}{96,2 \text{ k/m}^3 \times 1 \text{ s}}$$

$$= \frac{4,5 \times 10^{-3} \text{ k/ms}}{8,8 \text{ k/m}^3}$$

$$\eta_2 = \frac{573638,12}{1,7} \times 0,891 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 5,14 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 4,55 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$= 5,14 \text{ cSt}$$

Diketahui :

$$\begin{aligned} \rho_{\text{air}} &= 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/ms} & t_3 &= 641 \text{ detik} \\ t_{\text{air}} &= 131 \text{ detik} & \rho_3 &= 883,88 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{\text{air}} &= 962,25 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Ditanyakan η_3 ?

Penyelesaian :

$$\frac{\eta_3}{\eta_{\text{air}}} = \frac{\rho_3 t_3}{\rho_{\text{air}} t_{\text{air}}}$$

$$U = \frac{\eta}{\rho}$$

$$\frac{\eta_3}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{8,8 \text{ k/m}^3 \times 6 \text{ s}}{9,2 \text{ k/m}^3 \times 1 \text{ s}}$$

$$= \frac{4,4 \times 10^{-3} \text{ k/ms}}{8,8 \text{ k/m}^3}$$

$$\eta_3 = \frac{5,0}{1,7} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 5,07 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 4,49 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$= 5,07 \text{ cSt}$$

Vikositas rata – rata minyak nyamplung dengan asam fosfat 1% (AS1%):

$$\frac{5,1 + 5,1 + 5,0}{3} = \frac{1,3}{3} = 5,11 \text{ cSt}$$

3. Viskositas minyak nyamplung dengan asam fosfat 2% (AS2%)

Diketahui :

$$\rho_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/ms} \quad t_1 = 561 \text{ detik}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik} \quad \rho_1 = 863,32 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3 \text{ s}$$

Ditanyakan η_1 ?

Penyelesaian :

$$\frac{\eta_1}{\eta_{\text{air}}} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_{\text{air}} t_{\text{air}}}$$

$$v = \frac{\eta}{\rho}$$

$$\frac{\eta_1}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{863,32 \text{ kg/m}^3 \times 561 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}}$$

$$= \frac{863,32 \times 10^{-3} \text{ kg/ms}}{962,25 \text{ kg/m}^3}$$

$$\eta_1 = \frac{484322,52}{962,25} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 4,44 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 3,84 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$= 4,44 \text{ cSt}$$

Diketahui :

$$\rho_{\text{air}} = 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/ms} \quad t_2 = 566 \text{ detik}$$

$$t_{\text{air}} = 131 \text{ detik} \quad \rho_2 = 863,32 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{air}} = 962,25 \text{ kg/m}^3 \text{ s}$$

Ditanyakan η_2 ?

Penyelesaian :

$$\frac{\eta_2}{\eta_{\text{air}}} = \frac{\rho_2 t_2}{\rho_{\text{air}} t_{\text{air}}}$$

$$v = \frac{\eta}{\rho}$$

$$\frac{\eta_2}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{863,32 \text{ kg/m}^3 \times 566 \text{ s}}{962,25 \text{ kg/m}^3 \times 131 \text{ s}}$$

$$= \frac{863,32 \times 10^{-3} \text{ kg/ms}}{962,25 \text{ kg/m}^3}$$

$$\eta_2 = \frac{488639,12}{962,25} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 4,48 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 3,87 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$= 4,48 \text{ cSt}$$

Diketahui :

$$\begin{aligned} \rho_{\text{air}} &= 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/ms} & t_3 &= 571 \text{ detik} \\ t_{\text{air}} &= 131 \text{ detik} & \rho_3 &= 863,32 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{\text{air}} &= 962,25 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Ditanyakan ρ_3 ?

Penyelesaian :

$$\frac{\eta_3}{\eta_{\text{air}}} = \frac{\rho_3 t_3}{\rho_{\text{air}} t_{\text{air}}}$$

$$U = \frac{\eta}{\rho}$$

$$\frac{\eta_3}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{8,3 \text{ k/m}^2 \times 5 \text{ s}}{9,2 \text{ k/m}^2 \times 1 \text{ s}} = \frac{3,9 \times 10^{-3} \text{ k/ms}}{8,3 \text{ k/m}^3}$$

$$\eta_3 = \frac{492955,72}{1,7} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 4,52 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 3,91 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 4,52 \text{ cSt}$$

Viskositas rata – rata minyak nyamplung dengan asam fosfat 2% (AS2%):

$$\frac{4,4 + 4,4 + 4,5}{3} = \frac{1,4}{3} = 4,48 \text{ cSt}$$

4. Viskositas minyak nyamplung dengan asam fosfat 2% (AS2%)

Diketahui :

$$\begin{aligned} \rho_{\text{air}} &= 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/ms} & t_1 &= 527 \text{ detik} \\ t_{\text{air}} &= 131 \text{ detik} & \rho_1 &= 829,75 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{\text{air}} &= 962,25 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Ditanyakan ρ_1 ?

Penyelesaian :

$$\frac{\eta_1}{\eta_{\text{air}}} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_{\text{air}} t_{\text{air}}}$$

$$U = \frac{\eta}{\rho}$$

$$\frac{\eta_1}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{8,7 \text{ k/m}^2 \times 5 \text{ s}}{1,7 \text{ k/m}^2 \times 1 \text{ s}} = \frac{3,4 \times 10^{-3} \text{ k/ms}}{2,7 \text{ k/m}^3}$$

$$\eta_1 = \frac{437278,25}{1,7} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 4,16 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 3,46 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 4,16 \text{ cSt}$$

Diketahui :

$$\begin{aligned} \rho_{\text{air}} &= 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/ms} & t_2 &= 524 \text{ detik} \\ t_{\text{air}} &= 131 \text{ detik} & \rho_2 &= 829,75 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{\text{air}} &= 962,25 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Ditanyakan ρ_2 ?

Penyelesaian :

$$\frac{\eta_2}{\eta_{\text{air}}} = \frac{\rho_2 t_2}{\rho_{\text{air}} t_{\text{air}}}$$

$$U = \frac{\eta}{\rho}$$

$$\frac{\eta_2}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{8,7 \text{ k/m}^2 \times 5 \text{ s}}{9,2 \text{ k/m}^2 \times 1 \text{ s}}$$

$$= \frac{3,4 \times 10^{-3} \text{ k/ms}}{8,7 \text{ k/m}^3}$$

$$\eta_2 = \frac{434789}{1,7} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 4,14 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 3,44 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$= 4,14 \text{ cSt}$$

Diketahui :

$$\begin{aligned} \rho_{\text{air}} &= 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/ms} & t_3 &= 529 \text{ detik} \\ t_{\text{air}} &= 131 \text{ detik} & \rho_3 &= 829,75 \text{ kg/m}^3 \\ \rho_{\text{air}} &= 962,25 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Ditanyakan ρ_3 ?

Penyelesaian :

$$\frac{\eta_3}{\eta_{\text{air}}} = \frac{\rho_3 t_3}{\rho_{\text{air}} t_{\text{air}}}$$

$$U = \frac{\eta}{\rho}$$

$$\frac{\eta_3}{0,891 \times 10^{-3}} = \frac{8,7 \text{ k/m}^2 \times 5 \text{ s}}{9,2 \text{ k/m}^2 \times 1 \text{ s}}$$

$$= \frac{3,4 \times 10^{-3} \text{ k/ms}}{8,7 \text{ k/m}^3}$$

$$\eta_3 = \frac{4,7}{1,7} \cdot 0,891 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s} = 4,19 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \cdot \frac{1 \text{ cSt}}{10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 3,48 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$= 4,19 \text{ cSt}$$

Vikositas rata – rata minyak nyamplung dengan asam fosfat 2% (AS2%):

$$\frac{4,1 + 4,1 + 4,1}{3} = \frac{12,3}{3} = 4,1 \text{ cSt}$$

RIWAYAT PENULIS



ALAN KURNIAWAN, lahir di Kuningan, pada tanggal 05 Agustus 1992. Merupakan anak pertama dari tigabersaudara, pasangan dari Bapak Yana Setiana dan Ibu Rosmawati. Bertempat tinggal di Desa Adamui, Rt07/Rw03, Kecamatan Ciwaru, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat. Riwayat pendidikan SDN Andamui (1998-2004), SMP N 1 Luragung (2004-2007), SMK Karya Nasional (2007-2010) dan melanjutkan studi di perguruan tinggi Universitas Negeri Jakarta Fakultas Teknik Program Studi Pendidikan Teknik Mesin (2012-2017).