



**PENGARUH VARIASI BAHAN PEMUCAT TERHADAP KARAKTERISTIK
FISIKA, KIMIA, DAN KOMPOSISI MINYAK IKAN HASIL
PEMURNIAN LIMBAH PENGALENGAN IKAN**

SKRIPSI

Oleh

**Susi Astutik
NIM 071810301026**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2012**



**PENGARUH VARIASI BAHAN PEMUCAT TERHADAP KARAKTERISTIK
FISIKA, KIMIA, DAN KOMPOSISI MINYAK IKAN HASIL
PEMURNIAN LIMBAH PENGALENGAN IKAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Susi Astutik
NIM 071810301026**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2012**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibu Sutatik Tresnowati dan bapak Purwanto terimakasih atas kasih sayang dan dukungan juga pengorbanan yang telah kalian berikan;
2. Bapak Jafar terimakasih atas kasih sayang dan dukungan serta pengorbanan yang bapak berikan selama ini;
3. Vivi Dwi Lestari, Ninda Ayu Novita, Eva Helenia Putri, terimakasih atas kasih sayang, dukungan, pengertian serta pengorbanan yang telah kalian berikan;
4. Fendi Saputra terimakasih atas dukungan dan motivasinya.

MOTTO

Those who succeed, achieve their success through their decisiveness to make themselves more powerful than their problems. To be powerful is your decision. Nobody can make that decision for you
(Mario Teguh).

Hope is the bridge between the saddest of conditions with the most beautiful gratitude to God. Begin your success from wherever you are.
(Mario Teguh).

Orang yang kecerdasannya tak terikat dimana saja, telah menguasai dirinya dan melepaskan keinginannya, dengan penyangkalan ia mencapai tingkat tertinggi dari kebebasan akan kegiatan kerja
(Bhagavadgita, XVIII-49)

G. Pujda. 2005. *Baghavat Gita (Pancamo Veda) Adhiyaya XVIII Sloka 45, 49, 63*. Surabaya : Paramita

Mario Teguh. <http://www.facebook.com/pages/Mario-Teguh-Dail>. 15 agustus 2012.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Susi Atutik

NIM : 071810301026

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengaruh Variasi Bahan Pemucat Terhadap Karakteristik Fisika, Kimia dan Komposisi Minyak Ikan Hasil Pemurnian Limbah Pengalengan Ikan” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 18 desember 2012

Yang menyatakan,

Susi Atutik

NIM 071810301026

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI BAHAN PEMUCAT TERHADAP KARAKTERISTIK
FISIKA, KIMIA, DAN KOMPOSISI MINYAK IKAN HASIL
PEMURNIAN LIMBAH PENGALENGAN IKAN**

Oleh

Susi Atutik
NIM 071810301026

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : drh. Wuryanti Handayani.M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Ika Oktavianawati S.Si, M.Sc

HALAMAN PENGESAHAN

Karya Ilmiah yang berjudul ” Pengaruh Variasi Bahan Pemucat Terhadap Karakteristik Fisika, Kimia, Dan Komposisi Minyak Ikan Hasil Pemurnian Limbah Pengalengan Ikan” telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal :

tempat : Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

drh. Wuryanti Handayani M.Si.

NIP 19600822 198503 2 002

Anggota I,

Ika Oktavianawati S.Si, M.Sc

NIP 19801001 200312 2 001

Anggota II,

Drs. Achmad Sjaifullah M.Sc,Ph.D.

NIP 19591009 198602 1 001

Tri Mulyono, S.Si, M.Si.

NIP 19681020 199802 1 002

Mengesahkan

Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D.

NIP 19610108 198602 1 001

RINGKASAN

Pengaruh Variasi Bahan Pemucat Terhadap Karakteristik Fisika, Kimia, Dan Komposisi Minyak Ikan Hasil Pemurnian Limbah Pengalengan Ikan; Susi Astutik, 071810301026; 2012; 50; Jurusan Kimia; Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Ikan merupakan sumber protein. Oleh karena itu, ikan menjadi komoditas yang paling banyak dieksploitasi. Seiring dengan perkembangan industri proses pengolahan ikan, jumlah limbah yang dihasilkan semakin meningkat. Limbah tersebut dapat dimanfaatkan kembali apabila mengalami proses pengolahan lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh jenis dan konsentrasi bahan pemucat pada proses pemurnian minyak ikan. Pada penelitian ini, limbah yang digunakan berasal dari limbah pengalengan ikan PT. Maya Muncar, Jawa Timur. Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua tahap, tahapan tersebut adalah karakterisasi minyak dan tahapan pemurnian. Tahapan karakterisasi minyak yang dilakukan adalah karakteristik fisika, kimia komposisi dan kadar logam keadaan awal dan setelah pemurnian, karakteristik fisika yang diamati adalah berat jenis dan titik keruh. Karakteristik kimia yang diamati adalah ALB, bilangan peroksida bilangan penyabunan, bilangan iod. Komposisi yang diamati adalah asam lemak jenuh dan tak jenuh dan kandungan logam yang diamati adalah logam Fe, Cu dan Mn. Tahapan pemurnian meliputi *degumming*, netralisasi dan *bleaching*.

Pada tahapan *degumming*, dilakukan pemisahan pengotor, dilakukan dengan pemanasan pada suhu 70°C dan penambahan air hangat sebanyak 15% dari berat sampel (limbah). Tahap netralisasi dilakukan dengan cara menambahkan sejumlah basa untuk menurunkan kadar asam lemak bebas dengan menggunakan konsentrasi basa, yaitu 20°Be (16,7 gr NaOH/100 mL). Pada tahap *bleaching*, minyak yang telah mengalami tahap netralisasi ditambahkan adsorben untuk menjernihkan minyak dengan tiga perlakuan yaitu jenis adsorben (arang aktif, zeolit dan *bleaching earth*) dengan tiga komposisi (1%, 3%, dan 5%) dari berat minyak.

Hasil karakterisasi minyak awal minyak memiliki titik keruh 73 °C, kadar asam lemak bebas 3,51 %, bilangan peroksida 21,3 mg/g, bilangan penyabunan 116, serta bilangan iod 98,1 Karakteristik fisika minyak ikan setelah pemurnian, mengalami peningkatan kualitas dibanding karakteristik fisika sebelum pemurnian. Terutama pada penggunaan zeolit 5 % sebagai bahan pemucat. Titik keruh minyak sebelum pemurnian adalah 73 °C, setelah pemurnian dengan zeolit 5% titik keruh minyak ikan menjadi 61 °C. Karakteristik kimia minyak ikan setelah pemurnian mengalami peningkatan kualitas yang signifikan jika dibandingkan minyak ikan sebelum dimurnikan. Terutama pada penggunaan zeolit 5% sebagai bahan pemucat, sebelum dimurnikan bilangan peroksida minyak sebesar 21,3 mg/g, bilangan penyabunan 106 mg/g, bilangan iod 98,1 g/100g, dan kadar asam lemak bebas 3,52 %. Sedangkan setelah pemurnian dengan penggunaan zeolit 5% sebagai bahan pemucat bilangan petoksida minyak sebesar 13,0 mg/g, bilangan penyabunan turun menjadi 105,48 mg/g, bilangan iod meningkat menjadi : 122 g/100g, sedangkan kadar asam lemak bebas turun menjadi : 0,60 %.

Uji komposisi limbah sebelum dan sesudah dimurnikan dilakukan dengan menggunakan GC-MS, dari kromatogram dapat diketahui bahwa kandungan asam lemak jenuh limbah 42,76 %, sedangkan asam lemak tak jenuhnya sebesar 19,42 %, dan setelah dimurnikan asam lemak tak jenuh mengalami peningkatan yaitu sebesar 47,19 %, dan asam lemak jenuhnya turun menjadi 26,44 %. Pemurnian limbah juga berpengaruh terhadap kandungan logam yang terdapat dalam minyak ikan, yaitu menurunkan kandungan logam Fe dari 10,612 ppm menjadi 4,379 ppm.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Bahan Pemucat Terhadap Karakteristik Fisika, Kimia, Dan Komposisi Minyak Ikan Hasil Pemurnian Limbah Pengalengan Ikan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. drh. Wuryanti Handayani.M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Ika Oktavianawati S.Si, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Drs. Achmad Sjaifullah M.Sc,Ph.D., dan, Tri Mulyono, S.Si, M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
3. dosen-dosen Jurusan Kimia, seluruh staf administrasi serta teknisi laboratorium di Jurusan Kimia, yang telah membantu selama perjalanan menjadi mahasiswa;
4. teman satu tim penelitian, Alettiyana Wahyuni Fauziah dan Ratih Ratna Dewi terima kasih atas kerjasamanya;
5. teman-teman angkatan 2007, serta adik-adik angkatan, terima kasih atas saran, bantuan, semangat serta kebersamaan selama ini; dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menerima segala bentuk kritik dan saran yang sifatnya membangun. Akhirnya penulis harapan, semoga karya tulis ini dapat memberi manfaat dan sumbangan bagi ilmu pengetahuan.

Jember, 18 desember 2012

Susi Astutik

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
HALAMAN RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Minyak	5
2.1.1 Pengertian Minyak.....	5
2.1.2 Asam Lemak.....	6
2.2 Minyak Ikan	7
2.3 Pemurnian Minyak Ikan	8
2.4 Bahan Pemucat	10
2.4.1 Zeolit.....	11

2.4.2 Arang Aktif	13
2.4.3 <i>Bleaching earth</i>	16
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.3 Skema Kerja	19
3.4 Prosedur kerja.....	19
3.4.1 Cara Pengambilan Sampel Minyak Ikan	19
3.4.2 Degumming	19
3.4.3 Netralisasi	20
3.4.4 Pemucatan (<i>Bleaching</i>).....	20
3.4.5 Pengujian Sifat Fisika	20
3.4.6 Pengujian Sifat Kimia.....	21
3.4.7 Uji komposisi.....	22
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Karakteristik Limbah.....	24
4.2 Komposisi Limbah	25
4.2.1 Hasil GC-MS Limbah.....	25
4.5 Karakteristik Minyak Hasil Pemurnian.....	26
4.5.1 Karakteristik sifat fisika Minyak Hasil Pemurnian.....	27
4.5.2 Karakteristik Sifat Kimia Minyak Hasil Pemurnian	28
4.5.3 Komposisi Minyak Hasil Pemurnian	29
4.5.4 Kadar Logam Minyak Hasil Pemurnian	40
BAB 5. PENUTUP.....	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi Minyak Ikan dari Hasil Samping Pengalengan Ikan Lemuru.....	7
4.1 Hasil Karakterisasi Limbah	24
4.2 Analisa Kromatogram Limbah.....	33
4.3 Analisa Kromatogram Minyak Hasil Pemurnian.....	36
4.4 Komposisi Limbah sebelum dan sesudah pemurnian	36
4.5 hasil analisis kandungan logam Limbah sebelum dan sesudah pemurnian	39

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Reaksi Pembentukan Trigliserida	5
2.2 Struktur EPA dan DHA.....	7
2.3 Tetra hedral Alumina dan Silica Pada Struktur Zeolit	12
2.4 Struktur Arang Aktif	14
2.5 Struktur Montmorillonit	17
4.2 Grafik Titik keruh Minyak Hasil Pemurnian	27
4.3 Grafik Bilangan Peroksida Minyak Hasil Pemurnian	28
4.1 Reaksi Hidrolisis Minyak Hasil Pemurnian	29
4.4 Grafik Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Hasil Pemurnian	30
4.1 Reaksi Penyabunan Minyak	31
4.5 Grafik Bilangan Penyabunan	32
4.1 Reaksi Asam Lemak Tak Jenuh dan Iod.....	33
4.6 Grafik Nilai Bilangan Iod Minyak Hasil Pemurnian	34
4.7 Kromatogram Limbah	36
4.8 kromatogram minyak Hasil Pemurnian	37

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Pembuatan Larutan	45
Lampiran 2 standarisasi larutan	46
Lampiran 3 pengambilan sampel	47
Lampiran 4 Kromatogram Limbah Sebelum dan Sesudah Pemurnian ..	48
Lampiran 5 Hasil Analissis Logam Limbah Sebelum dan Sesudah Dimurnikan.....	52
Lampiran 6 perhitungan keperluan NaOH untuk netralisasi.....	53
Lampiran 7 Hasil Titrasi.....	54

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan merupakan salah satu sumber protein hewani. Selain kaya protein, ikan mengandung lemak, vitamin dan mineral yang sangat tinggi, tapi ikan mempunyai sifat cepat busuk karena adanya pertumbuhan bakteri pembusuk. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan ikan untuk mencegah pertumbuhan bakteri-bakteri tersebut sehingga pemanfaatan ikan lebih maksimal. Salah satu upaya memaksimalkan pemanfaatan ikan yaitu dengan mengolah ikan menjadi makanan kaleng yang awet dalam jangka waktu tertentu.

Industri pengalengan ikan telah umumnya menerapkan proses sterilisasi komersial, artinya, walaupun produk tersebut tidak 100 persen steril, tetapi cukup bebas dari bakteri pembusuk dan patogen (penyebab penyakit). Diantaranya bakteri *Clostridium botulinum* adalah bakteri yang paling berbahaya. Bakteri tersebut dapat menghasilkan racun botulin dan membentuk spora yang tahan panas sehingga bakteri tersebut harus di nonaktifkan supaya pembusukan tidak cepat terjadi dan tahan untuk disimpan selama satu tahun atau lebih dalam keadaan yang masih layak untuk dikonsumsi.

Seiring dengan berkembangnya teknologi di Indonesia semakin banyak pula berdiri pabrik -pabrik pengalengan ikan, salah satunya di daerah Muncar. Berdirinya pabrik – pabrik tersebut selain menciptakan lapangan kerja bagi masyarakat juga menghasilkan limbah yang cukup besar yang dapat membahayakan lingkungan jika tidak diolah terlebih dahulu.

Diduga bahwa pada sebagian limbah tersebut terdapat kandungan minyak.. Menurut Setiabudi (1990), setiap satu ton ikan yang diproses akan menghasilkan minyak sebanyak 50 kilogram, sedangkan menurut Estiasih (2009) limbah cair yang

dihasilkan dari proses pengolahan ikan lemuru untuk seluruh Indonesia sebanyak 1.176 ton per tahun.

Limbah sering di artikan sebagai bahan buangan yang dianggap kurang efektif dan kurang layak untuk dimanfaatkan kembali oleh perusahaan, namun ternyata banyak masyarakat Muncar yang jeli melihat bahwa di dalam limbah tersebut masih banyak mengandung minyak yang dapat dimanfaatkan kembali, meskipun jumlahnya sangat sedikit.

Dengan keterbatasan alat yang digunakan masyarakat untuk memanfaatkan limbah tersebut menyebabkan minyak yang diperoleh masih mengandung padatan dan pengotor, sehingga hanya dapat dimanfaatkan sebagai campuran pakan ternak, padahal minyak ikan tersebut jika dimurnikan dapat lebih bermanfaat lagi dan juga memiliki nilai jual yang lebih tinggi

Salah satu keistimewaan minyak ikan adalah memiliki kandungan asam lemak tak jenuh yang berguna bagi tubuh, diantaranya asam lemak omega 3 yang tinggi. Asam lemak ini berperan meningkatkan kekebalan tubuh, menurunkan risiko penyakit jantung koroner, menghambat pertumbuhan beberapa jenis kanker dan mempertahankan fungsi otak terutama yang berhubungan dengan daya ingat. Oleh karena itu minyak yang diperoleh masyarakat tersebut perlu dimurnikan secara benar agar dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Pemurnian minyak umumnya dilakukan dengan proses yang terdiri dari *degumming*, netralisasi dan *bleaching* (pemucatan).

Degumming dilakukan untuk memisahkan pospatida, protein, karbohidrat, air dan resin. Netralisasi bertujuan untuk memisahkan asam lemak bebas dan fosfolipid yang belum dipisahkan pada proses *degumming* dengan cara mereaksikan asam lemak bebas dengan basa atau pereaksi lainnya sehingga membentuk sabun (Ketaren, 1986). Pemucatan merupakan tahapan proses pemurnian minyak yang bertujuan untuk menghilangkan zat warna yang tidak disukai dalam minyak. Proses pemucatan ini dilakukan dengan mencampur minyak dengan sejumlah kecil adsorben seperti

tanah serap, lempung aktif, dan arang aktif atau dapat juga menggunakan bahan kimia lainnya. Adsorben ini akan menyerap zat- zat yang menyebabkan minyak cepat rusak.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Havis Abdullah (2008), diperoleh hasil bahwa *bleaching earth* lebih efektif digunakan untuk pemurnian minyak ikan jika dibandingkan karbon aktif. Berdasarkan penampakan fisik, minyak kasar yang memiliki warna merah keruh. Setelah mengalami proses pemucatan warna minyak menjadi merah sampai kuning pucat dan tembus pandang. Bahan pemucat yang digunakan sebesar 1% dari berat minyak menyebabkan perubahan yang tidak nyata yakni dari merah keruh menjadi kuning kemerahan. Penelitian yang dilakukan Ahmadi 2005, disebutkan bahwa komposisi bahan pemucat (zeolit) sebesar 20% dapat memperbaiki kualitas minyak ikan hasil penepungan, dilihat dari warna, kandungan asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan kandungan asam lemak $\Omega 3$.

Berdasarkan keterangan diatas, maka dirasa perlu untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh variasi bahan pemucat terhadap karakteristik fisika, kimia dan komposisi minyak ikan hasil pemurnian limbah pengalengan ikan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui bahan pemucat yang paling efektif dalam proses pemurnian minyak ikan dari limbah pengalengan ikan, sehingga didapatkan minyak yang memiliki sifat kimia, sifat fisika serta komposisi yang lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimanakah pengaruh bahan pemucat terhadap karakteristik fisika, sifat kimia dan komposisi minyak ikan hasil pemurnian?
- b. Bagaimanakah pengaruh bahan pemucat terhadap kandungan logam dalam minyak ikan hasil pemurnian?

1.3 Batasan Masalah

- a. Karakteristik fisika yang diamati adalah titik keruh
- b. Karakteristik kimia yang diamati adalah : bilangan penyabunan, bilangan iod, kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida.
- c. Bahan pemucat yang digunakan adalah zeolit, arang aktif, dan bleaching earth dengan komposisi 1 %, 3 %, 5 % dari berat minyak
- d. Komposisi yang diamati adalah komposisi asam lemak jenuh dan tak jenuh.
- e. Logam yang diamati adalah logam Cu, Fe dan Mn.

1.4 Tujuan

- a. Mengetahui pengaruh bahan pemucat terhadap karakteristik sifat fisik, sifat kimia serta komposisi minyak ikan.
- b. Mengetahui bahan pemucat yang baik digunakan dalam menurunkan kandungan logam dalam minyak ikan dari limbah pengalengan ikan.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan informasi tentang bahan pemucat yang paling efektif memperbaiki sifat fisika dan kimia minyak ikan yang didapat dari limbah pengalengan ikan.

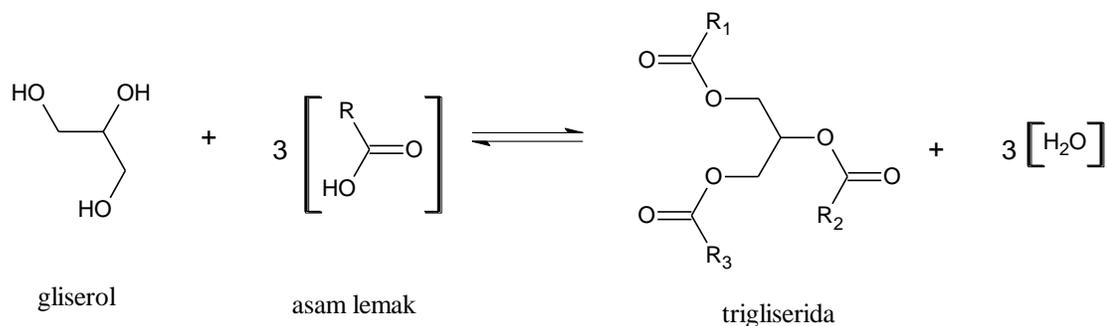
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak

2.1.1 Pengertian Lemak dan Minyak

Lemak dan minyak adalah kelompok senyawa yang termasuk pada golongan lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam serta memiliki struktur yang molekulnya kaya akan rantai karbon. Karena struktur molekulnya kaya akan rantai karbon inilah menyebabkan lemak mempunyai sifat hydrophobik, sehingga sulit larut di dalam air, tetapi lemak dapat larut dalam pelarut organik non-polar, misalnya dietil eter ($C_2H_5OC_2H_5$), Kloroform($CHCl_3$), benzena dan hidrokarbon lainnya (Netti, 2002).

Lemak dan minyak merupakan senyawaan ester (gambar 2.1). Hasil hidrolisis lemak dan minyak adalah asam karboksilat dan gliserol. Asam karboksilat ini juga disebut asam lemak mempunyai rantai hidrokarbon yang panjang dan tidak bercabang.



Gambar 2.1 Reaksi Pembentukan Trigliserida.

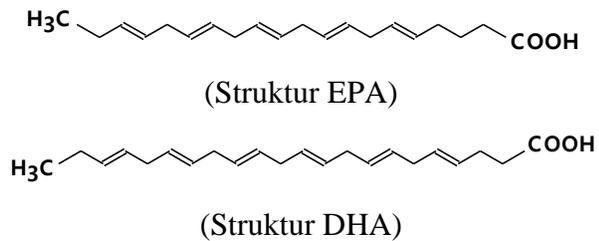
Kandungan lemak pada ikan hanya berkisar antara 1- 20% (Setiabudi, 1990), sebagian besar berupa asam lemak tak jenuh dan asam lemak omega 3 yang tinggi. Asam lemak ini berperan meningkatkan ketebalan tubuh, menurunkan risiko penyakit jantung koroner, menghambat pertumbuhan beberapa jenis kanker dan

mempertahankan fungsi otak terutama yang berhubungan dengan daya ingat. Beberapa ikan yang berasal dari laut dalam seperti salmon, tuna, sarden dan makarel, mengandung asam lemak yang tergabung dalam kelompok asam lemak omega 3. Yang paling dominan dari kelompok ini adalah asam eikosapentaenoat (EPA) dan asam dokosaheksaenoat (DHA) yang ditunjukkan pada gambar (2.2). Keduanya bermanfaat dalam menurunkan kolesterol dalam darah dan meningkatkan pertumbuhan sel-sel otak

2.1.2 Asam lemak

Asam lemak (*fatty acid*) adalah senyawa alifatik dengan gugus karboksil (Gambar 2.1), asam lemak merupakan asam lemah, dan dalam air terdisosiasi sebagian. Umumnya berfase cair atau padat pada suhu ruang (27°C). Semakin panjang rantai C penyusunnya, semakin mudah membeku dan juga semakin sukar larut. Asam lemak merupakan penyusun utama minyak nabati atau lemak dan merupakan bahan baku untuk semua lipida pada makhluk hidup. Asam lemak mudah dijumpai dalam minyak masak (goreng), margarin, atau lemak hewan. Secara alami, asam lemak bisa berbentuk bebas (karena lemak yang terhidrolisis) maupun terikat sebagai gliserida. Asam lemak disimpan dalam bentuk triasilgliserol, yang merupakan ester gliserol yang tidak bermuatan. Triasilgliserol disebut juga lemak netral atau trigliserida (Netti, 2002).

Asam lemak diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh. Perbedaan keduanya terletak pada ikatan kimianya. Asam lemak jenuh merupakan asam lemak yang mengandung ikatan tunggal pada rantai hidrokarbonnya atau tidak memiliki ikatan rangkap, sedangkan asam lemak tidak jenuh yang mengandung satu atau lebih ikatan rangkap pada rantai hidrokarbonnya. (Stansby, 1982).



Gambar 2.2 Struktur DHA dan EPA
 (http://id.wikipedia.org/wiki/Asam_lemak)

2.2 Minyak Ikan

Minyak ikan memiliki kandungan yang berbeda dengan kandungan minyak lain, adapun komposisi asam lemak minyak ikan dari hasil samping pengalengan ikan lemuru tercantum dalam tabel 2.1

Tabel 2.1 Komposisi Asam Lemak Minyak Ikan

Jenis asam lemak	Nama Senyawa	Kelimpahan (%)
C16:0	Asam Heksadekanoat	13,3
C18:0	Asam oktadekanoat	2,9
C18:1 ω 9	Asam 9-oktadekenoat	25,2
C18:2 ω 6	Asam 10,13-oktadekadienoat	2,3
C18:3 ω 3	Asam 10,13,16-oktadekatrienoat	0,4
C18:4 ω 6	Asam 4,7,10,13-oktadekatetraenoat	1,4
C20:1 ω 9	Asam 11-eikosenoat	9,2
C20:4 ω 6	Asam 5,8,11,14-eikosatetraenoat	3,1
C20:5 ω 3	Asam 5,8,11,14,17-eikosapentaenoat	9,2
C22:1 ω 3	Asam 13-dokoseenoat	6,6

C22:5 ω 6	Asam 6,7,10,13,16,-dokosaheksaenoat	3,4
C22:6 ω 3	Asam 4,7,10,13,16,19-dokosaheksaenoat	7,3

* ω menunjukkan letak ikatan rangkap dihitung dari ekor
 *C18:2 ω 6 : jumlah rantai karbonnya 18 dan terdapat 2 ikatan rangkap terletak pada karbon no 10 dan 13
 (Estiasih T, 2009)

Dari Tabel 2.1 diatas dapat dilihat bahwa dalam minyak ikan hasil pengalengan ikan lemuru, selain mengandung asam lemak tak jenuh juga mengandung asam lemak jenuh. Kandungan asam lemak pada minyak ikan erat hubungannya dengan sifat kimia dan sifat fisika minyak ikan. Sifat kimia minyak ikan tersebut antara lain mudah beroksidasi dengan udara dan bersifat asam karena adanya asam lemak bebas. Mempunyai sifat aditif karena adanya ikatan- ikatan karbon tak jenuh, dan mempunyai sifat dapat berpolimerisasi. Sifat fisika minyak ikan adalah mempunyai berat jenis yang lebih kecil dari berat jenis air, mempunyai derajat kekentalan yang spesifik, dan bersifat tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut kimia seperti eter, benzena dan petroleum eter.

2.3 Pemurnian Minyak Ikan

Minyak ikan kasar mengandung sejumlah komponen minor yang merupakan komponen non-trigliserida. Komponen minor yang tidak dikehendaki keberadaannya karena mengakibatkan efek yang merugikan seperti warna gelap, mengendap ketika minyak dipanaskan, seperti fosfolipid, sterol, ester lilin, asam lemak bebas, adapun minyak ikan yang telah mengalami proses pemurnian mempunyai nilai standart seperti pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Standart mutu minyak ikan lemuru

Parameter	Nilai Standart
Kadar asam lemak bebas	$\leq 2 \%$
Bilangan iod	110 – 200 g/100g
Bilangan peroksida	3 - 20 meq/kg

Estiasih T. 2009

Untuk menghilangkan komponen yang tidak diinginkan atau pengotor dilakukan pemurnian minyak ikan supaya minyak ikan memenuhi standart farmakope (Tabel 2.2). Pemurnian minyak ikan meliputi:

1. *Degumming*

Degumming merupakan proses pemisahan *gumm* atau kotoran dalam minyak. Proses pemisahan *gumm* merupakan suatu proses pemisahan pengotor yang terdiri dari phosphatida, protein dan resin tanpa mengurangi jumlah asam lemak bebas dalam minyak. Tujuan proses pemisahan *gumm*, adalah untuk memperbaiki stabilitas minyak dengan mengurangi jumlah ion logam terutama Fe dan Cu, untuk memudahkan proses pemurnian selanjutnya dan mengurangi minyak yang hilang selama proses pemurnian (Ketaren, 1986). Koagulasi kotoran yang berbentuk koloid lebih mudah dilakukan dengan menaikkan temperatur minyak sekitar 32,2- 48,9 °C selama setengah jam (Swern, 1979).

Pada prakteknya pemisahan *gumm* sering dilakukan pada suhu sekitar 80 °C, 130- 160 °C atau 32- 50 °C dengan penambahan air atau uap selama setengah jam. Penambahan uap dapat dilakukan secara langsung ataupun tidak langsung, atau kombinasi keduanya. Selama proses berlangsung juga ditambahkan NaCl atau asam mineral pekat untuk mempercepat koagulasi, dan didiamkan selama 2-3 jam, selanjutnya minyak dipisahkan dari endapan kotoran dengan sentrifugasi.

2. Netralisasi (Saponifikasi atau Penyabunan)

Netralisasi merupakan suatu proses untuk memisahkan asam lemak bebas dari minyak atau lemak dengan cara mereaksikan asam lemak bebas dengan basa atau pereaksi lainnya sehingga membentuk sabun (Ketaren. 1986). Menurut Hendrix

(1990), kotoran yang akan dibuang dalam netralisasi adalah asam lemak bebas, fosfatida, ion logam, zat warna, karbohidrat protein, hasil samping oksidasi, hidrokarbon, dan zat padat. Netralisasi secara kimia dilakukan dengan menyabunkan asam lemak bebas dengan larutan NaOH dalam air diikuti dengan pencucian. Jumlah larutan NaOH yang digunakan merupakan jumlah stoikiometrinya ditambah dengan akses sebesar 5- 10 %, tergantung minyak yang akan dinetralkan (Bernardini, 1983).

Lemak hewani, lemak ikan, minyak kelapa dan minyak nabati lain dengan kandungan *gumm* dan pigmen yang rendah dapat dinetralisasi dengan hasil yang memuaskan dengan menggunakan NaOH sebesar 0,1- 0,2 % dari berat minyak (Sonntag, 1982).

3. Pemucatan (*bleaching*)

Proses pemucatan adalah salah satu tingkat pengolahan minyak atau lemak yang bertujuan untuk memisahkan zat warna yang terdapat di dalam minyak atau lemak. Proses pemucatan ini didahului oleh pengeringan minyak untuk mengeluarkan uap air yang masih terdapat di dalam minyak atau lemak. Proses pemucatan dilakukan dengan menggunakan adsorben yang akan menyerap zat warna dalam minyak. Pada proses ini sabun yang tertinggal, komponen logam dan peroksida dapat dipisahkan dengan baik, sedangkan kandungan asam lemak bebas akan bertambah secara lambat (Swern, 1979). Zat-zat lain yang dihilangkan pada pemucatan adalah karotenoid, klorofil dan produk dekomposisinya serta bahan beracun, misalnya hidrokarbon aromatis polisiklis.

Komponen yang bertambah dalam proses pemucatan adalah produk hasil dekomposisi peroksida dan asam konjugasi yang terbentuk. Peristiwa adsorpsi (penyerapan), dapat terjadi bila dua fasa bergabung sehingga terjadi suatu proses dimana molekul dari satu fasa melekat pada permukaan fasa yang lain. Kedua fasa tersebut dapat berupa fasa cair dengan fasa cair, fasa cair dengan fasa gas, fasa cair dengan fasa padat, atau fasa gas dengan fasa padat (Priatna, 1990).

2.4 Bahan Pemucat

Bahan pemucat (*bleaching agents*) merupakan suatu bahan yang dapat memucatkan atau memudarkan warna suatu substrat melalui proses fisika ataupun kimia. Proses ini melibatkan proses oksidasi, reduksi atau adsorpsi yang membuat bagian-bagian yang berwarna pada substrat menjadi lebih larut atau diserap sehingga mudah dihilangkan selama pemucatan. Pemucatan dapat pula melibatkan proses kimia yang mengubah kemampuan bagian molekul berwarna untuk menyerap cahaya, yaitu dengan mengubah derajat ketidakjenuhan (Kirk, 1985).

Adsorben yang umum digunakan untuk pemucatan adalah dari tipe polar (hidrofilik) dan non-polar (hidrofobik). Adsorben polar antara lain silika gel, alumina yang diaktivasi, dan beberapa jenis tanah liat (*clay*). Adsorben polar ini umumnya digunakan jika zat warna yang akan dihilangkan lebih polar daripada cairannya. Adsorben non-polar antara lain adalah arang (karbon dan batubara) dan arang aktif yang biasa digunakan untuk menghilangkan zat warna yang kurang polar (Kirk, 1985).

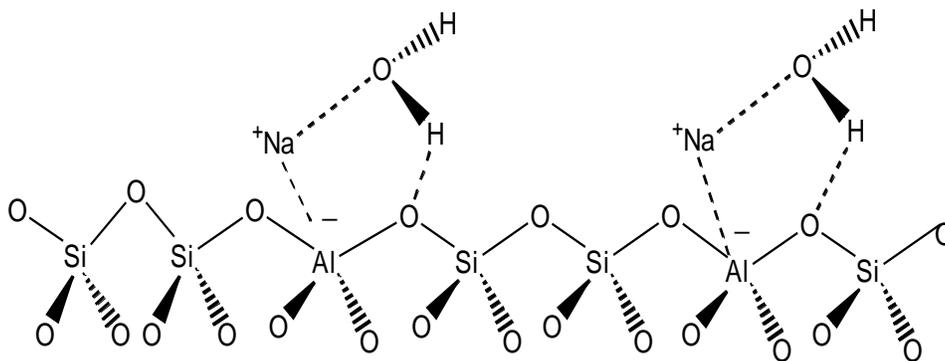
Menurut Ketaren (1986), zat warna dalam minyak terdiri dari zat warna alami dan zat warna hasil degradasi. Zat warna alami terdapat di dalam minyak secara alami dan ikut terekstrak bersamaan proses ekstraksi minyak. Zat warna itu ialah karoten, xantofil, klorofil, *gossypol* dan antosianin. Zat warna ini menyebabkan minyak berwarna kuning, kuning kecoklatan, kehijau-hijauan dan kemerah-merahan. Sedangkan zat warna degradasi umumnya memiliki warna yang gelap yang disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Suhu pemanasan yang terlalu tinggi pada saat proses pengepresan secara mekanis, sehingga sebagian minyak teroksidasi. Selain itu minyak dalam keadaan panas akan mengekstraksi zat warna yang terdapat dalam bahan tersebut
2. Ekstraksi minyak dengan pelarut organik tertentu, misalnya pelarut petroleum benzene akan menghasilkan minyak yang lebih jernih dibandingkan minyak yang diekstraksi dengan pelarut etilen dan benzol.

3. Logam seperti Cu, Fe dan Mn akan menimbulkan warna yang tidak diinginkan dalam minyak.
4. Oksidasi terhadap fraksi tidak tersabunkan dalam minyak terutama oksidasi tokoferol menghasilkan warna kecoklatan

2.4.1 Zeolit

Zeolit adalah senyawa zat kimia alumino-silikat dengan kation natrium, kalium dan barium. Secara umum, zeolit memiliki struktur yang unik, dimana atom silika dikelilingi oleh 4 atom oksigen sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur. Beberapa tempat di jaringan ini, atom silika digantikan dengan atom Aluminium, yang hanya terkoordinasi dengan 3 atom oksigen. Atom aluminium ini hanya memiliki muatan 3^+ , sedangkan Silika sendiri memiliki muatan 4^+ . Keberadaan atom aluminium ini secara keseluruhan akan menyebabkan zeolit memiliki muatan negatif (gambar 2.3). Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation. Zeolit digunakan sebagai pengemban karena struktur kristalnya berpori dan memiliki luas permukaan yang besar, tersusun oleh kerangka silika-alumina, memiliki stabilitas termal yang tinggi, harganya murah serta keberadaannya melimpah (Setyawan, 2001).



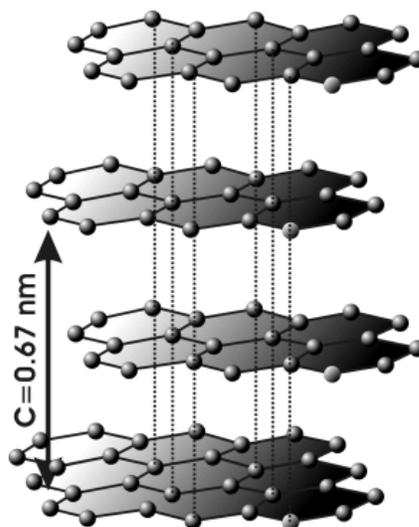
Gambar 2.3. Alumina dan silika pada struktur zeolit

Zeolit umumnya didefinisikan sebagai kristal alumina silika yang berstruktur tiga dimensi, yang terbentuk dari tetrahedral alumina dan silika dengan rongga-rongga di dalam yang berisi ion-ion logam seperti yang terlihat pada Gambar 2.3, biasanya alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas. Secara empiris, rumus molekul zeolit adalah $M_{x/n} \cdot (AlO_2)_x \cdot (SiO_2)_y \cdot xH_2O$. Struktur zeolit sejauh ini diketahui bermacam-macam, tetapi secara garis besar strukturnya terbentuk dari unit bangun primer, berupa tetrahedral yang kemudian menjadi unit bangun sekunder polihedral dan membentuk polihedral dan akhirnya unit struktur zeolit.

Zeolit memiliki beberapa sifat unik, Sifat-sifat unik tersebut meliputi dehidrasi, adsorben dan penyaring molekul, katalisator dan penukar ion. Zeolit mempunyai sifat dehidrasi (melepaskan molekul H_2O) apabila dipanaskan. Pada umumnya struktur kerangka zeolit akan menyusut. Tetapi kerangka dasarnya tidak mengalami perubahan secara nyata. Disini molekul H_2O seolah-olah mempunyai posisi yang spesifik dan dapat dikeluarkan secara reversibel. Sifat zeolit sebagai adsorben dan penyaring molekul, dimungkinkan karena struktur zeolit yang berongga, sehingga zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya. Selain itu kristal zeolit yang telah terdehidrasi merupakan adsorben yang selektif dan mempunyai efektivitas adsorpsi yang tinggi. Kemampuan zeolit sebagai katalis berkaitan dengan tersedianya pusat-pusat aktif dalam saluran antar zeolit. Pusat-pusat aktif tersebut terbentuk karena adanya gugus fungsi asam tipe Bronsted maupun Lewis. Perbandingan kedua jenis asam ini tergantung pada proses aktivasi zeolit dan kondisi reaksi. Pusat-pusat aktif yang bersifat asam ini selanjutnya dapat mengikat molekul-molekul basa secara kimiawi. Sedangkan sifat zeolit sebagai penukar ion karena adanya kation logam alkali dan alkali tanah. Kation tersebut dapat bergerak bebas didalam rongga dan dapat dipertukarkan dengan kation logam lain dengan jumlah yang sama. Akibat struktur zeolit berongga, anion atau molekul berukuran lebih kecil atau sama dengan rongga dapat masuk dan terjebak.

2.4.2 Arang aktif

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85- 95 % karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Arang selain digunakan sebagai bahan bakar, juga dapat digunakan sebagai adsorben (penyerap). Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika terhadap arang tersebut dilakukan aktivasi dengan aktif faktor bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, arang akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia. Arang yang demikian disebut sebagai arang aktif. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300- 3500 m²/g dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori dan luas permukaan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25- 100 % terhadap berat arang aktif. Gambar 2.4 berikut merupakan struktur arang aktif



Gambar 2.4 Struktur Arang Aktif

Arang aktif dibagi atas 2 tipe, yaitu arang aktif sebagai pemucat dan sebagai penyerap uap. Arang aktif sebagai pemucat, biasanya berbentuk *powder* yang sangat halus, diameter pori mencapai 1000 Å, digunakan dalam fase cair, berfungsi untuk memindahkan zat-zat pengganggu yang menyebabkan warna dan bau yang tidak diharapkan, membebaskan pelarut dari zat-zat pengganggu dan kegunaan lain yaitu pada industri kimia dan industri baju. Diperoleh dari serbuk-serbuk gergaji, ampas pembuatan kertas atau dari bahan baku yang mempunyai densitas kecil dan mempunyai struktur yang lemah. Arang aktif sebagai penyerap uap, biasanya berbentuk granular atau pellet yang sangat keras diameter pori berkisar antara 10- 200 Å, tipe pori lebih halus, digunakan dalam fase gas, berfungsi untuk memperoleh kembali pelarut, katalis, pemisahan dan pemurnian gas. Diperoleh dari tempurung kelapa, tulang, batu bata atau bahan baku yang mempunyai struktur keras.

Sehubungan dengan bahan baku yang digunakan dalam pembuatan arang aktif untuk masing-masing tipe, pernyataan di atas bukan merupakan suatu keharusan. Karena ada arang aktif sebagai pemucat diperoleh dari bahan yang mempunyai densitas besar, seperti tulang. Arang tulang tersebut, dibuat dalam bentuk granular dan digunakan sebagai pemucat larutan gula. Demikian juga dengan arang aktif yang digunakan sebagai penyerap uap dapat diperoleh dari bahan yang mempunyai densitas kecil, seperti serbuk gergaji. Sifat arang aktif yang paling penting adalah daya serap. Dalam hal ini, ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap atau adsorpsi, yaitu:

1. Sifat Adsorben

Arang aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan secara kovalen. Dengan demikian, permukaan arang aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-

pori arang aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar. Dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi, dianjurkan agar menggunakan arang aktif yang telah dihaluskan. Jumlah atau dosis arang aktif yang digunakan, juga diperhatikan.

2. Temperatur

Dalam pemakaian arang aktif dianjurkan untuk menyelidiki temperatur pada saat berlangsungnya proses, karena tidak ada peraturan umum yang bisa diberikan mengenai temperatur yang digunakan dalam adsorpsi. Faktor yang mempengaruhi temperatur proses adsorpsi adalah viskositas dan stabilitas termal senyawa serapan. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa serapan, seperti terjadi perubahan warna maupun dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didihnya. Untuk senyawa volatil, adsorpsi dilakukan pada temperatur kamar atau bila memungkinkan pada temperatur yang lebih kecil.

3. pH (Derajat Keasaman)

Untuk asam-asam organik adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam-asam mineral. Ini disebabkan karena kemampuan asam mineral yang dapat mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya bila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

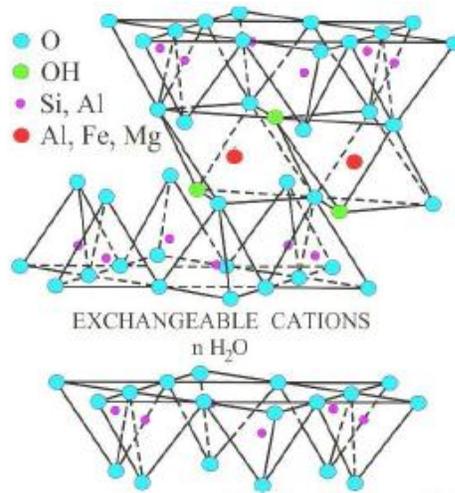
4. Waktu Kontak

Bila arang aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah arang yang digunakan. Selain ditentukan oleh dosis arang aktif, pengadukan juga mempengaruhi waktu singgung. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel arang aktif untuk bersinggungan dengan senyawa serapan. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu singgung yang lebih lama (Sembiring, 2003).

2.4.3 *Bleaching Earth* (Tanah Pemucat)

Tanah pemucat (*bleaching earth*) merupakan sejenis tanah liat dengan komposisi utama terdiri dari SiO_2 , Al_2O_3 , air terikat serta ion Ca^{2+} , magnesium oksida dan besi oksida. Daya pemucat *bleaching earth* disebabkan oleh ion Al^{3+} pada permukaan partikel penjerap sehingga dapat mengadsorpsi zat warna dan tergantung perbandingan Al_2O_3 dan SiO_2 dalam *bleaching earth*. Mineral ini memiliki rumus umum $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ dan sifat yang mudah menyerap air, mengembang, tidak tahan terhadap pengocokan dan tekanan yang kuat. Selain itu, tanah pemucat memiliki warna yang bervariasi mulai dari putih krem, abu-abu, kuning sampai coklat kehitaman. Tanah pemucat (*bleaching earth*) merupakan salah satu jenis tanah lempung yang mengandung mineral montmorillonit sekitar 85% dan fragmen sisanya terdiri dari campuran mineral kuarsa, gipsum, kolinit, plagiklas dan lain-lain (Grim, 1968).

Mineral-mineral montmorillonit umumnya berupa butiran sangat halus dengan lapisan-lapisan penyusun yang tidak terikat kuat. Montmorillonit yang terdapat dalam bentonit merupakan mineral liat yang dapat mengembang dan mengerut yang tergolong ke dalam kelompok smektit serta mempunyai komposisi kimia yang beragam. Potensi mengembang-mengerut dan adanya muatan negatif yang tinggi merupakan penyebab mineral ini dapat menerima dan menjerap ion-ion logam dan kation-kation organik. Montmorillonit mempunyai Mg dan ion Fe^{2+} dalam posisi oktahedral. Struktur montmorillonit pada Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Struktur Montmorillonit (Grim, 1968)

Tanah pemucat (*bleaching earth*) terdiri dari tanah pemucat alami dan yang telah diaktivasi. Tanah pemucat hasil aktivasi adalah hasil perlakuan tanah pemucat alami dengan asam mineral, umumnya asam sulfat. Perlakuan dengan asam meningkatkan daya adsorpsi tanah tersebut sedemikian sehingga untuk menghilangkan zat warna dengan jumlah yang sama, tanah pemucat aktif dibutuhkan hanya setengah dari tanah pemucat netral. Untuk beberapa jenis minyak tertentu seperti minyak kelapa sawit, warna hanya dapat dihilangkan secara efektif dengan tanah pemucat aktif. Tanah pemucat yang telah digunakan pada proses *bleaching* pada minyak kelapa sawit disebut tanah pemucat bekas (Grim, 1968)

BAB 3 METODOLOGI PERCOBAAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Organik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Pelaksanaan penelitian akan berlangsung mulai September 2011 – Maret 2012.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

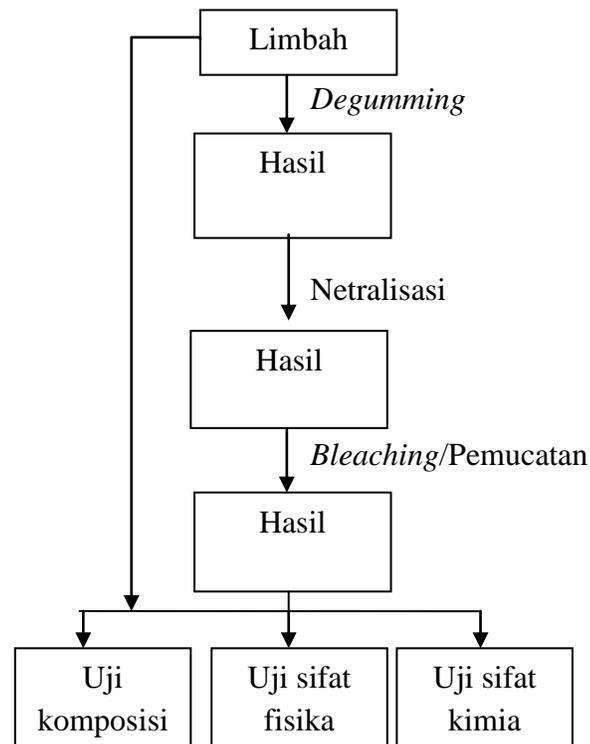
Penangas, pengaduk/spatula, erlenmeyer, pipet tetes, gelas piala, hot plat, stirer, oven, neraca analitik, thermometer, pipet volum, pipet mohr, tissue, buret 10 mL, buret 25 mL, spektrofotometer, corong pisah dan GC-MS.

3.2.2. Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair yang diperoleh dari PT. Maya Muncar. Limbah ini adalah hasil samping dari proses pengolahan ikan lemuru yang terbuang bersama limbah ke saluran pembuangan.

Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah (NaOH), zeolit, arang aktif, *bleaching earth*, aquades, asam asetat, kloroform, larutan KI jenuh, larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N, larutan KOH, indikator amilum 1%, indikator phenolptalein, aseton, methanol.

3.3 Skema Kerja



3.4 Prosedur Percobaan

3.4.1 preparasi larutan tercantum pada lampiran 1

3.4.2 Cara Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan cara manual, setelah limbah dalam penampungan limbah sementara diambil bagian atasnya, cara pengambilan sampel tercantum dalam lampiran 3.

3.4.3. *Deguming*

Limbah 300 g ditimbang, kemudian dipanaskan sampai suhu 70 °C. Setelah itu sampel dimasukkan ke dalam corong pisah dan ditambahkan air panas sebanyak 20 % volume minyak, didiamkan selama 10 menit. Setelah terbentuk tiga lapisan yaitu

minyak, gum, dan air. Air dan gum dikeluarkan dari corong pisah, dari proses degumming diperoleh *minyak hasil degumming*.

3.4.3 Netralisasi

Minyak yang diperoleh dari proses *degumming* diuji kadar asam lemak bebasnya terlebih dahulu, dan ditimbang. Kemudian dipanaskan sampai suhunya 70 °C, lalu ditambahkan NaOH 4 N sesuai kadar asam lemak bebasnya, diaduk dengan stirer selama 2 menit. Setelah itu minyak dimasukkan ke dalam corong pisah, lalu dicuci dengan air pencuci (aquades panas) sebanyak 5 % dari berat minyak. Setelah terbentuk tiga lapisan pada minyak yaitu minyak, lapisan sabun dan air, maka sabun dan air dipisahkan dari minyak. Pencucian dihentikan sampai pH dari air pemisah menjadi netral.

3.4.4 Pemucatan (*Bleaching*)

Minyak yang dihasilkan dari proses netralisasi ditimbang dan dipanaskan sampai suhunya 70°C. Kemudian ditambahkan bahan pemucat (arang aktif, bleaching earth dan zeolit) dengan kadar 1%, 3%, 5% dari bobot minyak (diaduk selama 10 menit). Setelah itu minyak disaring. Kemudian dilakukan uji karakteristik.

3.4.5 Pengujian sifat fisika

a Titik Keruh (Slamet Soedarmadji, 1985)

Minyak hasil pemurnian sebanyak 5 g dimasukkan dalam erlenmeyer 50 mL, lalu ditambahkan etanol. Kemudian dipanaskan sampai larutan homogen, dan dinginkan sampai terbentuk Kristal- kristal halus dalam minyak (suhu terbentuknya butiran kristal adalah titik keruh minyak)

3.4.6 Pengujian Sifat Kimia

a Bilangan peroksida (AOAC, 1995)

Minyak hasil pemurnian sebanyak 0,1 g dimasukkan dalam erlenmeyer 250 mL, kemudian ditambahkan 0,6 mL pelarut asam asetat dan kloroform(6:4). Kemudian dikocok sampai semua minyak larut, lalu ditambahkan 0,5 mL KI jenuh. Selanjutnya minyak didiamkan selama 2 menit pada ruang gelap (sesekali dikocok), kemudian

ditambahkan 30 mL akuades, dan 0,5 mL larutan pati 1%. Kemudian dititrasi dengan sodium tiosulfat 0,01N (sampai warna biru hilang).

$$\text{bilangan peroksida} = \frac{\text{mL titran}(\text{contoh} - \text{blangko}) \times N_{\text{thio}} \times 8 \times 100}{\text{berat sampel}(\text{g})}$$

b Bilangan Penyabunan (AOAC, 1995)

Sebanyak 1 g minyak hasil pemurnian dimasukkan dalam erlenmeyer 200 mL lalu ditambahkan 10 mL KOH. Kemudian dididihkan selama 30 menit, dan setelah dingin ditambahkan 3 tetes indikator pp. selanjutnya dititrasi dengan 0,5 N HCl.

$$\text{Bilangan penyabunan} = \frac{28,05 \times (\text{titrasi blangko} - \text{titrasi sampel})}{\text{berat sampel}(\text{g})}$$

c Analisis kadar asam lemak bebas (AOAC, 1995)

Sebanyak 5 g minyak hasil pemurnian dimasukkan dalam erlenmeyer 200 mL, lalu ditambahkan 10 mL etanol 95%. Kemudian dipanaskan sampai mendidih sambil diaduk, setelah dingin ditambahkan 3 tetes indikator pp dan dititrasi dengan KOH 0,1N sampai terbentuk warna merah muda.

$$\text{Kadar asam lemak bebas} = \frac{\text{mL KOH} \times N_{\text{KOH}} \times 330}{10 \times \text{berat sampel}}$$

d Bilangan iodium (Slamet Soedarmadji, 1985)

Sebanyak 0,1 g minyak hasil pemurnian dimasukkan dalam erlenmeyer, ditambahkan 10 mL kloroform dan 5 mL reagem iodium-bromid (dibiarkan di ruang gelap selama 30 menit). Kemudian ditambahkan 2 mL KI 15% dan akuades 100 mL (yang telah dipanaskan). Setelah itu ditambahkan 2 mL larutan pati (sebagai indikator), lalu dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1N sampai warna biru hilang.

$$\text{Bilangan iod} = \frac{\text{mL titrasi}(\text{blangko} - \text{sampel})}{\text{berat sampel}(\text{g})} \times N \text{ thio} \times 12,69$$

3.4.7 Uji Komposisi (dilakukan oleh laboratorium Universitas Gajah Mada)

Sebelum dilakukan uji GC-MS minyak hasil pemurnian yang didapat dari pemurnian diesterifikasi terlebih dahulu, kemudian minyak yang telah diesterifikasi diinjeksikan ke dalam kolom GC. Pemisahan dilakukan dalam kolom Kolom RXi-5MS Rastek, sepanjang 30m, dan dengan gas pembawa adalah helium. Suhu injektor 310 °C, dan suhu kolom 80°C.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Limbah

Limbah yang berasal dari hasil samping pengalengan ikan dikarakterisasi terlebih dahulu sebelum dimurnikan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisika, sifat kimia, dan komposisi limbah, serta untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan pemucat dalam proses pemurnian limbah. Karakterisasi sifat kimia yang diamati adalah titik keruh minyak, sedangkan karakterisasi kimia meliputi: asam lemak bebas, bilangan peroksida, bilangan penyabunan, bilangan iod. Komposisi yang diamati meliputi: kandungan asam lemak jenuh dan tak jenuh. Hasil karakterisasi tersebut tercantum pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Karakterisasi Limbah

Karakteristik yang diamati	Parameter	Nilai
Sifat fisika	Titik keruh	73 °C
Sifat kimia	Bilangan penyabunan	116 mg/g
	Bilangan iod	98,1 g/100 g
	Kadar asam lemak bebas	3,51 %
	Bilangan peroksida	21,3 mg/g

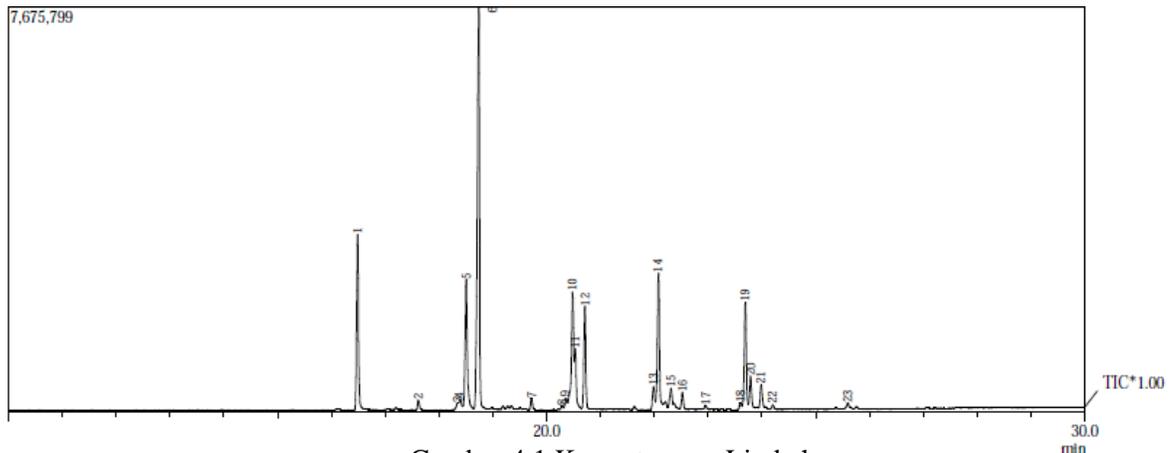
4.2 Komposisi Limbah

Komposisi limbah yang diamati adalah kandungan asam lemak jenuh dan tak jenuh yang terkandung dalam limbah. Penentuan komposisi limbah ditentukan menggunakan alat GC-MS. Banyaknya komponen yang terkandung dalam limbah diidentifikasi menggunakan GC (kromatografi gas), kemudian asam lemak yang terkandung dalam minyak diidentifikasi menggunakan MS (spektroskopi massa). Sepektra massa setiap senyawa yang telah didapat dari MS, akan dibandingkan dengan sepektra massa asam lemak yang ada pada *library* alat. Kelimpahan masing-

masing senyawa ditentukan dengan membandingkan luas area masing- masing senyawa dengan luas area keseluruhan senyawa yang ada dalam minyak ikan (dinyatakan dalam %). Kesesuaian antara senyawa yang diidentifikasi dengan senyawa- senyawa pembanding dapat dilihat dari nilai SI (*similarity index*). Semakin besar nilai SI maka semakin besar kesesuaian senyawa yang diidentifikasi dengan senyawa pembanding. Pada penelitian ini senyawa yang dibahas adalah senyawa yang memiliki mempunyai tingkat kemiripan (SI) lebih dari 90 %, hal ini karena SI yang kurang dari 90 % dianggap kurang mewakili senyawa yang dimaksud. Berdasarkan senyawa- senyawa yang memiliki SI lebih dari 90 %, diambil senyawa yang kelimpahannya lebih dari 5 %, Hal ini karena asam lemak yang memiliki kelimpahan lebih besar, dianggap keberadaannya lebih dominan.

4.2.1 Hasil GC-MS Limbah

Kromatogram limbah terlihat dalam Gambar 4.1. Kromatogram limbah menunjukkan 23 puncak, puncak yang teridentifikasi tersebut menunjukkan banyaknya senyawa yang terdapat dalam limbah.



Gambar 4.1 Kromatogram Limbah

Berdasarkan Gambar 4.1 terdapat 23 puncak, dari 23 puncak tersebut diketahui terdapat 10 jenis asam lemak yang terkandung dalam limbah tersebut (tercantum dalam lampiran 4), artinya ada 10 jenis asam lemak penyusun trigliserida. Pada

penelitian ini asam lemak yang dibahas hanya asam lemak yang memiliki SI lebih dari 90% dan kelimpahan lebih dari 5%. Asam lemak yang memiliki kelipahan lebih dari 5 % tercantum dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Analisa Kromatogram Limbah

puncak	Kelimpahan (%)	Senyawa yang mirip	Keterangan
1	11,47	Asam tetradekanoat	ALJ
5	9,68	Asam 9-heksadekenoat	ALTJ
6	31,29	Asam heksadekanoat	ALJ
10	9,67	Asam 10-oktadekenoat	ALTJ
14	9,37	Asam 5,8,11,14,17-eikosapentaenoat	ALTJ

*ket : ALJ (Asam Lemak Jenuh)

ALTJ (Asam Lemak Tak Jenuh)

Tabel 4.2 menunjukkan kelimpahan asam lemak jenuh yang terkandung dalam limbah sebesar 42,76 %, sedangkan asam lemak tak jenuhnya sebesar 19,42 %

4.3 Karakteristik Minyak Hasil Pemurnian

Tahap pemurnian limbah terdiri dari tiga tahap yaitu degumming, netralisasi dan bleaching. Minyak hasil pemurnian dikarakterisasi sifat fisika, kimia, dan komposisinya.

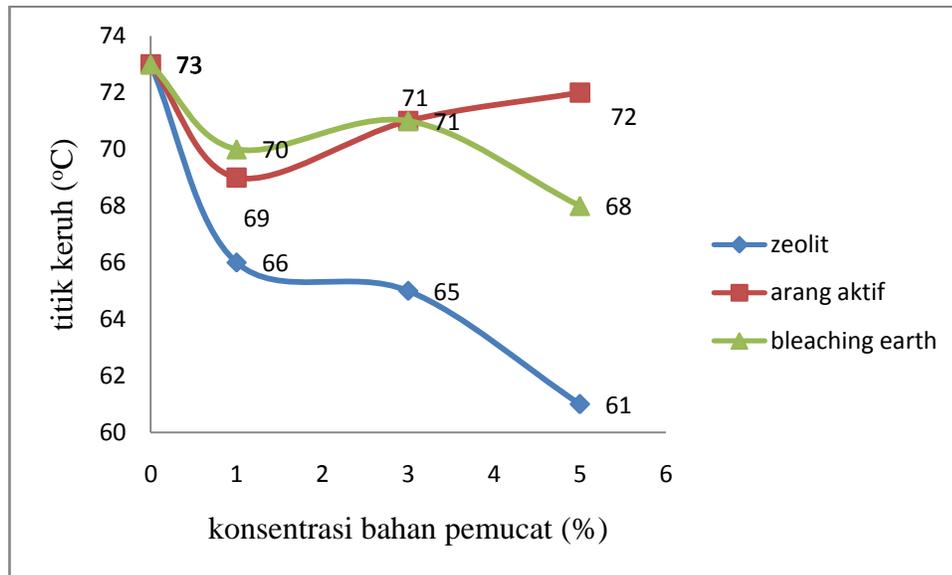
4.3.1 Karakteristik Sifat Fisika Minyak Hasil Pemurnian

Karakterisasi sifat fisika minyak hasil pemurnian yang diamati adalah titik keruhnya. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan pemucat terhadap perubahan sifat fisika limbah setelah dimurnikan.

a. Titik Keruh Minyak hasil pemurnian

Titik keruh minyak merupakan salah satu indikasi kandungan bahan pengotor dalam minyak, semakin rendah titik keruh suatu minyak maka dapat dikatakan semakin sedikit pengotor yang ada dalam minyak tersebut. Selain banyaknya pengotor titik keruh juga erat kaitannya dengan kandungan asam lemak jenuh dalam

minyak, semakin besar kandungan asam lemak jenuh maka minyak semakin cepat keruh. Nilai titik keruh minyak hasil pemurnian tercantum dalam Gambar 4.4



Gambar 4.4 Grafik Titik Keruh Minyak hasil pemurnian Setelah Ditambahkan Bahan Pemucat

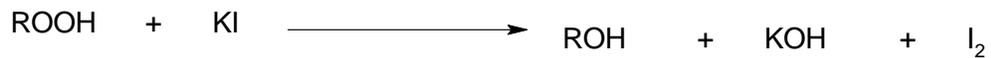
Gambar 4.4 diatas menunjukkan bahwa titik keruh minyak ikan mengalami penurunan setelah ditambahkan dengan arang aktif, *bleaching earth*, maupun zeolit. Penurunan titik keruh minyak ikan ini yaitu dari keadaan awal 73 °C menjadi 72-61°C. Penurunan titik keruh minyak hasil pemurnian paling optimum ditunjukkan pada penggunaan zeolit 5 % dari berat minyak yaitu sebesar 12 °C.

4.3.2 Karakteristik Sifat Kimia Minyak Hasil Pemurnian

Karakterisasi sifat kimia minyak hasil pemurnian yang diamati adalah bilangan peroksida, kadar asam lemak bebas, bilangan penyabunan dan bilangan iod. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan pemucat terhadap perubahan sifat kimia limbah setelah dimurnikan.

a. Bilangan Peroksida Minyak Hasil Pemurnian

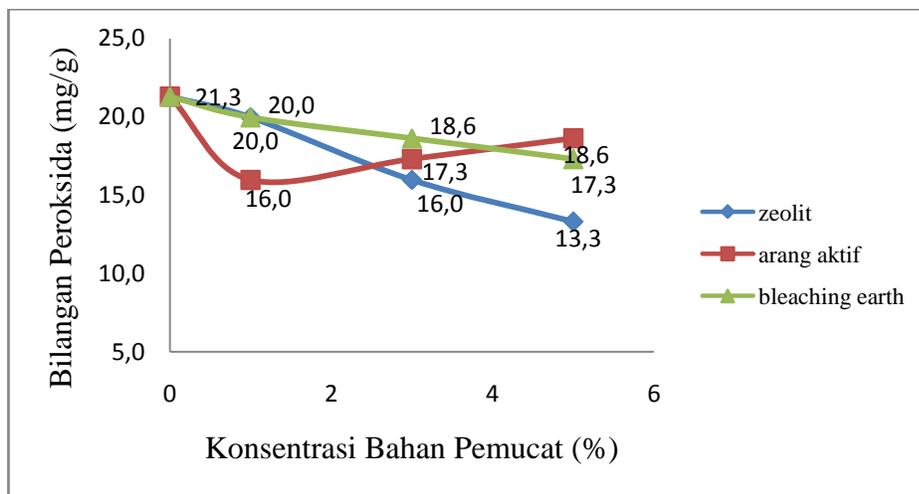
Bilangan peroksida merupakan pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui mutu suatu minyak, semakin tinggi bilangan peroksida suatu minyak, maka dapat dikatakan mutu minyak tersebut semakin rendah. Reaksi peroksida dapat dilihat pada Gambar 4.5.



(I_2 + amilum) biru dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sampai warna biru hilang

Gambar 4.5 reaksi peroksida

Bilangan peroksida minyak setelah dimurnikan (minyak hasil pemurnian) ditunjukkan pada Gambar 4.6.



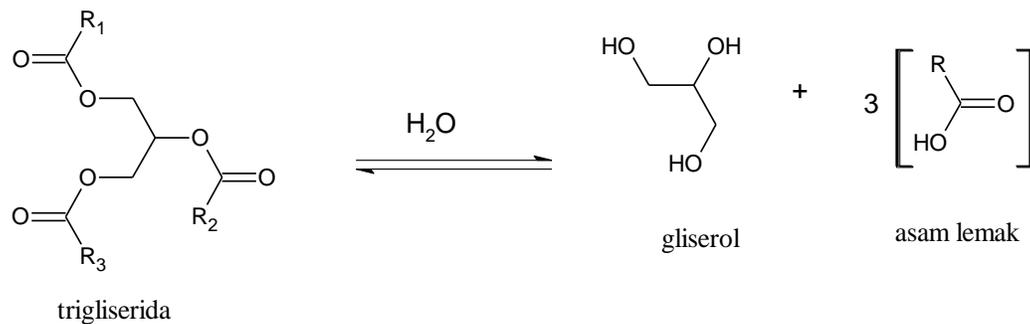
Gambar 4.6 Grafik Bilangan Peroksida Minyak hasil pemurnian Setelah Ditambahhkan Bahan Pemucat

Pada Gambar 4.6 dapat dilihat perubahan bilangan peroksida setelah dilakukan pembahan zeolit, arang aktif dan *bleaching earth*, dari keadaan awal sebesar 21,3 mg/g menjadi 20,0 – 13,3 mg/g. Hal ini disebabkan karena ketiga bahan pemucat tersebut mempunyai pori yang sangat selektif sehingga mampu memerangkap senyawa peroksida. Penurunan bilangan peroksida yang paling optimum yaitu pada penggunaan zeolit sebanyak 5 % dari berat minyak. Seperti yang ditunjukkan pada

Gambar 4.6 limbah mengalami penurunan bilangan peroksida dari 21,3 mg/g menjadi 13,3 mg/g.

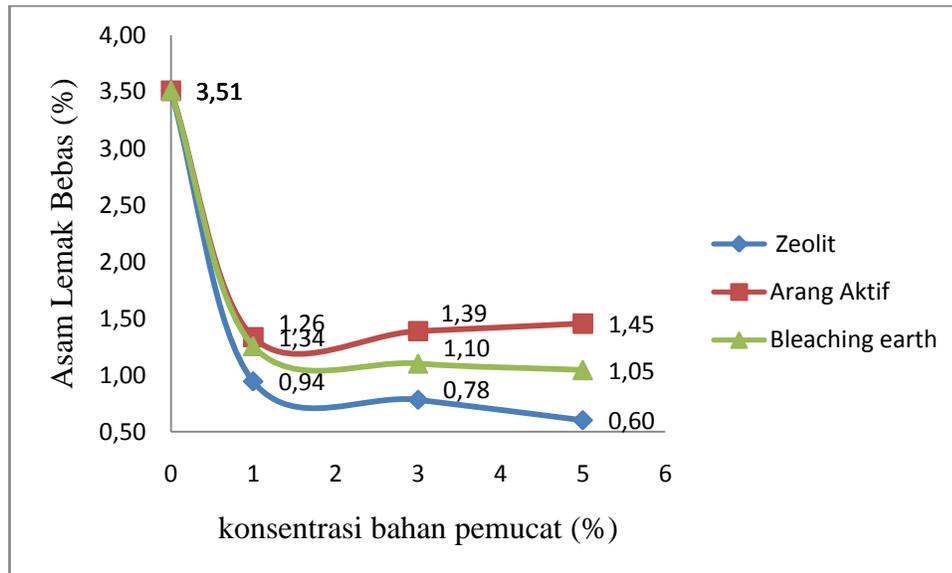
b. Kadar Asam Lemak Bebas Minyak hasil pemurnian

Jumlah asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak dapat menunjukkan kualitas minyak, dimana semakin tinggi nilai asam lemak bebas maka semakin turun kualitas minyak tersebut. Adanya asam lemak bebas pada minyak disebabkan karena minyak mengalami hidrolisis, reaksi hidrolisis minyak tercantum dalam Gambar 4.7



Gambar 4.7 reaksi hidrolisis minyak

Gambar 4.7 menunjukkan reaksi hidrolisis trigliseridaa dalam minyak, reaksi hidrolisis minyak akan menghasilkan komponen asam lemak dan monogliserida, pada tahap akhir akan menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas (Winarno, 2004). Sehingga dapat dikatakan jika tingkat hidrolisis minyak tinggi akan menyebabkan tingginya kadar asam lemak bebas pada minyak dan sebaliknya. Konstituen yang dapat mempercepat reaksi hidrolisis minyak diantaranya yaitu air (Gambar 4.7), semakin tinggi keberadaan konstituen penghidrolisis maka semakin tinggi pula tingkat hidrolisis minyak. Kadar asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak hasil pemurnian dapat dilihat pada Gambar 4.8

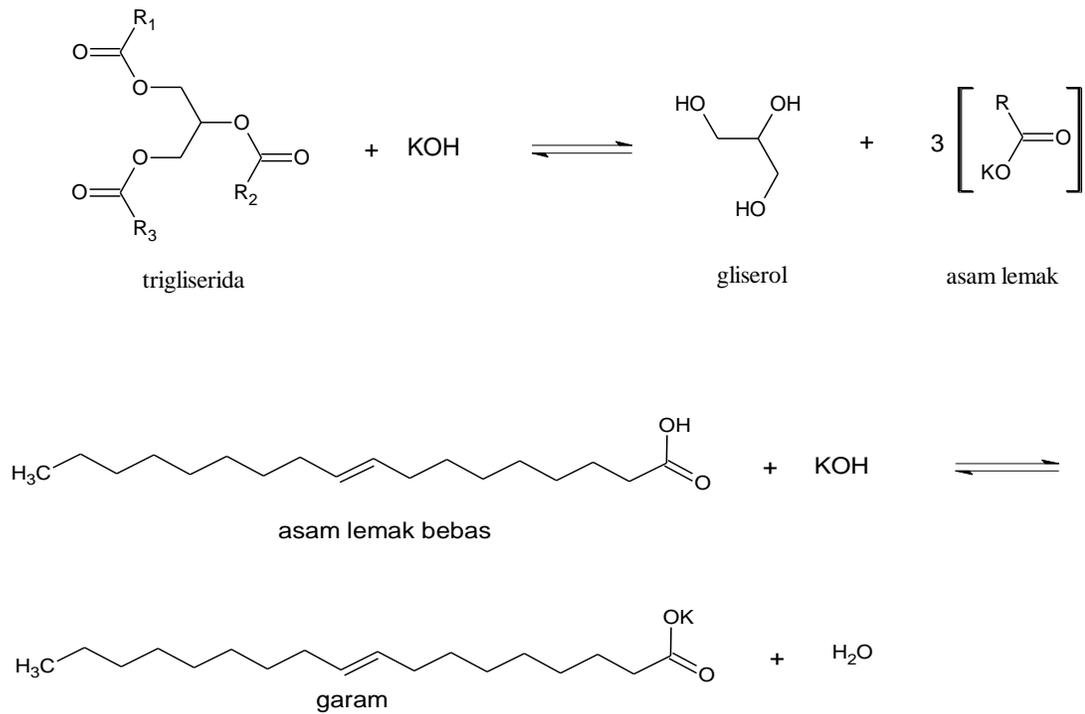


Gambar 4.6 Grafik Asam Lemak Bebas Minyak hasil pemurnian Setelah Ditambahkan Bahan Pemucat

Pada Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa dengan penambahan bahan pemucat terjadi penurunan jumlah asam lemak bebas yang awalnya sebesar 3,51 % menjadi 1,45 % - 0,60 %. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.8 diatas penambahan zeolit menyebabkan penurunan jumlah asam lemak bebas yang paling baik yakni sebesar 2,92 %. Hal ini karena zeolit selain dapat mengurangi kadar air dalam minyak ikan yang merupakan salah satu faktor penyebab hidrolisis minyak, sehingga jumlah asam lemak bebas yang terbentuk juga berkurang.

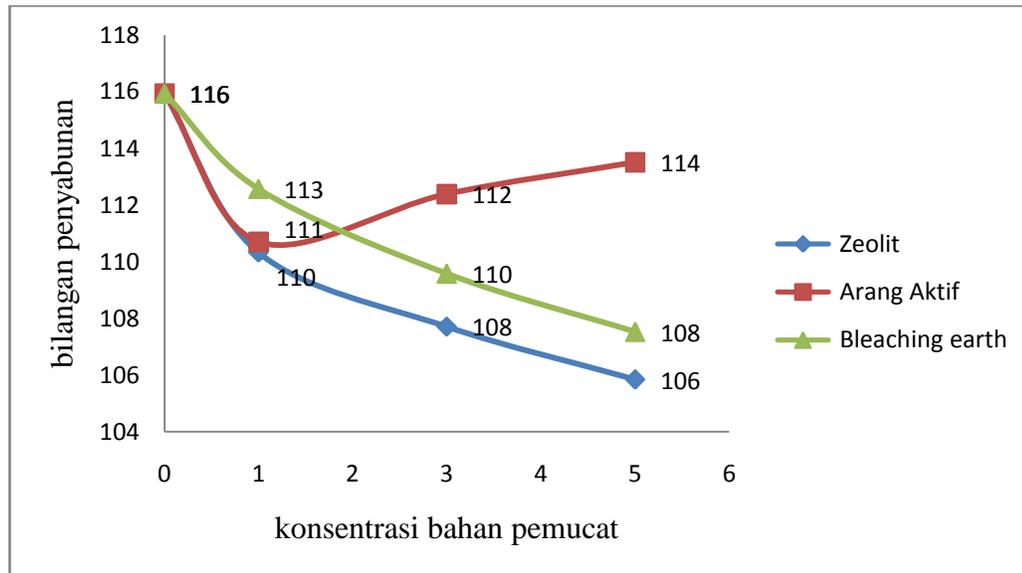
c. Bilangan Penyabunan Minyak Hasil Pemurnian

Bilangan penyabunan ini dinyatakan sebagai banyaknya (mg) KOH yang dibutuhkan untuk menyabunkan 1000 mg lemak atau minyak. Reaksi penyabunan ditunjukkan dalam Gambar 4.9



Gambar 4.9 Reaksi Penyabunan Minyak

Gambar 4.9 menunjukkan reaksi penyabunan komponen minyak, selain trigliserida, KOH juga menyabunkan asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak, sehingga kandungan asam lemak bebas sangat mempengaruhi bilangan penyabunan minyak. Bilangan penyabunan minyak hasil pemurnian dapat dilihat pada Gambar 4.10

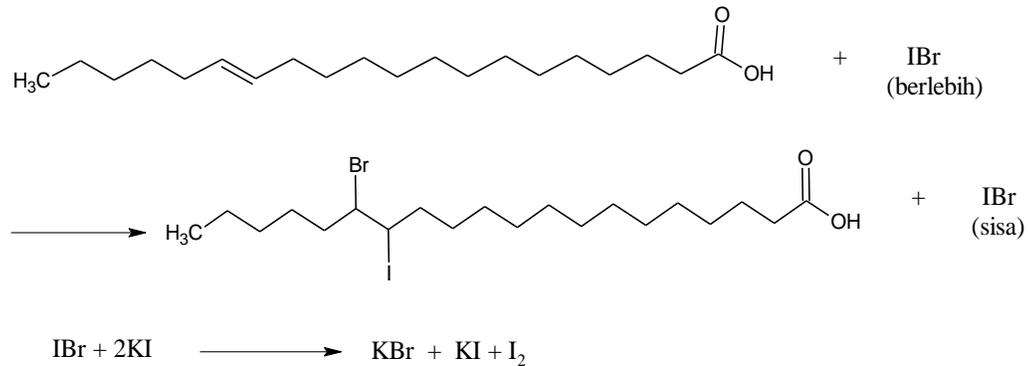


Gambar 4.10 Grafik Bilangan Penyabunan Minyak hasil pemurnian dengan penambahan Bahan Pemucat

Pada Gambar 4.10 diatas dapat dilihat bahwa dengan penambahan bahan pemucat bilangan penyabunan limbah mengalami penurunan, yaitu dari keadaan awalnya 115,94 mg/g menjadi 113,51- 105,84 mg/g. Penurunan bilangan penyabunan ini dipengaruhi oleh penurunan asam lemak bebas limbah setelah dimurnikan (minyak hasil pemurnian), bilangan penyabunan limbah lebih tinggi jika dibandingkan dengan bilangan penyabunan minyak hasil pemurnian, hal ini karena di dalam limbah kandungan asam lemak bebasnya lebih tinggi jika dibandingkan dengan minyak hasil pemurnian, karena NaOH lebih mudah menyabunkan asam lemak bebas daripada trigliserida. Penurunan nilai bilangan penyabunan yang paling optimum yakni dengan penambahan bahan pemucat zeolit 5 % yaitu sebesar 10,46 mg/g, data tersebut sangat mendukung data pada Gambar 4.8, dimana penurunan kadar asam lemak bebas paling optimun yaitu dengan penambahan zeolit 5 %.

d. Bilangan Iod Minyak hasil pemurnian

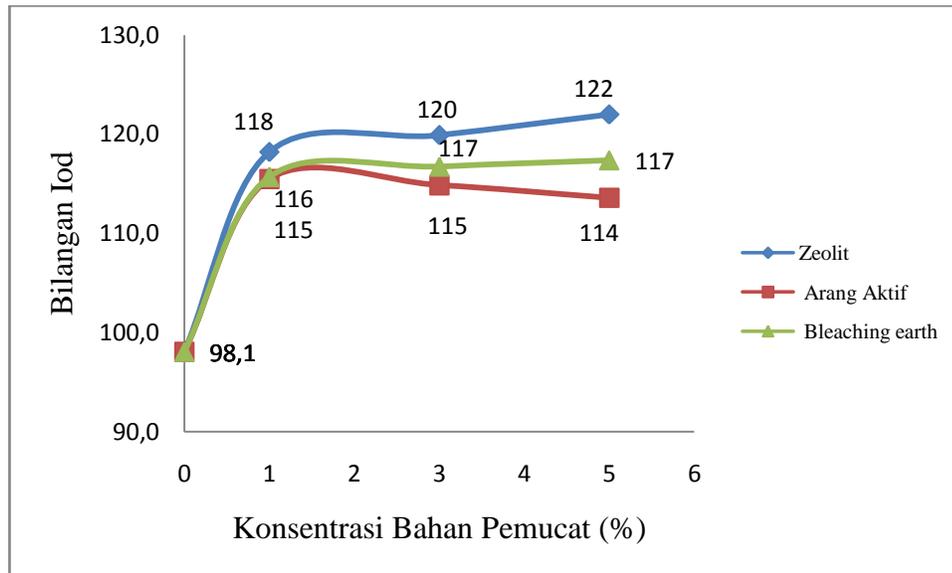
Bilangan iod menunjukkan ketidakjenuhan asam lemak penyusun trigliserida. Asam lemak tidak jenuh mampu mengikat iod dan membentuk senyawaan yang jenuh. Reaksi antara asam lemak tak jenuh dan iod dapat dilihat pada Gambar 4.11



(I_2 + amilum) dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (sampai warna biru hilang)

Gambar 4.11 reaksi asam lemak tak jenuh dengan iod

Banyaknya iod yang diikat menunjukkan banyaknya ikatan rangkap yang terdapat dalam asam lemaknya. Semakin banyak iod yang bereaksi dengan asam lemak maka dapat dikatakan semakin banyak pula asam lemak tak jenuh dalam minyak tersebut. Bilangan iod minyak hasil pemurnian dapat dilihat pada Gambar 4.12



Gambar 4.12 Grafik Nilai Bilangan Iod Minyak hasil pemurnian Setelah Ditambah Bahan Pemucat

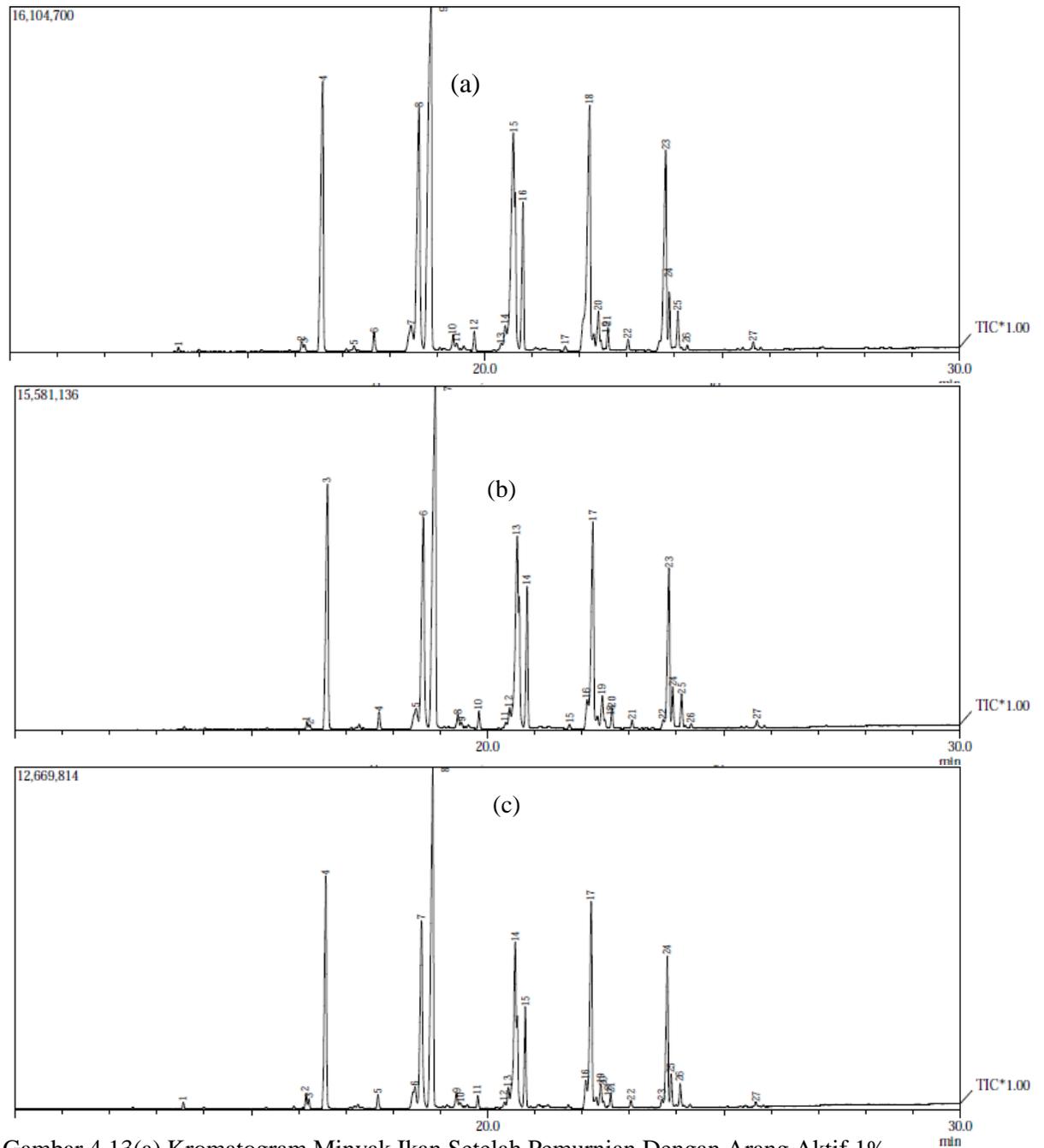
Gambar 4.12 menunjukkan perubahan nilai bilangan iod dari limbah yang telah dimurnikan dan berinteraksi dengan bahan pemucat. Dari grafik tersebut dapat diketahui peningkatan bilangan iod dari 98,06 (g/100g) menjadi 113,59- 121,99 (g/100g), hal ini menunjukkan semakin tinggi kandungan asam lemak tak jenuh dalam minyak hasil pemurnian lebih terkonsentrasi. Peningkatan bilangan iod yang paling optimum yakni dengan penambahan zeolit 5% , yaitu meningkat sebesar 24,07 (g/100g).

Penggunaan zeolit, arang aktif dan *bleaching earth* sebagai bahan pemucat dapat memperbaiki sifat fisika dan kimia dari limbah. Dari ketiga bahan pemucat tersebut zeolit memberikan pengaruh yang paling besar dibandingkan bahan pemucat lain (arang aktif dan *bleaching earth*). Hal ini disebabkan karena pori yang dimiliki zeolit sangat terstruktur, dan komposisi Si/Al pada zeolit menggambarkan permukaan aktif yang dapat kontak dengan senyawa hasil degradasi dalam minyak ikan (Setyawan, 2003), hasil degradasi minyak ikan berupa komponen- komponen yang bersifat polar yang terdiri dari asam lemak bebas, monodigliserida, dan trigliserida teroksidasi (Yates dan Caldwell, 1992), sehingga mampu memperbaiki sifat fisika

dan kimia limbah. Selain itu zeolit mempunyai ciri-ciri utama yaitu kerangka $[(Al, Si)O_2]_n$ yang selalu terbuka. Keterbukaan struktur ini dihasilkan dalam pembentukan saluran rongga dengan ukuran garis tengah yang berbeda beda. Molekul dengan ukuran yang tepat dapat terperangkap dalam lubang tersebut, dan sifat inilah yang memungkinkan penggunaannya sebagai adsorben yang selektif (Cotton dan Wilkinson, 1988).

4.3.3 Komposisi Minyak hasil pemurnian

Minyak hasil pemurnian yang diuji komposisi hanya minyak yang memiliki sifat fisika dan sifat kimia paling baik dari masing- masing adsorben yang digunakan, yaitu dengan penambahan arang aktif 1 %, *bleaching earth* 5 %, dan zeolit 5 %. Kromatogram minyak hasil pemurnian dengan penambahan bahan pemucat dapat dilihat pada gambar 4.12. Kromatogram minyak hasil pemurnian dengan penambahan arang aktif 1% (a) dengan penambahan *bleaching earth* 5% (b) dan dengan penambahan zeolit (c). Kromatogram GC minyak ikan setelah pemurnian dengan menggunakan arang aktif 1%, *bleaching earth* 5% dan zeolit 5% sebagai bahan pemucat sama- sama menunjukkan 27 puncak. Puncak –puncak ini menunjukkan banyaknya senyawa yang teridentifikasi dalam minyak yang diperoleh.



Gambar 4.13(a) Kromatogram Minyak Ikan Setelah Pemurnian Dengan Arang Aktif 1%.
 (b) Kromatogram Minyak Ikan Setelah Pemurnian Dengan bleaching earth 5%.
 (c) Kromatogram Minyak Ikan Setelah Pemurnian Dengan zeolit 5%

Banyaknya puncak yang ditunjukkan Gambar 4.12, masing-masing terdapat 8 jenis asam lemak penyusun trigliserida (tercantum dalam lampiran 4). Pada penelitian

ini asam lemak yang dibahas adalah asam lemak yang mempunyai tingkat kemiripan (SI) lebih dari 90 % dan kelimpahannya lebih dari 5 %, Hal ini karena asam lemak yang memiliki kelimpahan lebih besar, keberadaannya lebih dominan. Hasil analisis GC-MS minyak setelah pemurnian yang memiliki kelimpahan lebih dari 5 % dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Analisa Data GC-MS

Bahan pemucat	Kelimpahan (%)	Nama senyawa	Keterangan
Arang aktif 1%	12,01	Asam tetradekanoat	ALJ
	12,35	Asam 9-heksadekenoat	ALTJ
	21,58	Asam heksadekanoat	ALJ
	15,42	Asam 8-oktadekenoat	ALTJ
	13,78	Asam 5,8,11,14,17-eikosapentaenoat	ALTJ
Bleaching earth 5%	12,29	Asam tetradekanoat	ALJ
	12,20	Asam 9-heksadekenoat	ALTJ
	23,45	Asam heksadekanoat	ALJ
	15,31	Asam 9-oktadekenoat	ALTJ
	10,90	Asam 5,8,11,14-eikosatetraenoat	ALTJ
	7,63	Asam 5,8,11,14,17-eikosapentaenoat	ALJ
Zeolit 5%	12,60	Asam tetradekanoat	ALJ
	12,16	Asam 8-heksadekenoat	ALJ
	22,78	Asam 9-heksadekenoat	ALTJ

13,84	Asam oktadekanoat	ALTJ
12,25	Asam 5,8,11,14,17-eikosapentaenoat	ALTJ

*ket : ALJ (Asam Lemak Jenuh)
ALTJ (Asam Lemak Tak Jenuh)

Limbah setelah dimurnikan dengan penambahan bahan pemucat ditunjukkan pada Tabel 4.3, masing– masing menunjukkan perbedaan kelimpahan asam lemak jenuh dan tak jenuh yang signifikan. Kelimpahan asam lemak jenuh dan tak jenuh secara rinci tercantum dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Komposisi Limbah Setelah Proses Pemurnian

Perlakuan Minyak	Asam lemak jenuh	Asam lemak tak jenuh
arang aktif 1%	33,59 %	41,55 %
<i>bleaching earth</i> 5%	32,74 %	46,04 %
zeolit 5%	26,44 %.	47,19 %

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa dengan penambahan bahan pemucat, asam lemak tak jenuh minyak ikan lebih terkonsentrasi, dan asam lemak jenuh mengalami penurunan. Kenaikan asam lemak tak jenuh yang paling besar terjadi pada penambahan zeolit 5 % yaitu sebesar 18,47 %, sedangkan dengan penambahan *bleaching earth* 5 % kenaikannya hanya sebesar 17,32 %, dan dengan penambahan arang aktif 1 % kenaikan asam lemak tak jenuhnya sebesar 13,83 %. Kandungan asam lemak jenuh dan tak jenuh dalam minyak ikan sangat erat kaitannya dengan titik keruh minyak. Semakin besar kandungan asam lemak jenuh dalam minyak maka titik keruh minyak juga semakin besar. Hal ini karena struktur yang dimiliki asam lemak jenuh cenderung lurus, jika berkumpul hampir tidak ada rongga- rongga antar molekul, sehingga cenderung membentuk padatan.

4.4 Hasil Analisis Kandungan Logam Pada Limbah Dan Minyak hasil pemurnian

Zat warna dalam minyak terdiri dari zat warna alami dan zat warna hasil degradasi. Zat warna alami terdapat di dalam minyak secara alami dan ikut terekstrak bersamaan proses ekstraksi minyak. Sedangkan zat warna degradasi umumnya memiliki wana gelap yang disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya kandungan logam seperti Cu, Fe dan Mn menimbulkan warna yang tidak diinginkan dalam minyak. Oksidasi terhadap fraksi tidak tersabunkan dalam minyak terutama oksidasi tokoferol menghasilkan warna kecoklatan (Ketaren, 1986). Kandungan logam pada minyak ikan sebelum dan sesudah pemurnian dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil Analisis Kandungan Logam Pada Limbah Sebelum dan Sesudah Pemurnian

Perlakuan minyak	Logam (ppm)		
	Fe	Cu	Mn
Limbah Awal	10,612	0,144	0,231
Arang aktif 1%	8,927	Ttd*	Ttd*
<i>bleaching earth</i> 5%	7,544	Ttd*	Ttd*
zeolit 5%	4,379	Ttd*	Ttd*

*ttd : tidak terdeteksi

*batas minimum 0,02 ppm

Tabel 4.5 menunjukkan kandungan logam Fe paling dominan keberadaannya jika dibandingkan logam Cu dan Mn. Hal ini karena logam Fe selain bersumber dari tulang dan darah ikan, juga bersumber dari media yang dilewati ikan selama proses pengalengan. Sehingga logam Fe lebih melimpah jika dibandingkan Cu dan Mn.

Pada Tabel 4.5 menunjukkan penurunan logam Fe yang paling besar yaitu pada penggunaan zeolit 5% sebagai bahan pemucat. Hal ini karena Al yang terkandung dalam zeolit berkoordinasi dengan 4 atom oksigen menyebabkan Al bermuatan

negatif, sehingga membuat zeolit mampu mengikat logam Fe lebih baik dibandingkan dengan arang aktif dan *bleaching earth*

Sifat fisika, sifat kimia juga komposisi limbah mengalami peningkatan kualitas setelah ditambahkan bahan pemucat, dari ketiga bahan pemucat yang ditambahkan, arang aktif memiliki pola yang berbeda dengan *bleaching earth* dan zeolit. Pada penambahan arang aktif 1 % mengalami peningkatan kualitas paling optimum jika dibandingkan penambahan arang aktif 3 % dan 5 %, sedangkan pada penambahan zeolit dan *bleaching earth* menunjukkan peningkatan kualitas paling optimum pada penambahan 5 %. Hal ini karena arang aktif tersusun dari karbon bebas yang berikatan kovalen, sehingga semakin banyak karbon aktif yang ditambahkan, maka karbon penyusun arang aktif akan saling berikatan dan mengurangi tingkat selektifitas dari arang aktif itu sendiri. Pada zeolit dan *bleaching earth* memiliki muatan negatif yang dapat menyerap logam- logam yang menyebabkan warna dalam minyak ikan, sehingga semakin banyak ditambahkan semakin memperbaiki sifat minyak ikan. Perbedaan dari zeolit dan *bleaching earth* adalah dari strukturnya, *bleaching earth* memiliki struktur malmorit, sedangkan zeolit memiliki struktur tetrahedral alumina dan silica dengan rongga berisi ion logam bermuatan negatif. Dari struktur itulah yang menyebabkan zeolit mampu memperbaiki sifat fisika, sifat kimia serta komposisi minyak ikan jika dibanding *bleaching earth* dan arang aktif.

BAB 5. PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

1. Karakteristik fisika yang diamati adalah titik keruh, titik keruh minyak ikan hasil pemurnian limbah pengalengan ikan mengalami penurunan dengan penambahan bahan pemucat (arang aktif, bleaching bearth dan zeolit). Penurunan yang paling optimum ditunjukkan pada penggunaan zeolit 5% yaitu dari 73 °C menjadi 61 °C.
2. Karakteristik kimia yang diamati adalah peroksida, bilangan penyabunan, kadar asam lemak bebas dan bilangan iod. Bilangan peroksida mengalami penurunan setelah ditambahkan bahan pemucat, penurunan yang paling optimum pada penggunaan zeolit 5% sebagai bahan pemucat yaitu dari 21,3 mg/g menjadi 13,4 mg/g. Bilangan penyabunan juga mengalami penurunan yaitu dari 116 mg/g menjadi 105 mg/g, sedangkan bilangan iod mengalami kenaikan dari 98,8g/100g menjadi 122 g/100g, dan kadar asam lemak bebasnya turun dari sebesar 3,52 % menjadi 0,60 %.
3. Komposisi yang diamati adalah komposisi asam lemak jenuh dan tak jenuhnya, dengan penambahan bahan pemucat asam lemak jenuh minyak hasil pemurnian mengalami penurunan yaitu dari 42,76 % menjadi 26,44 %, sedangkan asam lemak tak jenuhnya mengalami peningkatan yakni dari 19,42 % menjadi 47,19 %.
4. Pemurnian minyak ikan berpengaruh terhadap kandungan logam yang terdapat dalam minyak ikan. Zeolit 5 % menurunkan kandungan logam Fe dari 10,612 ppm menjadi 4,379 ppm.

5.2 SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan penggunaan bahan pemucat lain misalnya bentonit, atapulgit.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah H. 2007. *Pemurnian Minyak Dari Limbah Pengolahan Ikan* [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ahmadi, Hastuti P, Tranggono. 1997. *Aktivitas Zeolit alam Dan Penggunaannya Untuk Pemurnian Tokoferol Dari Destilat Asam Lemak Minyak Sawit*. Jogja: Program pasca sarjana, Universitas Gadjah Mada.
- Akoh C. 1998. *Food Lipid, Chemistry, Nutrition, and Biotechnologi*. Newyork: Marcel Vekker Inc.
- Andri, H. 2003. *Biokimia Harper*. Jakarta: EGC.
- AOAC. 1984. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist*. Washington: AOAC Int.
- Astawan, M. 1998. *Teknik Ekstraksi dan pemantauan minyak ikan untuk kesehatan*. Jurnal teknologi dan industry pangan vol (IX) : 1. Bogor. Kampus Darmaga Bogor.
- Beran, J. 1994. *Laboratory Manual for Principles of General Chemistry*. Kingsville: Texas A and Muniversity.
- Daman, A. 2008. *Analisis Kadar Asam Lemak Bebas dari Crude Palm Oil (CPO) pada tangki Timbun di PT. Sarana Agro Nusantara* [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatra Utara Medan.
- DeMan, M.J, 1999. *Principles of Food Chemistry. Third Edition*. Aspen Publisher, Inc. Gaithersburg, Maryland.
- Estiasih T. 2009. *Minyak ikan*. Yogyakarta: Graha ilmu.
- Grim, R. E. 1968. *Clay Minerology*. Amerikat Serikat : McGraw-Hill Inc.
- Herlina, N. 2002. *Minyak dan lemak* [skripsi]. Sumatra utara: Fakultas teknik sumatra utara.

- Hilyati. 2005. *Pemurnian Squalane dari Minyak Ikan Hiu dengan Metode Kolom Preparatif*. Jurnal Pusan Penelitian Lipi Vol (2): 1). Banten
- Ketaren, S. 1986. *Teknologi Minyak dan Lemak*. Jakarta : UI Press.
- Kirk, R.E. and D.F. Othmer. 1985. *Consice Encyclopedia of Chemical Technology*.
Di dalam: Ahmadi, pudji hastuti, tranggono. 1997. *Aktivitas Zeolit Dan Penggunaannya Untuk Pemurnian Tokoferol Dan Destilat Asam Lemak Minyak Sawit*. New York.
- Malone, LJ. 1938. *Basic Concepts of Chemistry*. USA: Library of congress Cataloging.
- Priatna, K.Y. 1990. *Studi Pendahuluan Kemungkinan Pemanfaatan Diatome Asal Solo Sebagai Adsorbat Air Nira*. Di dalam Buletin PPTM. Vol (XII): 2. Bandung
- Raharjo, S. 2006. *Kerusakan Oksidatif pada Makanan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Rasyid, A. 2003. *Asam Lemak Omega 3 dari Minyak Ikan*. Oseana vol (XXVIII): 3. Jakarta
- Setiabudi, E. 1990. *Pengaruh Waktu Penyimpanan dan Jenis Filter pada Jumlah Asam Lemak Omega-3 dalam Minyak Limbah Hasil Pengalengan dan Penepungan Ikan Lemuru* [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Sudarmadji, S., Bambang, H, Suhardi. 1997, *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Sulistya, H, Rahayu, S. 2007. *Pemisahan Asam Lemak Tak Jenuh dalam Minyak Nabati dengan eksitasi pelarut dan Hidrolisa Multistage*. Jurnal teknik kimia Vol (6):1. Yogya. Fakultas Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada.
- Swern. D. 1979. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Vol. (I): 4. New York: John Wiley and Sons.

- Syuhuda, Wijaya, R, Rohman, S. 2008. *Modifikasi bentonit (clay) menjadi organoclay dengan penambahan bahan surfaktan*. Jurnal nanosains dan nanotecnologi Vol (2):1.
- Wanasundara, U.N. dan E. Sahidi. 1995. *Storage Stability of Microencapsulation Seal Blubber Oil*. J. Food Lipid (2):73-86
- Young, FVK, 1986. *The refining and hydrogenation of fish oil*. Hertford. United Kingdom.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Pembuatan Larutan

a. Pembuatan larutan KI 15%

Ditimbang dengan tepat 7,4822 g kristal KI kemudian dimasukkan kedalam beaker glass dan dilarutkan dengan sedikit air, Larutan KI tersebut selanjutnya dimasukkan kedalam labu takar volume 50 mL dan ditambahkan aquadest sampai garis tanda kemudian diaduk supaya homogen,

b. Pembuatan larutan pati 1%

Ditimbang dengan tepat 1,0502 g bubuk amilum kemudian dimasukkan kedalam beaker glass dan dilarutkan dengan aquadest hingga volume 100 mL, Larutan dipanaskan sambil diaduk dengan pengaduk magnetik hingga tidak keruh lagi dan kemudian dipindahkan kedalam botol tertutup

c. Pembuatan indikator pp 1%

Ditimbang phenolphthalein sebanyak 1,1055 g lalu dilarutkan dalam 100 mL etanol,

d. Pembuatan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1N

Ditimbang dengan tepat 24,8911 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ kemudian dimasukkan kedalam beaker glass dan dilarutkan dengan sedikit aquadest, Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ tersebut selanjutnya dimasukkan kedalam labu takar volume 1000 mL dan ditambahkan aquadest sampai garis tanda kemudian diaduk supaya homogen,

e. Pembuatan larutan HCl 0,5 N

Sekitar 44,5 mL Asam Klorida (p), dimasukkan ke dalam labu takar ukuran 1000 mL yang sudah berisi aquadest sebanyak 300 mL, Tambahkan aquadest hingga tanda

batas secara pelan-pelan melalui dinding labu untuk menghindari perubahan panas yang berlebihan yang mengakibatkan letupan

f. Pembuatan larutan KOH 0,1 N

Ditimbang KOH sebanyak 6,5012 g dan dilarutkan dengan akuades dalam labu takar 1000 mL sampai garis batas

g. Pembuatan Reagen Yodium-Bromida (Larutan Hanus)

- Yodium Kristal sebanyak 13,615 g ditambah 82,5 mL Asam asetat glasial, kemudian dipanaskan dan diaduk (sampai larut sempurna), Setelah itu didinginkan dan dipipet 25 mL, lalu diencerkan sampai 200 mL, selanjutnya dititrasasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1N (sampai larutan tidak berwarna), Banyaknya $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang diperlukan untuk menitrasi larutan tersebut misal A mL,

- Bromin sebanyak 3 mL dimasukkan dalam 200 mL Asam asetat glasial (dicampur dengan baik), diambil 5 mL kemudian diencerkan sampai 150 mL, kemudian ditambah 10 mL KI 15% dan dititrasasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1N, banyaknya $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang dibutuhkan untuk menitrasi larutan bromin missal B mL,

- Sehingga jumlah larutan bromin yang ditambahkan pada 800 mL larutan yodium adalah: $800 \times \left(\frac{\left(\frac{A}{25} \right)}{\left(\frac{B}{5} \right)} \right)$

- Setelah larutan yodium dicampur dengan larutan bromin, kemudian diencerkan sampai 1 liter dengan Asam asetat glasial,

Lampiran 2 Standarisasi Larutan

a. Standarisasi larutan KOH 0,1 N

0,1137 g Asam oksalat dimasukkan dalam labu takar 25 mL, kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas, Lalu larutan dipindah dalam Erlenmeyer, ditambahkan 3 tetes indikator pp kemudian dititrasi dengan KOH yang akan distandarisasi

$$N \text{ KOH} = \frac{g \text{ asam oksalat} \times 2}{0,126 \times mL \text{ KOH}}$$

$$N \text{ KOH yang diperoleh} = 0,0998 \text{ N}$$

b. Standarisasi larutan HCl 0,5 N

5 mL HCl yang akan distandarisasi ditambahkan 3 tetes indikator pp, kemudian dititrasi dengan KOH hasil standarisasi

$$N \text{ HCl} = \frac{mL \text{ KOH} \times N \text{ KOH}}{mL \text{ HCl}}$$

$$N \text{ HCl yang diperoleh} = 0,5005 \text{ N}$$

c. Standarisasi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N

0,0505 g kalium iodidat (KIO_3) dimasukkan dalam labu takar 100 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda batas, Kemudian larutan dipindah dalam Erlenmeyer, ditambahkan KI 15%, ditambahkan 3,3 mL HCl 2 N dan dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang akan distandarisasi (sampai warna merah hilang), kemudian ditambah 2 mL amilum 1%, lalu dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang akan distandarisasi sampai warna biru hilang,

$$N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{g \text{ KIO}_3}{0,03567 \times mL \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$$

$$N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ yang diperoleh} = 0,1007 \text{ N}$$

Lampiran 3 Gambar Pengambilan Sampel Limbah dari PT. Maya Muncar

a. Gambar penampungan limbah sementara

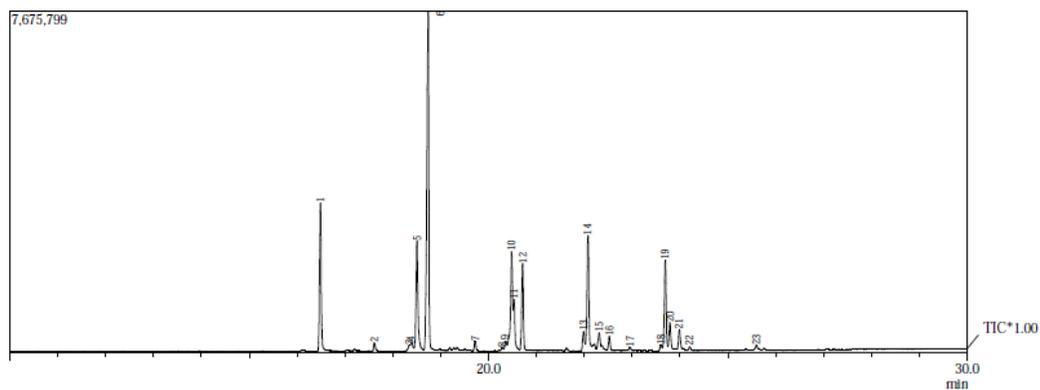


b. Gambar pengambilan sampel limbah minyak ikan



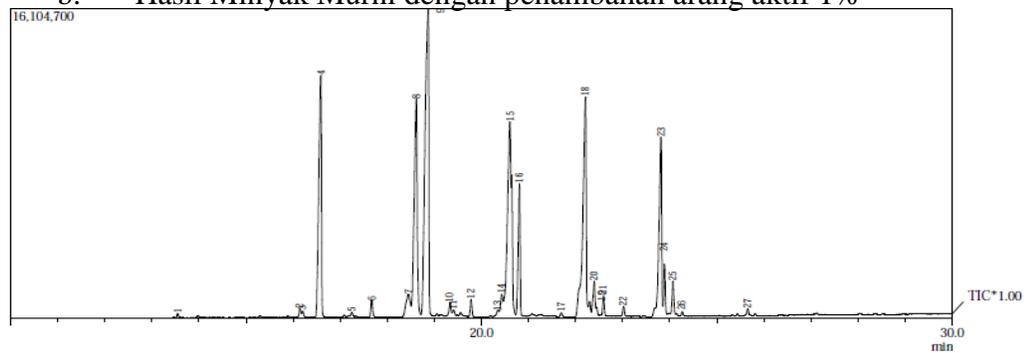
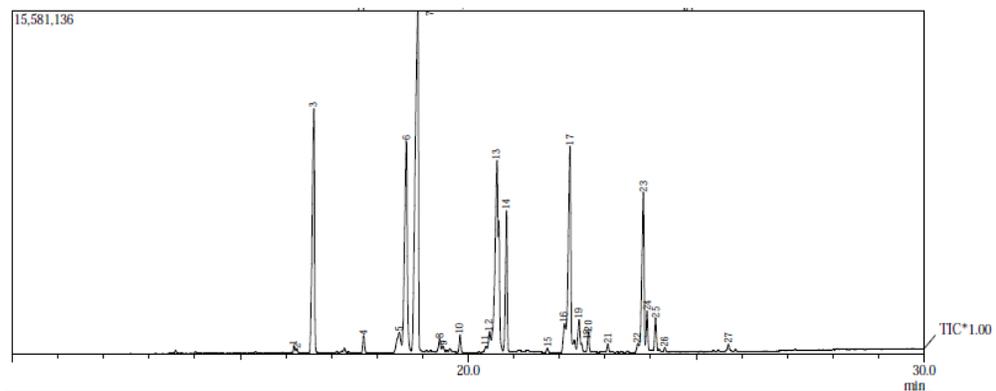
Lampiran 4 , Hasil GC-MS Limbah Sebelum dan Sesudah Pemurnian

a. Kromatogram Limbah



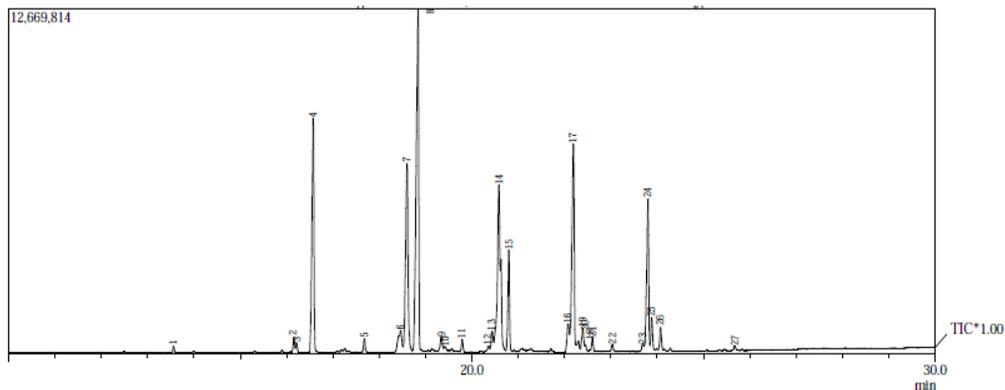
Puncak	Kelimpahan (%)	Senyawa yang mirip
1	11,47	Asam tetradekanoat
5	9,68	Asam 9-heksadekenoat
6	31,29	Asam heksadekanoat
10	9,67	Asam 10-oktadekenoat
11	3,27	Asam 16-oktadekenoat
12	6,61	Asam Nonadekanoat
13	1,60	Asam 5,8,11,14,17-eikosapentaenoat
14	9,37	Asam 5,8,11,14,17-eikosapentaenoat
15	1,31	Asam 9-oktadekenoat
16	1,03	Asam oktadekanoat
19	7,14	Asam 5,8,11,14,17-eikosapentaenoat
20	1,87	Asam 5,8,11,14,17-eikosapentaenoat
21	1,58	Asam 9-dokosenoat

b. Hasil Minyak Murni dengan penambahan arang aktif 1%

c. Kromatogram Minyak Murni Dengan Penggunaan *Bleaching Earth* 5%,

Puncak	Kelimpahan (%)	Senyawa yang mirip
3	12,29	Asam tetradekanoat
5	1,63	Asam heksadekanoat
6	12,20	Asam 9-heksadekanoat
7	23,45	Asam heksadekanoat
13	15,31	Asam 9-oktadekanoat
14	5,24	Asam 9-oktadekanoat
16	1,42	Asam 5,8,11,14-eikosatetraenoat
17	10,90	Asam 5,8,11,14-eikosatetraenoat
19	1,44	Asam 9-oktadekanoat
23	7,63	Asam 5,8,11,14,17-eikosapentaenoat
24	1,36	Asam 5,8,11,14,17-eikosapentaenoat
25	1,16	Asam 10-nonadekanoat

d. Hasil kromatogram Minyak Murni dengan penggunaan zeolit 5%,



Puncak	Kelimpahan (%)	Senyawa Yang Mirip
4	12,60	Asam tetradekanoat
6	2,06	Asam 7,10,13-heksadekatrienoat
7	12,16	Asam 8-heksadekanoat
8	22,78	Asam 9-heksadekanoat
13	1,07	Asam 5,11,14,17-eikosatetraenoat
14	13,84	Asam oktadekanoat
15	4,25	Asam oktadekanoat
16	1,71	Asam 5,8,11,14-eikosatetraenoat
17	12,25	Asam 5,8,11,14-eikosatetraenoat
19	1,12	Asam 13-dokosenoat
24	8,16	Asam 5,8,11,14,17-eikosapentaenoat
25	1,39	Asam 5,8,11,14,17-eikosapentaenoat

Lampiran 5, Hasil Analisis Logam Limbah Sebelum dan Sesudah Dimurnikan

Perlakuan	Logam	Hasil Pengukuran (ppm)		
		1	2	3
Limbah Awal	Cu	0,144	0,144	0,144
	Fe	10,932	10,517	10,392
	Mn	0,217	0,259	0,217
<i>Bleaching Earth 5%</i>	Cu	ttd	ttd	Ttd
	Fe	7,613	7,613	7,405
	Mn	ttd	ttd	Ttd
zeolit 5 %	Cu	ttd	ttd	Ttd
	Fe	4,272	5,089	4,857
	Mn	ttd	ttd	Ttd
Arang aktif 1 %	Cu	ttd	ttd	Ttd
	Fe	9,065	9,065	8,650
	Mn	ttd	ttd	Ttd

*ttd : tidak terdeteksi

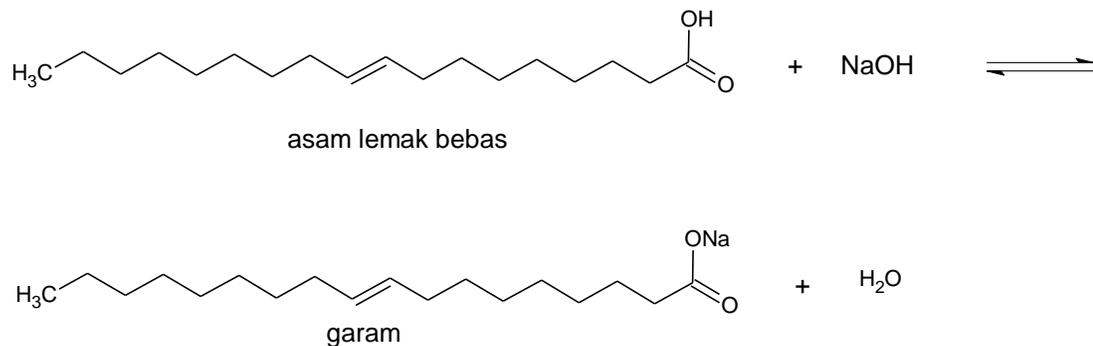
*batas minimum 0,002 ppm

Lampiran 6 perhitungan keperluan NaOH untuk netralisasi

Jumlah sampel = 298,6 g

Jumlah Asam Lemak Bebas = $\frac{3,15}{100} \times 298,5 \text{ g} = 9,45 \text{ g}$

Jumlah NaOH untuk menetralkan 1 kg Asam lemak bebas (sebagai Asam oleat $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$) = 0,142 kg NaOH = 142 g



1 mol $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2 \sim 1 \text{ mol NaOH}$

Sehingga untuk menetralkan 1kg $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$

$$\frac{1}{282} \times 40 = 0,142 \text{ Kg} = 142 \text{ g}$$

Jumlah NaOH untuk menetralkan 9,45 gram (sebagai Asam oleat $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$) Asam lemak bebas = $\frac{9,45}{1000} \times 142 = 1,3419 \text{ g}$

Ekses NaOH 0,15 % = $\frac{0,15}{100} \times 298,5 = 0,45 \text{ g}$

Total NaOH = 0,45 g + 1,3419 g = 1,7919 g

- Larutan NaOH 20^o Be yang diperlukan untuk menetralkan 3,15 g Asam lemak bebas = $\frac{1,7919}{16,7} \times 100 = 10,73 \text{ mL}$

Lampiran 7 Hasil Titrasi

a. Bilangan peroksida

Bahan pemucat	Konsentrasi bahan pemucat	Volume Na ₂ S ₂ O ₃ (mL)			Rata- rata	Standart deviasi
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
zeolit	1 %	0,50	0,45	0,40	0,45	0,05
	3 %	0,45	0,35	0,40	0,40	0,05
	5 %	0,35	0,40	0,35	0,37	0,03
Arang aktif	1 %	0,45	0,45	0,40	0,40	0,05
	3 %	0,45	0,40	0,40	0,42	0,03
	5 %	0,45	0,45	0,40	0,43	0,03
<i>Bleaching earth</i>	1 %	0,50	0,45	0,40	0,45	0,05
	3 %	0,45	0,45	0,40	0,43	0,03
	5 %	0,40	0,40	0,45	0,42	0,03

$$\text{bilangan peroksida} = \frac{(0,45-0,20)\text{mL} \times 0,1007 \text{ N} \times 8 \times 100}{1,1251 \text{ (gram)}} = 20,1\text{mg/g}$$

Bahan pemucat	Konsentrasi bahan pemucat	Volume HCl (mL)			Rata- rata	Standart deviasi
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
Zeolit	1 %	1,06	1,06	1,08	1,07	0,01
	3 %	1,38	1,34	1,36	1,36	0,02
	5 %	1,42	1,42	1,44	1,43	0,01
Arang aktif	1 %	1,26	1,24	1,26	1,25	0,01
	3 %	1,18	1,20	1,20	1,19	0,01
	5 %	1,18	1,12	1,16	1,15	0,03
<i>Bleaching earth</i>	1 %	1,20	1,18	1,18	1,19	0,01
	3 %	1,30	1,30	1,28	1,29	0,01
	5 %	1,36	1,38	1,36	1,37	0,01

$$\text{Bilangan penyabunan} = \frac{28,05 \times (5,20 - 1,070)}{1,0575 \text{ (g)}} = 116 \text{ mg/g}$$

b. Kadar Asam lemak bebas

Bahan pemucat	Konsentrasi bahan pemucat	Volume KOH (mL)			Rata- rata	Standart deviasi
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
Zeolit	1 %	1,44	1,42	1,44	1,43	0,01
	3 %	1,22	1,22	1,12	1,19	0,01
	5 %	0,88	0,92	0,94	0,91	0,03
Arang aktif	1 %	2,02	2,02	2,04	2,03	0,01
	3 %	2,18	2,12	2,02	2,11	0,01
	5 %	2,18	2,22	2,22	2,21	0,02
<i>Bleaching earth</i>	1 %	1,88	1,92	1,92	1,91	0,02
	3 %	1,68	1,66	1,68	1,67	0,01
	5 %	1,58	1,62	1,56	1,59	0,03

$$\text{Kadar asam lemak bebas} = \frac{1,43 \text{ mL} \times 0,0998 \times 330}{10 \times 5,0445 \text{ gram}} = 0,94 \%$$

c. Bilangan iod

Bahan pemucat	Konsentrasi bahan pemucat	Volume Na ₂ S ₂ O ₃ (mL)			Rata- rata	Standart deviasi
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
Zeolit	1 %	7,05	7,15	7,15	7,11	0,03
	3 %	7,05	7,69	7,00	6,98	0,03
	5 %	6,80	6,85	6,80	6,82	0,03
Arang aktif	1 %	7,30	7,35	7,35	7,33	0,03
	3 %	7,35	7,35	7,45	7,38	0,03
	5 %	7,50	7,45	7,50	7,48	0,03
<i>Bleaching earth</i>	1 %	7,30	7,35	7,30	7,32	0,03
	3 %	7,25	7,20	7,25	7,23	0,03
	5 %	7,25	7,15	7,15	7,18	0,03

$$\text{Bilangan iod} = \frac{(16,50 - 7,11)}{0,1147(\text{gram})} \times 0,1007 \times 12,69 = 118 \text{ g/100g}$$

Bahan pemucat	Kadar bahan pemucat	Bilangan penyabunan	Bilangan peroksida	Kadar Asam lemak bebas	Bilangan iod
	1 %	116	20,1	0,94	118
Zeolit	3 %	108	16,1	0,78	119
	5 %	106	13,4	0,60	122
Arang aktif	1 %	111	16,1	1,34	115
	3 %	112	17,5	1,39	114
	5 %	114	18,8	1,45	113
<i>Bleaching earth</i>	1 %	113	20,1	1,26	116
	3 %	110	18,8	1,10	117
	5 %	108	17,5	1,05	117