

**STUDI EKSTRAKSI DAN PENENTUAN SIFAT FISIKO-KIMIA
SERTA KOMPOSISI ASAM LEMAK PENYUSUN
TRIGLISERIDA DARI MINYAK BIJI PEPAYA (*Carica papaya*)**

RIZKI APRIANI

0304030472



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
2008**

**STUDI EKSTRAKSI DAN PENENTUAN SIFAT FISIKO-KIMIA
SERTA KOMPOSISI ASAM LEMAK PENYUSUN
TRIGLISERIDA DARI MINYAK BIJI PEPAYA (*Carica papaya*)**

Skripsi diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Oleh:

RIZKI APRIANI

0304030472



DEPOK

2008

SKRIPSI : STUDI EKSTRAKSI DAN PENENTUAN SIFAT FISIKO-KIMIA
SERTA KOMPOSISI ASAM LEMAK PENYUSUN
TRIGLISERIDA DARI MINYAK BIJI PEPAYA (*Carica Papaya*)

NAMA : RIZKI APRIANI

NPM : 0304030472

SKRIPSI INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI

DEPOK, JULI 2008

Pembimbing I

Pembimbing II

(Prof. Dr. Wahyudi Priyono Suwarso)

(Drs. Sultan Badjri M. Si)

Tanggal lulus Ujian Sidang Sarjana : 15 Juli 2008

Penguji I : Prof. Dr. Soleh Kosela

Penguji II : Drs. Riswiyanto M.Si

Penguji III : Prof. Dr. Endang Asijati.....

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah yang berjudul "*Studi Ekstraksi dan Penentuan Sifat Fisiko-Kimia serta Komposisi Asam Lemak Penyusun Triglicerida dari Minyak Biji Pepaya (Carica papaya)*".

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih yang tidak terhingga kepada Bapak Prof. Dr. Wahyudi Priyono Suwarso selaku pembimbing I dan Bapak Drs. Sultan Badjri M. Si. selaku pembimbing II, yang telah membimbing penulis hingga menyelesaikan karya ilmiah ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ridla Bakri, selaku Ketua Departemen Kimia FMIPA UI, yang telah memberikan kesempatan dan sarana untuk menyelesaikan karya ilmiah ini, sekaligus selaku pembimbing akademik yang senantiasa membimbing, dan memotivasi penulis.
2. Ibu Tresye Utari selaku ketua koordinator penelitian, yang telah memberikan kesempatan dan sarana untuk menyelesaikan karya ilmiah ini.
3. Seluruh Pengajar dan Staf Departemen Kimia (Pak Amin, Pak Sukiri, Pak Hedi, Pak Marji, Mbak Emma, Mbak Tri, Mbak Ina, dan Mbak

Cucu), yang telah membantu penulis dalam penelitian dan menyelesaikan karya ilmiah ini.

4. Orang Tua (Bapa, Mama) tercinta dan Kakak-kakak (Teh Heidi, A' Toni, Teh Reni dan A' Boy), yang telah memberikan dorongan baik moril maupun materiil, doa, semangat, dan motivasi hingga selesainya karya ilmiah ini.
5. Ima atas kebersamaan, bantuan selama penelitian, dan kesabarannya dalam penelitian hingga selesainya karya ilmiah ini.
6. Teman-teman seperjuangan di lab penelitian organik dan fisik serta teman-teman angkatan 2004 lainnya yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu, atas kebersamaan dan kenangan yang tidak terlupa, semoga sukses untuk kalian semua.
7. Salman, Citra, Mirza, dan Retno, yang selalu bersedia mendengar keluh kesah penulis selama penelitian dan memberi dorongan moril pada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam karya ilmiah ini tidak terlepas dari kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran bagi penyempurnaan karya ilmiah ini. Akhirnya penulis berharap semoga karya ilmiah ini dapat berguna bagi pembaca serta bagi perkembangan ilmu pengetahuan dalam bidang kimia.

Depok, Juli 2008

Penulis

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai sifat fisiko-kimia dan komposisi asam lemak penyusun trigliserida dari minyak biji pepaya (*Carica papaya*). Biji pepaya yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari suatu perkebunan pepaya di daerah Cihideung, Bogor. Ekstraksi minyak biji pepaya dilakukan dengan menggunakan peralatan ekstraksi Soxhlet dengan pelarut *n*-heksana. Hasil ekstraksi yang diperoleh berupa minyak yang berwarna kuning kemerahan setelah dimurnikan dan memiliki kadar sebesar 26,7% dari berat kering biji pepaya. Komposisi asam lemak penyusun trigliseridanya ditentukan dengan alat Kromatografi Gas. Dari hasil analisis Kromatografi Gas, diketahui bahwa komposisi asam lemak penyusun trigliserida minyak biji pepaya adalah asam kaprilat (0,35%), asam kaprat (0,08%), asam laurat (0,07%), asam miristat (0,1%), asam palmitat (20,3%), asam stearat (3,33%), asam oleat (66,1%), asam linoleat (8,99%), dan asam linolenat (0,61%).

Kata Kunci: *Carica papaya*, minyak biji pepaya, asam lemak, sifat fisiko-kimia

x + 74 hlm.; gbr.; lamp.; tab

Bibliografi : 25 (1978-2007)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I: PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Metode Penelitian	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Hipotesis	5
BAB II: TINJAUAN PUSTAKA	6
2. 1. Tata Nama Tanaman	6
2. 2. Morfologi Tanaman	7
2. 3. Ekologi dan Penyebarannya	9
2. 3. 1. Batasan-batasan Biofisika.....	9
2. 3. 2. Habitat Alami.....	9
2. 3. 3. Reproduksi / Perkembangan Biologis	10
2.4 Kegunaan	11
2. 5. Minyak dan Lemak.....	12

2. 6. Sumber Minyak dan Lemak	13
2. 7. Komposisi Minyak dan Lemak	14
2. 7. 1. Trigliserida	14
2. 7. 2. Asam Lemak	15
2. 8. Proses Pembentukan Minyak dan Lemak.....	18
2. 9. Pengolahan Minyak dan Lemak.....	19
2. 9. 1. Ekstraksi	19
2.10. Pemurnian Minyak Hasil Ekstraksi.....	22
2.11. Karakteristik Minyak.....	23
2.12. Kromatografi Gas.....	25
BAB III METODE PENELITIAN	28
3. 1. Bahan dan Alat	28
3. 1. 1. Bahan	28
3. 1. 2. Alat	29
3.2 Prosedur Kerja.....	30
3. 2. 1. Ekstraksi Minyak Biji Pepaya	30
3. 2. 2. Pemurnian Minyak Hasil Ekstraksi Biji Pepaya.....	30
3. 2. 2. 1. Tahap Netralisasi.....	30
3. 2. 2. 2. Tahap Pemucatan (<i>Bleaching</i>)	31
3. 2. 3. Karakterisasi Minyak Hasil Ekstraksi Biji Pepaya	31
3. 2. 3. 1. Penentuan Berat Jenis.....	31
3. 2. 3. 2. Penentuan Indeks Bias	32
3. 2. 3. 3. Penentuan Titik Leleh	33

3. 2. 3. 4. Penentuan Angka Asam	33
3. 2. 3. 5. Penentuan Angka Penyabunan	34
3. 2. 3. 6. Penentuan Materi Tidak Tersabunkan	35
3. 2. 3. 7. Penentuan Angka Peroksida	37
3. 2. 3. 8. Penentuan Angka Iod	37
3. 2. 4. Penentuan Komposisi Asam Lemak	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Berat Minyak Hasil Ekstraksi	40
4.2 Proses Pemurnian Minyak Hasil Ekstraksi Biji Pepaya	41
4.2.1 Tahap Netralisasi	41
4.2.2 Tahap Pemucatan	42
4.3 Sifat Fisiko-Kimia Minyak Biji Pepaya	43
4.3.1 Bentuk Fisik	43
4.3.2 Warna Minyak	44
4.3.3 Berat Jenis	44
4.3.4 Indeks Bias	45
4.3.5 Titik Leleh	46
4.3.6 Angka Asam	47
4.3.7 Angka Penyabunan	49
4.3.8 Materi Tidak Tersabunkan	50
4.3.9 Angka Peroksida	51
4.3.10 Angka Iod	52
4.4 Komposisi Asam Lemak Penyusun Trigliserida	53

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN	

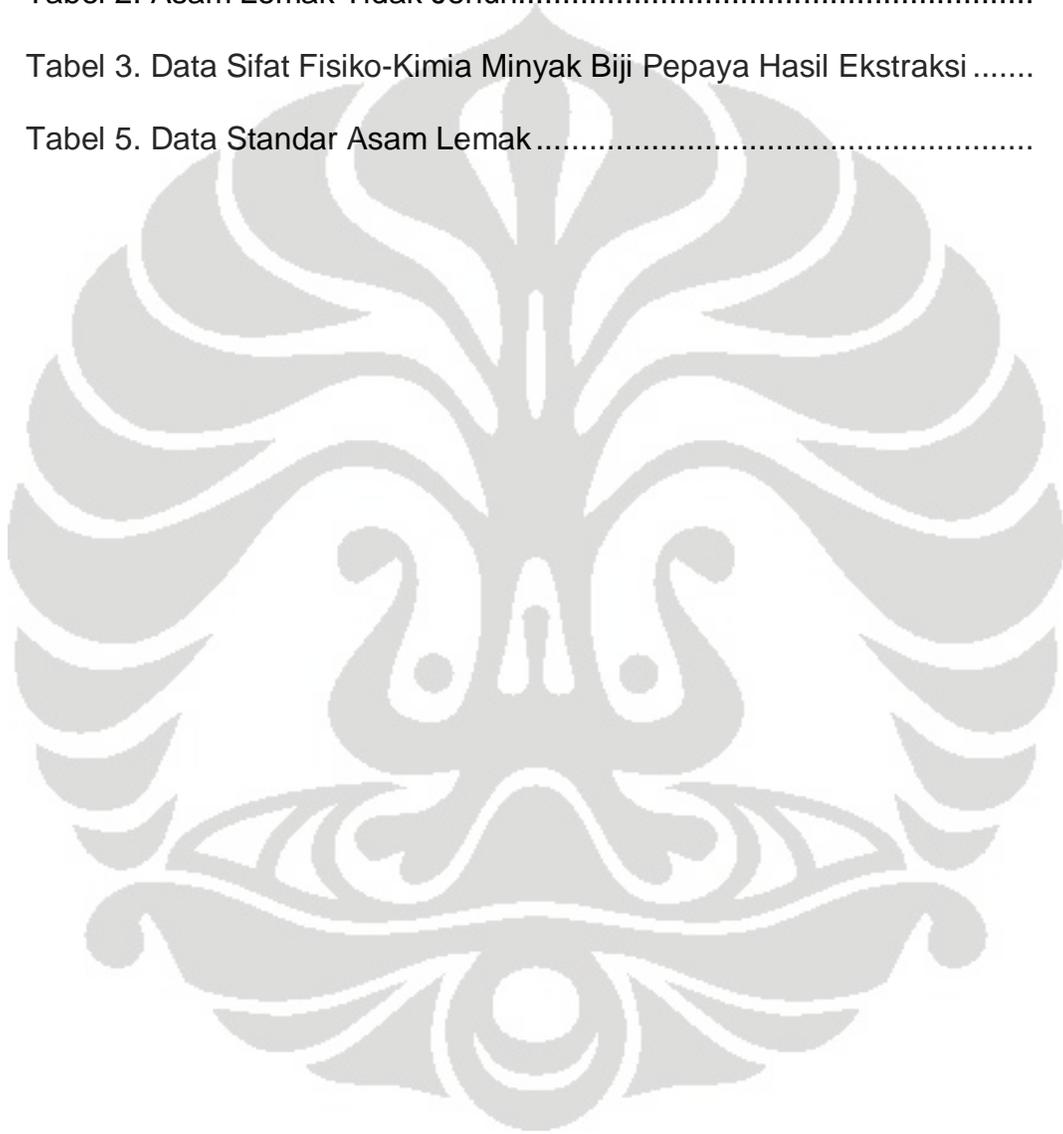


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pohon dan Buah Pepaya	8
Gambar 2. Biji Pepaya Kering.....	9
Gambar 3. (a) Trigliserida; (b) Digliserida; (c) Monogliserida.....	15
Gambar 4. Peralatan Kromatografi Gas.....	27
Gambar 5. Serbuk Biji Pepaya Kering	40
Gambar 6. Perbandingan Minyak Tidak Murni dengan Minyak Murni	44
Gambar 7. Kromatogram Gas Standar Asam Lemak	54
Gambar 8. Kromatogram Gas Asam Lemak Minyak Biji Pepaya.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Asam Lemak Jenuh	16
Tabel 2. Asam Lemak Tidak Jenuh.....	17
Tabel 3. Data Sifat Fisiko-Kimia Minyak Biji Pepaya Hasil Ekstraksi	43
Tabel 5. Data Standar Asam Lemak.....	55



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Bagan Kerja	62
Lampiran 2. Kebun Pepaya di Cihideung, Bogor	63
Lampiran 3. Kromatogram Gas Analisa Komposisi Asam Lemak Penyusun Trigliserida Minyak Biji Pepaya	64
Lampiran 4. Hasil Analisa Komposisi Asam Lemak Penyusun Trigliserida Minyak Biji Pepaya.....	65
Lampiran 5. Pengolahan Data	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak nabati telah banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan pangan maupun nonpangan. Minyak nabati umumnya merupakan sumber asam lemak jenuh dan tidak jenuh, yang beberapa di antaranya merupakan asam lemak esensial, misalnya asam linoleat, linolenat dan asam arakhidonat, yang sangat bermanfaat bagi kesehatan. Di samping penggunaannya sebagai bahan pangan, minyak dan lemak berfungsi sebagai bahan pembuat sabun, bahan pelumas (misalnya minyak jarak), obat-obatan (misalnya minyak ikan), sebagai pengkilap cat, dan bahan biodiesel.¹ Sumber minyak nabati yang sering dimanfaatkan adalah yang bersumber dari biji-bijian yang disumbang sebagian besar oleh minyak kedelai, sawit, "rape seed" dan biji bunga matahari.²

Salah satu sumber minyak nabati yang pemanfaatannya belum maksimal adalah minyak nabati yang berasal dari biji buah-buahan, misalnya biji pepaya. Buah pepaya biasanya hanya dimanfaatkan buahnya saja untuk dikonsumsi. Bijinya seringkali terbuang begitu saja dan menumpuk tanpa pemanfaatan yang maksimal.

Pepaya (*Carica papaya L.*) merupakan salah satu buah yang telah lama dikenal berkembang luas di Indonesia. Dalam kehidupan sehari-hari,

pepaya sangat dikenal semua lapisan masyarakat. Buah pepaya telah lama dimanfaatkan sebagai bahan makanan. Buah matangnya sangat digemari sebagai buah meja dan sering dihidangkan sebagai buah pencuci mulut, karena cita rasanya yang enak, relatif tinggi kandungan nutrisi dan vitamin serta fungsinya dalam melancarkan pencernaan.

Selain dikonsumsi sebagai "buah segar", pepaya juga dapat diolah menjadi berbagai bentuk makanan dan minuman yang diminati pasar luar negeri seperti olahan puree, pasta pepaya, manisan kering, manisan basah, saus pepaya, dan jus pepaya. Pepaya juga sering dipakai sebagai bahan pencampur dan pengental dalam industri saus tomat atau saus cabai.

Selain buah, bagian tanaman pepaya lainnya dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan mulai sebagai bahan makanan dan minuman, obat tradisional, pakan ternak, industri penyamakan kulit, kosmetik, dan sebagainya. Bahkan bijinyapun dapat diolah lebih lanjut menjadi minyak dan tepung. Terdapat beberapa penelitian yang pernah dilakukan mengenai kandungan minyak pada biji pepaya. Penelitian tersebut antara lain:

1. **Composition of Papaya Seeds** (1978) oleh Chan, Heu, Tang, Okazaki, Ishizaki dari USDA Hawaii Fruit Lab., dan University of Hawaii, Honolulu. Pada penelitian ini diketahui kandungan minyak pada biji pepaya yang berasal dari limbah industri *puree* buah pepaya di Hawaii adalah sebesar 22%.³

2. **Properties of *Carica papaya* L. (Papaya) Seed Oil Following Extractions Using Solvent and Aqueous Enzymatic Methods**

(2005) oleh Puangsri, Abdulkarim, Ghazali, dari Department of Biotechnology Faculty of Food Science and Biotechnology University Putra Malaysia, Malaysia. Penelitian ini membandingkan sifat fisiko-kimia minyak biji pepaya yang diperoleh melalui 2 metode yang berbeda, yaitu ekstraksi pelarut dengan petroleum eter dan metode larutan enzimatik. Dari penelitian ini diketahui bilangan iod, bilangan penyabunan dan materi tidak tersabunkan dari minyak yang diperoleh dengan ekstraksi pelarut adalah berturut-turut sebesar 66.0, 154.7, dan 1.39%. Sedangkan nilai yang diperoleh dari metode larutan enzimatik adalah pada kisaran 66.2–69.3, 154.2–161.7, dan 2.07 - 2.90%. Warna minyak biji pepaya yang dihasilkan adalah kuning kemerahan. Komposisi asam lemak penyusun trigliserida minyak biji pepaya, dari dua metode tersebut menunjukkan hasil yang sama, yaitu asam oleat (72–78%), asam palmitat (12–14%), asam stearat (4–5%) dan asam linoleat (2.5–3.5%).⁴

3. **Lipid Classes, Fatty Acids and Triglycerides in Papaya Seed Oil**

(2006) oleh Nguyen, Tarandjiiska dari Institute of Organic Chemistry with Centre of Phytochemistry, Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaria. Dari penelitian ini diketahui bahwa kandungan minyak pada biji pepaya yang ditanam di Vietnam adalah sebesar 28% dari berat kering biji pepaya. Komposisi asam lemak dan trigliserida minyak biji

pepaya hampir sama dengan minyak zaitun (olive oil) dan merupakan sumber bahan alam yang bagus.⁵

Penelitian-penelitian tersebut mengambil sampel biji pepaya yang berbeda-beda, sehingga hasilnya pun menunjukkan perbedaan. Perbedaan ini berkaitan dengan keadaan alam dimana pepaya itu ditanam. Pembudidayaan pepaya di Indonesia cukup banyak sehingga potensi pengolahan biji pepaya lebih lanjut cukup baik, dimana biji pepaya diharapkan dapat memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi.

1.2 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, minyak biji pepaya (*Carica papaya*) diperoleh dengan cara ekstraksi sinambung menggunakan Soxhlet, dan pelarut yang digunakan adalah *n*-heksana. Hasil ekstraksi yang berupa minyak dianalisis berat jenis, indeks bias, titik leleh, angka asam, angka penyabunan, angka iod, angka peroksida, materi tak tersabunkan, dan komposisi asam lemak penyusun trigliserida.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh minyak hasil ekstraksi biji pepaya, yang kemudian ditentukan karakteristik minyak biji pepaya, meliputi sifat fisiko-kimia ekstrak minyak biji pepaya (*Carica papaya*) serta komposisi asam-asam lemak penyusun trigliseridanya.

1.4 Hipotesis

Biji pepaya diduga mengandung minyak dan komponen utama asam lemak dalam minyak biji pepaya adalah asam lemak tidak jenuh. Sifat fisiko-kimia minyak dipengaruhi oleh komposisi asam lemak penyusun trigliseridanya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tata Nama Tanaman^{6,7}

Tata nama tanaman pepaya (*Carica papaya*) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheophyta
Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Brassicales
Famili	: Caricaceae
Genus	: <i>Carica</i>
Jenis	: <i>Carica papaya</i> Linn.
Nama Umum	: Pepaya (Indonesia) Papaw (Inggris) Kapayas (Filipina) Malakau (Thailand) đu đu (Vietnam)

2.2 Morfologi Tanaman^{7,8}

Pepaya merupakan tumbuhan yang berbatang tegak dan basah. Tinggi pohon pepaya dapat mencapai 8 sampai 10 meter dengan akar yang kuat. Akar tanaman ini berjenis tunggang bercabang dan berwarna putih kekuningan. Batangnya berbentuk silindris, dikelilingi oleh parutan yang menonjol, tidak berkayu, berongga, dan mengandung getah susu yang berbau tajam. Daun pepaya berwarna hijau, berdiameter 25-75 cm, dan panjang tangkai 25-100 cm. Helaian daunnya berbentuk bintang dengan pertulangan menjari (menyerupai telapak tangan manusia), ujungnya runcing dan tepi bergerigi. Apabila daun pepaya tersebut dilipat menjadi dua bagian persis di tengah, akan nampak bahwa daun pepaya tersebut simetris.

Tanaman pepaya berbunga tunggal, bentuk bunga seperti bintang yang terletak di ketiak daun. Pepaya merupakan tanaman *monodioecious* (berumah tunggal sekaligus berumah dua) dengan 3 kelamin : tumbuhan jantan, betina dan hermafrodit. Bunga jantan terletak pada tandan yang serupa malai, kelopak kecil, kepala sari bertangkai pendek atau duduk, dan berwarna kuning, sedangkan mahkotanya berbentuk terompet dengan tepi bertajuk lima, bertabung panjang, dan berwarna putih kekuningan. Bunga betina berdiri sendiri dengan mahkota lepas, memiliki lima kepala putik yang bertangkai pendek atau duduk, dan bakal buah beruang satu, serta berwarna putih kekuningan. Buahnya yang masak berwarna kuning kemerahan.

Tanaman pepaya hermafrodit memiliki bunga yang sempurna, yaitu terdiri dari putik betina di bawah dan kepala sari jantan di atas.

Bentuk buah membulat bila berasal dari tanaman betina dan memanjang (oval) bila dihasilkan tanaman hermafrodit. Tanaman hermafrodit lebih disukai dalam budidaya, karena dapat menghasilkan buah lebih banyak dan buahnya lebih besar. Kulit buah berwarna hijau ketika masih muda dan setelah tua berwarna jingga kekuningan. Daging buah pepaya yang sudah masak berwarna jingga kemerahan, dan memiliki rongga dalam yang berbentuk bintang apabila penampang buahnya dipotong melintang. Pada bagian yang berongga terdapat biji-biji yang berwarna hitam yang terbungkus selaput berlendir (pulp) yang berfungsi mencegahnya dari kekeringan. Ketika masih muda, biji ini berwarna putih, setelah tua biji berwarna hitam.



Gambar 1. Pohon dan Buah Pepaya



Gambar 2. Biji Pepaya Kering

2.3 Ekologi dan Penyebarannya

2.3.1 Batasan-Batasan Biofisika⁸

Tanaman pepaya tumbuh subur di tanah yang gembur. Tanaman ini sangat mudah tumbuh di daerah yang beriklim tropis, karena pepaya memerlukan paparan sinar matahari yang cukup banyak. Jika kekurangan paparan sinar matahari, maka buah yang akan dihasilkan rasanya tidak terlalu manis. Selain itu, tanaman pepaya memerlukan curah hujan yang cukup agar dapat berbuah dengan baik. Tanaman pepaya tidak dapat bertahan pada keadaan suhu yang sangat rendah.

2.3.2 Habitat Alami⁹

Pepaya merupakan tanaman buah yang berasal dari Amerika Tengah dan Hindia Barat, bahkan kawasan sekitar Meksiko dan Costa Rica.

Tanaman pepaya banyak ditanam orang, baik di daerah tropis maupun subtropis, di daerah basah dan kering atau di dataran rendah dan pegunungan (sampai 1000 m dpl).

Di Amerika, tanaman pepaya dibudidayakan di Hawaii, California bagian selatan dan Florida Selatan. Di Indonesia tanaman pepaya tersebar dimana-mana, bahkan telah menjadi tanaman perkarangan. Sentra penanaman buah pepaya di Indonesia adalah daerah Jawa barat (Kabupaten Sukabumi), Jawa Timur (Kabupaten Malang), Yogyakarta (Sleman), Lampung Tengah, Sulawesi Selatan (Toraja), Sulawesi Utara (Manado).

2.3.3 Reproduksi / Perkembangan Biologis^{8,9}

Pepaya merupakan tanaman berumah tunggal atau berumah dua sehingga terdiri atas 3 kelamin, yaitu jantan, betina, dan hermafrodit. Biasanya bunga jantan dan betina tidak dapat dibedakan, namun sekitar 6 bulan setelah perkecambahan baru terlihat perbedaannya. Bunga jantan lebih tipis dan menempel pada tangkai yang pendek, sedangkan bunga betina lebih lebar dan menempel langsung pada batang. Proses penyerbukan kemungkinan melalui bantuan angin karena tepung sari yang dihasilkan banyak dan ringan, namun tidak menutup kemungkinan penyerbukan dilakukan dengan bantuan manusia untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Pepaya biasanya diperbanyak melalui biji, karena memerlukan waktu 3-5 minggu untuk berkecambah. Untuk memperoleh hasil yang lebih baik,

terkadang dilakukan persilangan beda jenis dengan cara pencangkakan atau okulasi.

2.4 Kegunaan

Pepaya dibudidayakan untuk dimanfaatkan buahnya. Buah pepaya dikonsumsi secara langsung, karena segar dan bergizi. Buah pepaya mengandung $\pm 90\%$ air, sehingga banyak vitamin (terutama vitamin C) dan mineral yang terlarut di dalamnya. Kandungan vitamin C pada pepaya diketahui lebih tinggi daripada jeruk. Selain buahnya, daun pepaya muda juga dapat dimasak dan dikonsumsi sebagai sumber serat yang dapat melancarkan pencernaan. Daun pepaya juga dapat digunakan sebagai pengganti sabun yang dapat menghilangkan noda. Ekstrak buah dan bijinya, diketahui memiliki aktifitas antibakterial melawan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherischia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Shigella flexneri*.¹⁰

Batang, daun, dan buah pepaya mengandung getah berwarna putih, yang mengandung enzim pemecah protein atau proteolitik dan populer dengan sebutan *papain*. Enzim papain memiliki banyak kegunaan baik dalam industri, farmasi maupun rumah tangga.

Manfaat pertama papain adalah pelunak daging. Daging dari hewan tua dan bertekstur, dapat menjadi lunak. Papain juga banyak digunakan sebagai bahan aktif dalam preparat farmasi, seperti obat gangguan pencernaan, dispesia, dan obat cacing. . Selain itu, papain juga berperan

dalam industri kosmetika yang banyak digunakan saat ini adalah bahan aktif untuk krim, pembersih kulit muka. Hal ini dikarenakan, papain dapat melarutkan sel-sel mati yang melekat pada kulit dan sukar terlepas secara fisik. Noda dan flek di wajah dapat dikikis oleh papain hingga menjadi mulus dan bersih.

Papain berperan penting dalam industri bir di Amerika. Pada suhu rendah, protein-protein (senyawa polifenol-protein) yang terlarut dalam bir, dapat terendapkan menjadi padatan berkabut, sehingga mengurangi mutu bir. Penambahan papain sebelum pembotolan, berfungsi untuk mendegradasi protein-protein tersebut menjadi peptida-peptida berbobot molekul rendah, sehingga produk tetap stabil dan jernih. Pada industri penyamakan kulit, papain sering digunakan untuk melembutkan kulit. Sementara itu, perlakuan hidrolisis parsial menggunakan papain dapat membuat wool berkilau seperti sutra, sehingga meningkatkan mutu dan nilai tambah.¹¹

2.5 Minyak dan Lemak¹²

Lipida merupakan senyawa makromolekul yang terdapat pada semua makhluk hidup, baik tingkat tinggi maupun bersel tunggal, dengan fungsi biologis tertentu.² Lipida tidak dapat larut dalam air, tetapi dapat larut dalam pelarut organik seperti hidrokarbon, eter, kloroform, dan benzena. Minyak dan lemak termasuk golongan lipida. Minyak dan lemak adalah trigliserida, atau triasilgliserol, kedua istilah ini berarti triester dari gliserol. Perbedaan

antara lemak dan minyak adalah berdasarkan sifat fisiknya, yaitu pada suhu ruang, minyak berwujud cair sedangkan lemak berwujud padat.

2.6 Sumber Minyak dan Lemak¹

Minyak dan lemak dapat diklasifikasikan berdasarkan sumbernya, sebagai berikut:

- Bersumber dari hewan (minyak dan lemak hewani)

Lemak hewani mengandung banyak sterol yang disebut kolesterol. Lemak hewani ini biasanya berasal dari lemak hewan darat yaitu lemak susu, lemak sapi, lemak babi, dan lainnya. Sedangkan minyak hewani biasanya berasal dari hasil laut, seperti minyak ikan cod, minyak ikan paus, minyak ikan herring, dan lainnya.

- Bersumber dari tumbuhan (minyak dan lemak nabati)

Lemak nabati mengandung fitosterol dan lebih banyak mengandung asam lemak tidak jenuh, sehingga umumnya berbentuk cair. Minyak nabati dapat dibedakan atas tiga golongan, yaitu:

- a. *Drying oil*, yaitu minyak yang akan membentuk lapisan keras bila mengering di udara, misalnya minyak yang dapat digunakan untuk cat dan pernis.
- b. *Semi drying oil*, yaitu minyak akan membentuk lapisan setengah keras dan tipis bila mengering di udara, misalnya minyak jagung, minyak biji kapas, dan minyak biji bunga matahari.

- c. *Non drying oil*, yaitu minyak yang tidak akan mengering di udara, seperti minyak kelapa, minyak kacang tanah, dan lainnya.

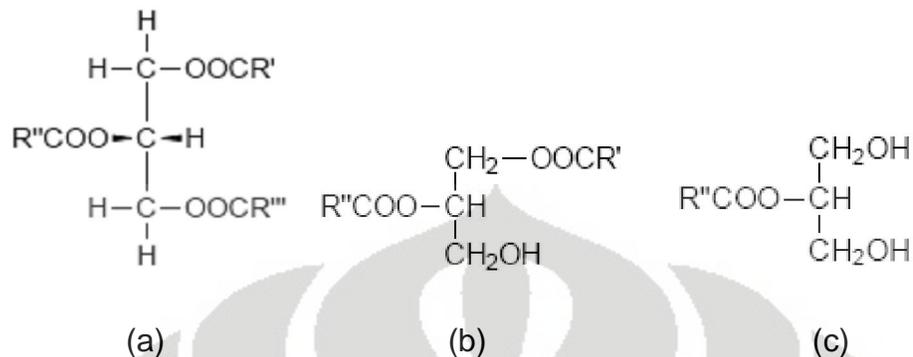
Lemak nabati yang berwujud padat, adalah lemak biji coklat, inti sawit, dan lainnya.

2.7 Komposisi Minyak dan Lemak^{1,13}

Minyak dan lemak adalah suatu trigliserida yang tersusun dari gliserol dan asam lemak. Trigliserida merupakan komponen terbesar yang menyusun minyak dan lemak, jumlahnya bisa mencapai 96-98 % di dalam minyak dan lemak. Sedangkan komponen kecil lainnya seperti asam lemak bebas, zat warna, tokoferol, hidrokarbon, fosfatida, dan sterol. Minyak dan lemak yang diperoleh dari berbagai sumber mempunyai sifat fisiko-kimia dan komposisi asam lemak yang berbeda satu sama lain, karena perbedaan jumlah dan jenis ester yang terdapat didalamnya.

2.7.1 Trigliserida^{2,13}

Gliserida adalah senyawa ester dari asam lemak dengan gliserol. Jika ketiga gugus alkohol dari gliserol itu mengikat asam lemak, maka ester tersebut dikenal sebagai triasilgliserol atau trigliserida (TG). Jika ada dua gugus alkohol yang mengikat asam lemak dan lainnya tetap dalam gugus alkohol bebas, maka disebut sebagai diasil gliserol atau digliserida. Bila hanya satu gugus alkohol dalam gliserol yang mengikat asam lemak disebut sebagai monogliserida.



Gambar 3. (a)Trigliserida; (b)Digliserida; (c)Monogliserida

Sesuai dengan strukturnya, sifat fisik trigliserida sangat ditentukan oleh sifat asam lemak penyusunnya. Sifat tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Panjang rantai hidrokarbon. Makin panjang rantai hidrokarbon penyusun asam lemak tersebut, maka titik lelehnya akan makin tinggi
2. Derajat ketidakjenuhan dan isomerinya. Makin banyak jumlah ikatan rangkap pada asam lemak penyusunnya akan menyebabkan titik lelehnya lebih rendah. Namun hal ini juga dipengaruhi oleh konfigurasi (*cis* atau *trans*) dan posisi ikatan rangkap itu sendiri.
3. Susunan asam lemak terhadap gugus hidroksi gliserolnya. Susunan yang berbeda akan memberikan sifat fisik yang berbeda pula.

2.7.2 Asam Lemak^{14,15}

Asam lemak pada umumnya adalah asam monokarboksilat berantai lurus, memiliki jumlah atom karbon genap, dapat dijenuhkan atau dapat

mempunyai satu atau lebih ikatan rangkap. Asam lemak merupakan asam lemah, dan dalam air terdisosiasi sebagian. Umumnya berfasa cair atau padat pada suhu ruang (27° Celsius). Semakin panjang rantai C penyusunnya, semakin mudah membeku dan juga semakin sukar larut. asam lemak dibedakan menjadi asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh. Asam lemak jenuh hanya memiliki ikatan tunggal di antara atom-atom karbon penyusunnya, sementara asam lemak tidak jenuh memiliki paling sedikit satu ikatan ganda di antara atom-atom karbon penyusunnya. Asam lemak jenuh bersifat lebih stabil (tidak mudah bereaksi) daripada asam lemak tidak jenuh. Ikatan ganda pada asam lemak tidak jenuh mudah bereaksi dengan oksigen (mudah teroksidasi). Karena itu, dikenal istilah bilangan peroksida bagi asam lemak.

Tabel 1. Asam Lemak Jenuh

Nama IUPAC	Nama Trivial	Rumus Molekul	Ringkas	Titik Leleh (°C)
1. As. Butanoat	As. Butirat	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	(4:0)	-5,3
2. As. Heksanoat	As. Kaproat	CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH	(6:0)	-3,2
3. As. Oktanoat	As. Kaprilat	CH ₃ (CH ₂) ₆ COOH	(8:0)	16,5
4. As. Dekanoat	As. Kaprat	CH ₃ (CH ₂) ₈ COOH	(10:0)	31,6
5. As. Dodekanoat	As. Laurat	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	(12:0)	44,8
6. As. Tetradekanoat	As. Miristat	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	(14:0)	54,4
7. As. Heksadekanoat	As. Palmitat	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	(16:0)	62,9
8. As. Oktadekanoat	As. Stearat	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	(18:0)	70,1
9. As. Eikosanoat	As. Arakhidat	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH	(20:0)	76,1
10. As. Dokosanoat	As. Behenat	CH ₃ (CH ₂) ₂₀ COOH	(22:0)	80

Tabel 2. Asam Lemak Tidak Jenuh

Nama IUPAC	Nama Trivial	Rumus Molekul	Ringkas	Titik Leleh (°C)
1. Asam Tetradek-9c-enoat	As. Miristoleat	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_3\text{-}$ $\text{CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-}$ COOH	(14:1)	-4
2. Asam Heksadek-9c-enoat	As. Palmitoleat	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_5\text{-}$ $\text{CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-}$ COOH	(16:1)	0,5
3. Asam Oktadek-9c-enoat	As. Oleat	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_7\text{-}$ $\text{CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-}$ COOH	(18:1)	11
4. Asam Oktadeka-9c-12c-dienoat	As. Linoleat	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-}$ $\text{CH=CH-CH}_2\text{-}$ $\text{CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-}$ COOH	(18:2)	-5
5. Asam Oktadeka-9c,12c,15c-trienoat	As. Linolenat	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}$ $\text{CH=CH-CH}_2\text{-}$ $\text{CH=CH-CH}_2\text{-}$ $\text{CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-}$ COOH	(18:3)	-11,9
6. Asam Eikosa-5c,8c,11c,14c-tetraenoat	As. Arakhidonat	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-}$ $(\text{CH=CH-CH}_2\text{)}_4\text{-}$ $(\text{CH}_2\text{)}_2\text{-COOH}$	(20:4)	-49,5

2.8 Proses Pembentukan Minyak dan Lemak¹

Minyak dan lemak dalam tanaman dibentuk di dalam sel hidup, yang merupakan hasil dari serangkaian reaksi yang kompleks dalam proses metabolisme. Molekul minyak atau lemak disintesis dengan proses esterifikasi 1 molekul gliserol dengan 3 molekul asam lemak. Molekul gliserol dan asam lemak tersebut, dibentuk dari hasil oksidasi karbohidrat selama proses metabolisme berlangsung. Proses pembentukan minyak atau lemak dalam tanaman terdiri dari tiga tahap, yaitu:

- Sintesis Gliserol

Gliserol disintesa dari dihidroksi aseton fosfat, yang merupakan salah satu penguraian fruktosa difosfat oleh enzim aldose dalam tanaman. Dihidroksi fosfat direduksi menjadi gliserofosfat dan akhirnya dirubah menjadi gliserol dengan proses defosforilasi.

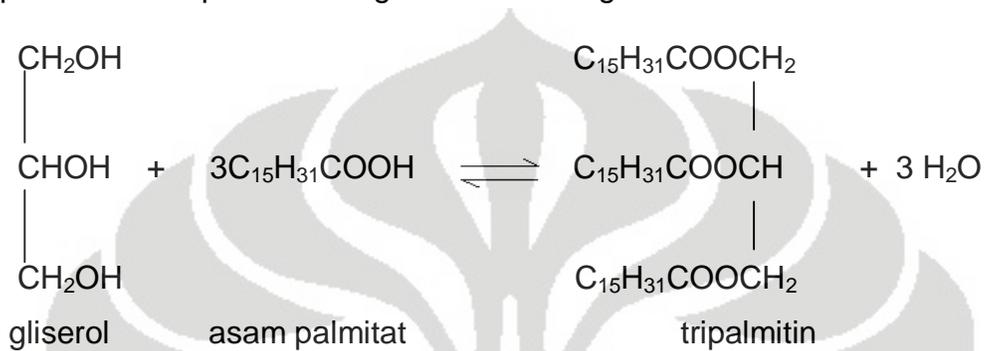
- Sintesis Asam Lemak

Asam lemak dihasilkan dari reaksi 2 macam persenyawaan yang mengandung karbon yang terbentuk selama proses metabolisme, misalnya asam asetat, asetaldehida, dan alkohol (etanol). Dalam kondisi anaerob, asam lemak dalam tanaman disintesis dengan bantuan bakteri tertentu. Sebagai contoh ialah sintesis asam kaproat oleh bakteri *Clostridium kluyveri*, dengan reaksi sebagai berikut:



Esterifikasi Asam Lemak dengan Gliserol

Proses pembentukan lemak atau minyak dalam tanaman merupakan proses esterifikasi gliserol dengan asam lemak. Sebagai contoh, proses pembentukan palmitin dengan reaksi sebagai berikut:



2.9 Pengolahan Minyak dan Lemak^{1,16}

2.9.1 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan suatu cara untuk mendapatkan minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak. Adapun cara ekstraksi ini bermacam-macam, yaitu rendering (dry rendering dan wet rendering), pengepresan mekanik, ekstraksi pelarut.

- Rendering

Rendering merupakan suatu cara ekstraksi minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak dengan kadar air yang tinggi. Pada teknik ini digunakan panas yang bertujuan untuk menggumpalkan protein pada dinding sel dan memecahkan dinding sel tersebut sehingga

mudah ditembus oleh minyak atau lemak yang terkandung didalamnya.

Berdasarkan proses pengerjaannya rendering terbagi menjadi dua, yaitu:

1. *Wet rendering*

Wet rendering adalah proses rendering dengan penambahan sejumlah air selama berlangsungnya proses tersebut. Cara ini dikerjakan dengan ketel terbuka atau tertutup dengan suhu tinggi serta tekanan 3-4 atmosfer. Penggunaan suhu rendah dalam proses, ini jika diinginkan aroma yang netral dari minyak atau lemak.

2. *Dry rendering*

Dry rendering adalah cara rendering tanpa penambahan air selama proses berlangsung. Proses ini dilakukan dalam ketel terbuka dan dilengkapi dengan penyekat uap serta alat pengaduk (agigator). Sampel dimasukkan ke dalam ketel tanpa penambahan air, kemudian dipanaskan sambil diaduk. Pemanasan dilakukan pada suhu 105-110°C.

- Pengepresan Mekanis

Pengepresan mekanis merupakan suatu cara memisahkan minyak dari bahan yang berkadar minyak tinggi (30-70%), terutama digunakan untuk bahan yang berasal dari biji-bijian. Pada pengepresan mekanis ini diperlukan perlakuan pendahuluan sebelum minyak atau lemak dipisahkan dari bijinya, perlakuan tersebut antara lain perajangan, penggilingan, dan tempering atau pemasakan. Dua cara yang umum dalam pengepresan mekanis, yaitu:

1. Pengepresan Hidraulik (*Hydraulic Pressing*)

Pada metode ini bahan yang mengandung minyak atau lemak diberi tekanan sebesar 136 atmosfer. Jumlah minyak atau lemak yang diperoleh bergantung pada tekanan yang digunakan, lamanya tekanan yang diberikan, dan kandungan minyak atau lemak dalam sampel.

2. Pengepresan Berulir (*Expeller Pressing*)

Metode ini memerlukan perlakuan khusus pada bahan yang mengandung minyak atau lemak, yaitu proses pemasakan dilakukan pada suhu 115,5°C dengan tekanan sekitar 15-20 atmosfer. Kadar air yang masih terdapat dalam minyak atau lemak yang dihasilkan melalui metode ini sebesar 2,5-3,5%. Sedangkan pada ampas masih terdapat minyak atau lemak sebesar 4-5%.

- Ekstraksi Pelarut

Prinsip dari proses ini adalah ekstraksi dengan melarutkan minyak dalam pelarut minyak dan lemak. Pelarut yang biasa digunakan pada proses ini adalah petroleum eter, karbon tertriklorida, benzena dan *n*-heksana. Pada metode ini dihasilkan ampas dengan kadar minyak rendah sekitar 1% atau lebih rendah, dan mutu minyak yang dihasilkan cenderung menyerupai hasil dengan cara pengepresan berulir, karena sebagian fraksi bukan minyak akan ikut terekstraksi.

Pada penelitian ini, digunakan prinsip ekstraksi dengan pelarut untuk mendapatkan minyak dari biji pepaya. Peralatan yang digunakan adalah peralatan soxhlet. Ekstraksi dengan peralatan soxhlet merupakan cara

ekstraksi berkesinambungan, karena dengan alat tersebut, antara ekstrak dengan pelarutnya, selalu dapat dipisahkan. Pada akhir ekstraksi, pelarut akan kaya dengan minyak atau lemak kasar.

2.10 Pemurnian Minyak Hasil Ekstraksi¹⁶

Untuk memperoleh minyak yang bermutu baik, maka minyak dan lemak kasar harus dimurnikan dari pengotor-pengotor yang terdapat di dalamnya. Cara-cara pemurnian dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu:

- a. Pengendapan (*settling*) dan pemisahan gumi (*degumming*), bertujuan menghilangkan partikel-partikel halus yang tersuspensi atau berbentuk koloidal. Pemisahan ini dilakukan dengan pemanasan uap dan adsorben, yang diikuti dengan sentrifugasi, sehingga bagian lendir terpisah dengan air.
- b. Netralisasi dengan alkali, bertujuan untuk memisahkan asam lemak bebas dari minyak atau lemak, dengan cara mereaksikan asam lemak bebas dengan basa atau pereaksi lainnya, sehingga membentuk sabun (*soap stock*).
- c. Pemucatan (*bleaching*), bertujuan menghilangkan zat-zat warna pada minyak, dengan menambahkan *adsorbing agent* seperti karbon aktif, tanah liat, atau dengan bahan kimia. Adsorben yang biasa digunakan untuk memucatkan minyak terdiri dari tanah pemucat dan arang aktif. Zat warna dalam minyak serta suspensi dan koloid hasil degradasi minyak akan diserap oleh permukaan adsorben. Minyak yang akan

dipucatkan dipanaskan pada suhu sekitar 105°C selama 1 jam. Penambahan adsorben dilakukan pada saat minyak mencapai 70-80°C, dan jumlah adsorben kurang lebih sebanyak 1-1,5 % dari berat minyak. Selanjutnya minyak dipisahkan dari adsorben dengan cara penyaringan. Minyak yang hilang karena proses tersebut $\pm 0,2-0.5$ % dari berat minyak yang dihasilkan setelah proses pemucatan.

- d. Penghilangan bau (deodorisasi) lemak, dilakukan dalam botol vakum yang kemudian dipanaskan dengan mengalirkan uap panas yang akan membawa senyawa volatil. Selesai proses deodorisasi, lemak harus segera didinginkan untuk mencegah kontak dengan O₂.

2.11 Karakteristik Minyak¹⁸

Karakter minyak dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut:

1. Berat jenis, yaitu perbandingan volume dari suatu volume sampel pada suhu 25 °C dengan berat air pada volume yang sama. Berat jenis minyak sangat dipengaruhi oleh kejenuhan komponen asam lemaknya, tetapi akan turun nilainya dengan makin kecilnya berat molekul komponen asam lemaknya.
2. Indeks bias, yaitu derajat penyimpangan dari cahaya yang dilewatkan pada suatu medium yang cerah. Indeks bias dipakai untuk pengujian kemurnian minyak.

3. Titik leleh minyak atau lemak, yaitu suhu pada saat minyak atau lemak mulai berubah dari fasa padat menjadi fasa cair. Titik leleh minyak atau lemak berbanding lurus dengan panjang rantai karbon asam-asam lemak penyusunnya, dan berbanding terbalik dengan derajat ketidak jenuhan asam lemak.
4. Angka iod, adalah jumlah (gram) iod yang dapat diikat oleh 100 g minyak atau lemak. Ikatan rangkap yang terdapat dalam asam lemak tidak jenuh akan bereaksi dengan iod atau senyawa-senyawa iod. Trigliserida dengan tingkat ketidakjenuhan tinggi akan mengikat iod dalam jumlah yang lebih besar.
5. Angka penyabunan, adalah jumlah mg KOH yang diperlukan untuk menyabunkan 1 g minyak atau lemak. Angka ini menjelaskan banyaknya asam lemak yang terikat sebagai trigliserida maupun asam lemak bebasnya dalam minyak. Makin pendek rantai asam lemak, maka makin besar nilai bilangan penyabunan; Makin panjang asam lemak, maka makin kecil bilangan penyabunan.
6. Angka asam adalah jumlah miligram KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam-asam lemak bebas dari 1 g minyak atau lemak. Angka asam dipergunakan untuk mengukur jumlah asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak atau lemak.
7. Angka peroksida adalah banyaknya miliekivalen oksigen aktif yang terdapat dalam 1000 g minyak atau lemak. Makin besar angka

peroksida, maka makin besar pula derajat kerusakan minyak atau lemak akibat reaksi oksidasi.

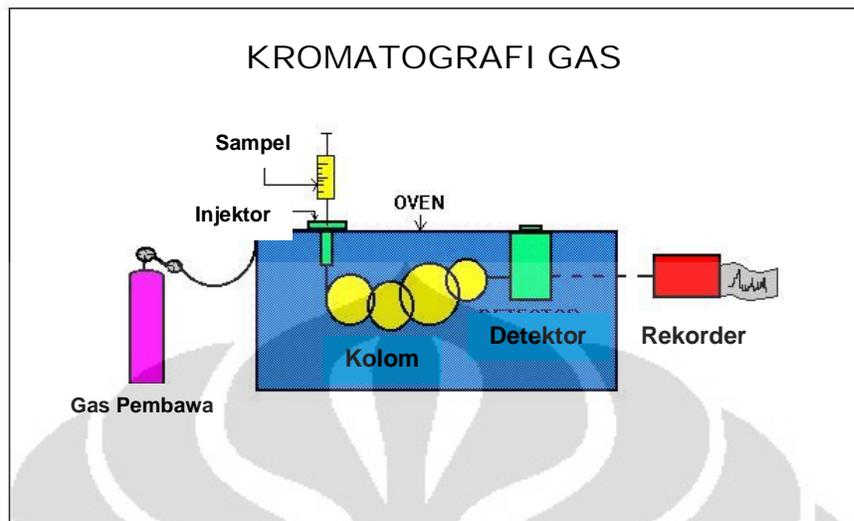
8. Materi tidak tersabunkan adalah senyawa-senyawa yang sering terdapat larut dalam minyak dan tidak dapat disabunkan dengan soda alkali. Termasuk di dalamnya yaitu alkohol suku tinggi, sterol, zat warna, dan hidrokarbon. Cara pengujian ini digunakan untuk semua minyak baik lemak hewani atau nabati, tetapi tidak sesuai untuk minyak dan lemak dengan kadar materi tidak tersabunkan relatif tinggi, misalnya seperti minyak dari hewan laut.
9. Komposisi asam lemak penyusun trigliserida dapat ditentukan dengan cara mengubah minyak atau lemak (trigliserida) menjadi bentuk metil ester dari asam lemaknya melalui reaksi transesterifikasi, kemudian diinjeksikan ke dalam peralatan kromatografi gas (GC).

2.12 Kromatografi Gas^{19,20}

Kromatografi merupakan teknik pemisahan suatu campuran berdasarkan pada perbedaan distribusi sampel di antara dua fasa, yaitu fasa diam dan fasa gerak. Kromatografi gas merupakan suatu teknik analisis pemisahan campuran zat yang mudah menguap. Sampel dibawa oleh fasa gerak yang berupa gas pembawa, yang kemudian dialirkan ke dalam kolom. Proses pemisahan komponen-komponen sampel dalam kromatografi gas berlangsung di dalam kolom berdasarkan pada interaksi komponen sampel dan fasa diam. Interaksi tersebut dapat berupa absorpsi atau partisi. Jika fasa

diamnya berupa padatan berpori, maka peristiwanya adalah absorpsi, sedangkan bila fasa diamnya berupa cairan, peristiwanya adalah partisi gas-cair.

Proses kromatografi gas mirip dengan peristiwa gabungan antara ekstraksi dan destilasi. Proses pemisahannya dapat dipandang sebagai serangkaian peristiwa ekstraksi, dimana sampel masuk dalam fasa cair, dan dalam beberapa waktu akan teruapkan kembali. Berbeda dengan jenis kromatografi lainnya, dalam kromatografi gas, fasa gerak tidak berinteraksi dengan analit, fungsinya hanya sebagai gas pembawa yang menyebabkan analit dapat berinteraksi dengan fasa diamnya. Interaksi antara sampel dengan fasa diam (cair) sangat menentukan berapa lama komponen-komponen sampel akan ditahan. Komponen-komponen yang mempunyai afinitas lebih rendah (tidak suka) terhadap fasa diam, akan keluar dari kolom lebih dahulu. Selanjutnya komponen-komponen yang afinitas lebih besar (larut dengan baik) terhadap fasa diam, akan keluar dari kolom kemudian. Setelah analit terelusi dalam kolom, tahap selanjutnya adalah deteksi analit dengan menggunakan detektor. Detektor yang digunakan dalam penentuan trigliserida adalah detektor ionisasi nyala (*Flame Ionization Detector*). Kemudian signal listrik dari detektor akan diterjemahkan oleh rekorder menjadi bentuk data yang mudah untuk diinterpretasikan.



Gambar 4. Peralatan Kromatografi Gas

Kromatografi gas dapat digunakan untuk analisis kualitatif, yaitu dengan membandingkan waktu retensi komponen dengan zat standar. Waktu retensi merupakan waktu komponen sampel ditahan oleh fasa diam. Waktu retensi ini spesifik untuk setiap senyawa, sehingga dapat digunakan untuk analisis kualitatif. Untuk analisis kuantitatif didasarkan pada perhitungan luas puncak yang dihasilkan pada kromatogram.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat

3.1.1 Bahan

1. Biji pepaya
2. *n*-heksana teknis
3. Na₂SO₄ anhidrat
4. NaOH
5. Metanol
6. BF₃-metanolat
7. Etanol 95%
8. Tanah pemucat (*bleaching earth*)
9. Karbon aktif
10. KOH 50%, KOH 2 N, KOH 0,1 N, KOH 0,02 N
11. KOH-alkoholis 0,5 N,
12. Indikator fenolftalein
13. Indikator kanji
14. HCl pekat dan HCl 0,5 N
15. Asam asetat glacial
16. Kloroform
17. Na₂S₂O₃ 0,1 N atau 0,01 N
18. Larutan Wijs
19. KI jenuh dan KI 15%
20. NaCl jenuh
21. Aquades

3.1.2 Alat

1. Timbangan
2. Oven
3. *Hot plate*
4. Penangas air
5. Pendingin balik
6. Pengaduk magnet
7. Alat Penggiling
8. Botol timbang
9. Gelas kimia
10. Labu Erlenmeyer
11. Labu ukur
12. Tabung reaksi
13. Corong pisah
14. Peralatan ekstraksi sinambung / *Soxhlet*
15. Peralatan distilasi
16. Evaporator vakum
17. Piknometer
18. Buret
19. *Ring Stand*
20. Refraktometer Abbe
21. Gelas ukur
22. Pipet ukur
23. Pipet volumetrik
24. Termometer
25. Kertas Saring
26. Lakmus / indikator pH
27. Kromatografi Gas

3.2 Prosedur Kerja

3.2.1 Ekstraksi Minyak Biji Pepaya¹

Biji pepaya dikeluarkan dari kulit dan buahnya, kemudian dikeringkan di dalam oven sampai mencapai berat konstan. Selanjutnya biji pepaya digiling sampai halus, dan ditimbang berat kering untuk menghitung berat minyak. Berikutnya diekstraksi dengan menggunakan peralatan Soxhlet dengan menggunakan pelarut *n*-heksana pada suhu 70-80 °C selama kurang lebih 5 jam. Hasil ekstraksi (ekstrak) yang diperoleh dihilangkan kandungan airnya dengan penambahan Na₂SO₄ anhidrat, dan dilakukan penyaringan untuk menghilangkan pengotor dan gum (getah), kemudian pelarut diuapkan dengan bantuan evaporator vakum (*rotatory evaporator*). Minyak yang telah bebas pelarut kemudian ditimbang untuk menentukan rendemen minyak.

$$\text{Kadar minyak pepaya} = \frac{\text{Berat minyak}}{\text{Berat serbuk pepaya kering}} \times 100\%$$

3.2.2 Pemurnian Minyak Hasil Ekstraksi Biji Pepaya²⁰

3.2.2.1 Tahap Netralisasi

Sampel minyak dilarutkan dalam larutan etanol 95% dengan perbandingan minyak:etanol = 1:5. Kemudian ditambahkan KOH sesuai dengan nilai bilangan asam yang diperoleh. Campuran dipanaskan pada suhu 64 °C sambil diaduk dengan magnetic stirrer selama 10 menit.

Campuran ditempatkan dalam corong pisah kemudian ditambahkan 50 mL larutan *n*-heksana, lalu dikocok.

3.2.2.2 Tahap Pemucatan (*Bleaching*)

Setelah proses netralisasi selesai, larutan *n*-heksana diambil dan ditambahkan tanah pemucat (*bleaching earth*) sebesar 2% berat minyak dan karbon aktif sebesar 5% berat minyak. Larutan disaring berulang kali dengan kertas saring sampai warna kehitaman dari bekas karbon aktif tidak terlihat, lalu pelarut *n*-heksana dikisatkan.

3.2.3 Karakterisasi Minyak Hasil Ekstraksi Biji Pepaya¹

3.2.3.1 Penentuan Berat Jenis

Piknometer dengan ukuran 10 mL digunakan untuk penentuan berat jenis minyak hasil ekstraksi biji pepaya. Piknometer diisi dengan air suling yang telah didinginkan pada suhu 20-30 °C sampai tidak terbentuk gelembung udara. Setelah ditutup dengan penutup piknometer yang dilengkapi termometer, piknometer direndam dalam bak air bersuhu 25 °C selama 30 menit. Piknometer diangkat dari bak dan dikeringkan dengan kertas penghisap, kemudian piknometer beserta isinya ditimbang. Berat air adalah selisih piknometer dengan isinya dikurangi berat piknometer kosong.

Sampel minyak didinginkan sampai suhu 20-30 °C. Selanjutnya sampel minyak dimasukkan ke dalam piknometer sampai meluap dan tidak

terbentuk gelembung udara. Piknometer ditutup dengan penutup yang dilengkapi termometer, direndam dalam bak air bersuhu 25 °C selama 30 menit. Piknometer diangkat dari bak air dan dikeringkan dengan kertas penghisap, kemudian piknometer dengan isinya ditimbang. Berat jenis minyak dapat dihitung dari persamaan berikut:

$$\frac{(\text{Berat Piknometer} + \text{Minyak}) - \text{Berat Piknometer kosong}}{\text{Berat Air}}$$

3.2.3.2 Penentuan Indeks Bias

Sebelum dilakukan pengukuran indeks bias, refraktometer harus distandarkan dengan air murni ($n = 1,333$), dan untuk lemak dilakukan pada suhu 40 °C, dan untuk minyak pada suhu 25 °C. Satu tetes minyak diletakkan pada kaca prisma refraktometer, kemudian kaca prisma ditutup dan didiamkan selama 2 menit. Lampu refraktometer dinyalakan dan langsung dilihat pada skala pembacaan. Nilai indeks bias suatu jenis minyak atau lemak dipengaruhi oleh suhu. Indeks bias pada suhu tertentu dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

$$R = R^1 + K (T_1 - T_0)$$

Dimana:

R = Pembacaan skala pada suhu T_0 (25 °C)

R^1 = Pembacaan skala pada suhu T_1 (suhu kerja)

K = Faktor koreksi (0,000365 untuk lemak dan 0,00385 untuk minyak)

3.2.3.3 Penentuan Titik Leleh

Sampel minyak dimasukkan ke dalam gelas kimia, kemudian 3 buah pipa kapiler dicelupkan, hingga minyak naik setinggi 1 cm dan ujung pipa yang lain dibuat tertutup. Pipa-pipa kapiler tersebut dimasukkan ke dalam gelas pipa dan disimpan dalam lemari pendingin pada suhu sekitar $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Setelah disimpan selama 16 jam, pipa-pipa kapiler tersebut dikeluarkan dari lemari pendingin dan masing-masing dikaitkan dengan termometer sedemikian rupa, sehingga ujung pipa kapiler yang terbawah sejajar dengan ujung reservoir air raksa dari termometer. Bersama-sama dengan termometer, pipa-pipa kapiler tersebut dicelupkan pada gelas piala 600 mL yang berisi bongkahan es dan garam dapur. Bagian terbawah dari termometer harus direndam sedalam 3 cm. Sambil diaduk, suhu air dinaikkan rata-rata $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ setiap menit. Suhu dicatat pada saat minyak mulai mencair, dan saat itulah merupakan titik leleh dari minyak sampel yang ditentukan.

3.2.3.4 Penentuan Angka Asam

Sebanyak 0,1 g minyak dimasukkan ke dalam gelas piala 200 mL, kemudian ditambahkan etanol 95% sebanyak 25 mL. Campuran tersebut dipanaskan pada suhu $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ sambil diaduk sampai membentuk larutan. Larutan ini dititrasi dengan KOH 0,1 N dengan indikator fenolftalein 1% sampai terlihat warna merah jambu. Setelah itu, dilakukan perhitungan

jumlah mg KOH yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas dalam 1 g sampel minyak.

$$\text{Angka Asam} = \frac{V_s \times N \times 56,1}{G}$$

Dimana:

V_s = jumlah mL KOH yang dibutuhkan untuk titrasi

N = normalitas larutan KOH

G = berat sampel

56,1 = berat ekivalen KOH

3.2.3.5 Penentuan Angka Penyabunan

Sebanyak 1 g sampel minyak dimasukkan ke dalam labu bulat 250 mL, kemudian ditambahkan secara perlahan-lahan 12,5 mL KOH-alkoholis 0,5 N. Selanjutnya, labu bulat dihubungkan dengan pendingin balik dan dididihkan sampai semua sampel tersabunkan dengan sempurna, yaitu jika butiran minyak tidak terlihat lagi. Larutan didinginkan dan bagian dalam dari pendingin balik dibilas dengan sedikit air. Kemudian dilakukan titrasi dengan HCl 0,5 N dengan indikator fenolftalein 1% sampai warna merah jambu menghilang. Hasil titrasi ini dibandingkan dengan hasil titrasi blanko untuk mendapatkan angka penyabunan, yang merupakan selisih antara jumlah yang digunakan titrasi sampel, dengan yang digunakan untuk titrasi blanko.

$$\text{Angka Penyabunan} = \frac{(V_b - V_s) \times N \times 56,1}{G}$$

Dimana:

V_b = jumlah mL HCl 0,5 N yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

V_s = jumlah mL HCl 0,5 N yang dibutuhkan untuk titrasi sampel

N = normalitas larutan KOH 0,5 N

G = berat sampel minyak

56,1 = berat ekivalen KOH

3.2.3.6 Penentuan Materi Tidak Tersabunkan

Sebanyak 2 g sampel minyak dimasukkan ke dalam labu bulat 250 mL. Selanjutnya ke dalam labu ditambahkan 30 mL KOH-alkoholis 0,5 N, dan dipanaskan di bawah pendingin balik selama 1 jam atau sampai semua minyak tersabunkan secara sempurna. Bagian dalam dari pendingin balik dibilas dengan larutan alkohol-air 10%. Sabun yang terbentuk dipindahkan ke dalam corong pisah, kemudian hasil pencucian labu bekas dengan *n*-heksana dimasukkan ke dalam corong pisah. Labu bekas penyabunan juga dibilas lagi dengan alkohol 10% untuk mengangkat larutan semi polar. Corong pisah dan isinya didinginkan sampai suhu kamar, kemudian diekstraksi dengan 25 mL *n*-heksana sampai sedikitnya 3 kali sambil dikocok pada setiap kali ekstraksi.

Gabungan ekstrak ini dicuci 2x dalam corong pisah masing-masing dengan 25 mL alkohol 10% sambil dikocok. Setelah pencucian, lapisan alkohol ini dibuang dengan hati-hati, sehingga lapisan *n*-heksana tidak ikut terbang. Ekstrak *n*-heksana dipindahkan ke dalam gelas piala dan diuapkan sampai kering di atas penangas air. Pengeringan disempurnakan sampai bobot tetap, dan sebaiknya dilakukan dalam oven hampa udara pada suhu 75-80 °C. Kemudian didinginkan ke dalam desikator dan ditimbang. Setelah penimbangan, residu ini dilarutkan dalam 50 mL alkohol 95% yang hangat (50 °C) dan mengandung indikator fenolftalein. Selanjutnya dititrasi dengan larutan KOH 0,02 N sampai tepat terbentuk warna merah jambu. Berat asam lemak hasil ekstraksi (g) sama dengan jumlah mL KOH 0,02 N x Normalitas KOH x 0,056. Perhitungan banyaknya bahan yang tidak tersabunkan adalah sebagai berikut:

$$\text{Materi tidak tersabunkan} = \frac{(BR - BA) \times 0,056}{B} \times 100\%$$

Dimana:

BR = berat residu (gram)

BA = berat asam lemak (gram)

B = berat sampel (gram)

$$0,056 = \frac{\text{berat ekivalen KOH}}{1000}$$

3.2.3.7 Penentuan Angka Peroksida

Sebanyak 1 g sampel minyak ditambahkan 30 mL campuran pelarut, yang terdiri dari asam asetat glasial dan kloroform dengan perbandingan 3:2 (v/v). Kemudian dipanaskan dibawah titik didihnya selama 2 menit.

Selanjutnya ditambahkan 0,5 mL KI jenuh dan dipanaskan lagi selama 2 menit. Kemudian ditambahkan air suling dan dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N atau 0,01 N dengan menggunakan indikator kanji 0,5%. Hal yang sama juga dilakukan terhadap blanko. Hasil yang didapat dinyatakan dalam meq $\text{O}_2/1000$ g sampel.

$$\text{Angka Peroksida} = \frac{(V_s - V_b) \times N \times 1000}{G}$$

Dimana:

V_b = jumlah mL tiosulfat yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

V_s = jumlah mL tiosulfat yang dibutuhkan untuk titrasi sampel

N = normalitas larutan tiosulfat

G = berat sampel minyak

3.2.3.8 Penentuan Angka Iod

Sebanyak 0,5 g sampel minyak dilarutkan dalam 10 mL kloroform, kemudian ditambahkan 25 mL larutan Wijs dan didiamkan selama 30 menit. Selanjutnya ditambahkan 10 mL larutan KI 15% dan dikocok. Larutan dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N sampai larutan berwarna kuning muda pucat. Larutan

ditambahkan 1 mL larutan kanji (larutan menjadi biru), kemudian dititrasi lagi sampai warna biru hilang. Angka iod adalah selisih antara jumlah titrasi sampel dengan jumlah titrasi blanko.

$$\text{Angka Iod} = \frac{(V_b - V_s) \times N \times 12,69}{G}$$

Dimana:

V_b = jumlah mL tiosulfat yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

V_s = jumlah mL tiosulfat yang dibutuhkan untuk titrasi sampel

N = normalitas larutan tiosulfat

G = berat sampel minyak

$$12,69 = \frac{\text{berat ekuivalen iod}}{10}$$

$\frac{1}{10}$ adalah faktor konversi agar satuan menjadi gram iod/10 gram minyak.

3.2.4 Penentuan Komposisi Asam Lemak²

Sebanyak 0,3 g minyak ditambahkan 10 mL larutan NaOH-metanolat 0,5 N . Kemudian ditambahkan batu didih dan direfluks sampai butiran menghilang. Kemudian larutan BF_3 -metanolat sebanyak 12 mL ditambahkan melalui kondensor dan melanjutkan pemanasan selama 10 menit. Campuran yang telah dingin dipindahkan ke corong pisah, diekstraksi dengan petroleum eter sebanyak tiga kali. Kemudian hasil ekstraksi tersebut ditambahkan NaCl

jenuh dan dibiarkan memisah. Lapisan organik dipisahkan, kemudian dikisatkan pelarutnya dengan *rotatory evaporator*. Ekstrak yang telah bebas pelarut ditambahkan sedikit *n*-heksana untuk mengencerkan, kemudian disuntikkan ke alat kromatografi gas.

Spesifikasi dan Pengkondisian Alat Kromatografi Gas

Nama Alat	: GC – 2010 Shimadzu
Detektor	: FID (Flame Ionization Detector)
Kolom	: INNOWAX
Bahan Pengisi Kolom	: Carbowax
Panjang Kolom	: 30,0 m
Diameter Kolom	: 0,25 mm
Gas Pembawa	: He (Helium)
Suhu Kolom	: 100°C
Suhu Detektor	: 250°C
Suhu Injektor	: 200°C
Kecepatan Aliran	: 33,9 mL/min
Instansi	: Balai Besar Industri Agro, Bogor

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 BERAT MINYAK HASIL EKSTRAKSI

Biji pepaya yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari suatu perkebunan pepaya di daerah Cihideung, Bogor. Biji pepaya banyak mengandung air, sehingga harus dikeringkan terlebih dahulu hingga memiliki berat yang konstan. Setelah itu dilakukan penggilingan hingga halus, yang bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan sentuh antara sampel dengan pelarut, sehingga mengefektifkan pelarutan minyak oleh pelarut. Minyak biji pepaya yang diperoleh dengan ekstraksi sinambung menggunakan pelarut *n*-heksana sebesar 79,97 g atau 26,7% dari 299,49 g serbuk kering biji pepaya.



Gambar 5. Serbuk biji pepaya kering

4.2 PROSES PEMURNIAN MINYAK HASIL EKSTRAKSI BIJI PEPAYA

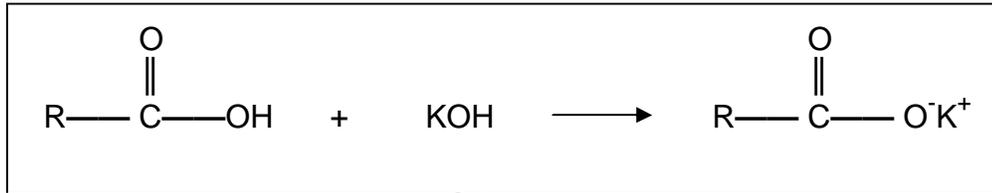
Proses pemurnian minyak bertujuan untuk menghilangkan rasa serta bau yang tidak enak, warna yang tidak menarik, dan memperpanjang masa simpan minyak sebelum digunakan. Berikut tahapan pemurnian yang dilakukan:

4.2.1 Tahap Netralisasi

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.¹ Asam lemak bebas dapat terbentuk karena proses oksidasi dan hidrolisis enzim selama pengolahan dan penyimpanan. Asam lemak bebas berlebihan yang terdapat pada minyak kasar dapat mengakibatkan kerusakan pada minyak dan mutu minyak tidak bagus. Proses netralisasi yang paling sering digunakan adalah dengan mereaksikan asam lemak bebas dengan basa alkali (KOH, NaOH), karena lebih efisien dan murah dibandingkan dengan cara netralisasi lainnya.

Dalam penelitian ini digunakan basa alkali KOH untuk menetralkan asam lemak bebas pada minyak kasar. KOH akan bereaksi dengan asam lemak bebas membentuk sabun. Reaksi ini dipercepat dengan pengadukan dan pemanasan pada suhu yang tidak terlalu tinggi agar trigliserida tidak rusak. Pemanasan pada suhu yang terlalu tinggi dikhawatirkan dapat menghidrolisis trigliserida menjadi asam lemak bebas yang kemudian akan ikut tersabunkan.

Reaksi antara asam lemak bebas dengan KOH:



4.2.2 Tahap Pemucatan (*Bleaching*)

Pemucatan (*bleaching*) berfungsi untuk menghilangkan zat warna yang tidak diinginkan dari minyak. Pemucatan dilakukan dengan mencampurkan minyak dengan sejumlah kecil adsorben, seperti tanah pemucat (*bleaching earth*), bentonit, lempung aktif, arang aktif atau dapat juga menggunakan bahan kimia. Pemucatan ini merupakan cara proses pemurnian secara fisik.

Pada proses pemucatan menggunakan adsorben, akan menyerap zat warna dari senyawa karotena, xantofil dan klorofil. Selain itu, pemucatan dapat mengurangi zat pengotor baik yang berasal dari minyak itu sendiri, seperti protein, sterol, tokoferol, hidrokarbon, asam lemak bebas, peroksida dan sebagainya maupun zat pengotor akibat dari proses ekstraksi minyak dari tumbuhan. Pemucatan yang sering digunakan adalah gabungan dua adsorben seperti arang aktif dan bentonit dengan perbandingan 1:0 sampai 1:20. Arang aktif sangat efektif untuk menyerap warna, karena memiliki luas permukaan dan pori-pori yang cukup besar, sehingga kapasitas adsorbsinya cukup besar terhadap zat warna.

4.3 SIFAT FISIKO-KIMIA MINYAK BIJI PEPAYA

Hasil penelitian untuk penentuan sifat fisiko-kimia minyak biji pepaya adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Data Sifat Fisiko-Kimia Minyak Biji Pepaya Hasil Ekstraksi

Sifat Fisiko-Kimia	Minyak Biji Pepaya	
	Tanpa Pemurnian	Pemurnian
Warna	kuning kecoklatan	kuning kemerahan
Berat Jenis (g/ml)	0,8557	0,846
Indeks Bias	1,441	1,418
Titik Leleh (°C)	8-10	7-9
Angka Asam (mg KOH/g minyak)	16,68	2,28
Angka Penyabunan (mg KOH/g minyak)	163,91	156,80
Materi Tidak Tersabunkan (%)	0,68	0,55
Angka Peroksida (meq O ₂ /1000 g minyak)	8,84	4,28
Angka Iod (g iod/100 g sampel)	62,78	61,6

4.3.1 Bentuk Fisik

Bentuk fisik dari minyak biji pepaya pada suhu ruang adalah cair karena komposisi terbesar penyusun trigliseridanya adalah asam oleat yang merupakan asam lemak tidak jenuh.

4.3.2 Warna Minyak

Minyak biji pepaya memiliki perbedaan warna sebelum dan sesudah pemurnian. Sebelum pemurnian, minyak biji pepaya berwarna kuning kecoklatan dan setelah melalui tahap pemucatan dengan arang aktif dan bentonit, maka warnanya berubah menjadi kuning kemerahan. Warna kuning kemerahan ini disebabkan adanya karotenoida yang terlarut di dalam minyak.



Gambar 6. Perbandingan minyak tidak murni dengan minyak murni

4.3.3 Berat Jenis

Berat jenis merupakan salah satu kriteria penting dalam menentukan mutu dan kemurnian minyak nabati. Berat jenis dinyatakan sebagai suatu perbandingan dari suatu volume sampel pada suhu 25°C dengan berat air pada volume dan suhu yang sama.¹ Berat jenis dipengaruhi dengan fraksi berat komponen-komponen yang terkandung dalam minyak. Makin besar fraksi berat yang terkandung dalam minyak, maka makin besar pula nilai berat jenisnya.

Selain itu, nilai berat jenis minyak dipengaruhi oleh derajat ketidakjenuhan dan berat molekul rata-rata komponen asam lemaknya. Makin tinggi derajat ketidakjenuhan suatu minyak, maka berat jenisnya makin besar. Makin kecil berat molekul rata-rata asam lemaknya, maka makin kecil berat jenisnya. Dengan kata lain, berat jenis minyak berbanding lurus dengan derajat ketidakjenuhan asam lemaknya dan berat molekul rata-rata asam lemaknya.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa minyak biji pepaya memiliki nilai berat jenis pada suhu 25°C untuk minyak tidak murni adalah 0,8557 g/ml, dan untuk minyak murni adalah 0,846 g/ml. Nilai berat jenis minyak murni lebih kecil dibandingkan minyak tidak murni karena minyak murni telah kehilangan asam lemak bebas dan pengotor lainnya selama proses pemurnian, sehingga mempengaruhi fraksi berat komponen-komponen yang terkandung dalam minyak.

4.3.4 Indeks Bias

Indeks bias merupakan derajat penyimpangan dari cahaya yang dilewatkan pada suatu medium. Indeks bias ini berguna untuk menguji kemurnian suatu minyak. Nilai indeks bias sangat dipengaruhi oleh komponen asam lemak yang menyusun minyak tersebut. Makin panjang rantai karbon dan makin banyak ikatan rangkap, maka nilai indeks bias makin besar. Selain itu indeks bias juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kadar asam lemak bebas, proses oksidasi dan suhu. Dengan adanya asam

lemak bebas dan pengotor yang telarut dalam minyak, maka akan menambah fraksi berat komponen dalam minyak, sehingga nilai indeks biasanya bertambah pula. Hal ini terlihat pada nilai indeks bias minyak tidak murni yang lebih besar dibandingkan minyak murni. Nilai indeks bias minyak pepaya sebelum pemurnian adalah 1,441 dan setelah pemurnian adalah 1,418.

4.3.5 Titik Leleh

Titik leleh merupakan suhu pada saat minyak mulai berubah dari fasa padat menjadi fasa cair. Pengukuran ini dimaksudkan untuk mengetahui perubahan bentuk padat menjadi cair. Lemak atau minyak nabati merupakan campuran dari gliserida dan komponen lainnya sehingga tidak punya titik leleh yang tepat, tetapi mencair diantara kisaran suhu tertentu. Derajat ketidakjenuhan asam lemak mempengaruhi titik leleh suatu minyak. Makin tinggi derajat ketidakjenuhan asam lemak, maka makin rendah titik lelehnya. Pada asam lemak tidak jenuh, sifat titik leleh dipengaruhi oleh jumlah ikatan rangkap, konfigurasi dan posisi relatif ikatan rangkap tersebut.

Secara umum untuk asam lemak yang mempunyai jumlah atom karbon sama, maka urutan titik lelehnya dinyatakan sebagai:

cis-olifenik < trans-olifenik ~ asetilenik < asam jenuh

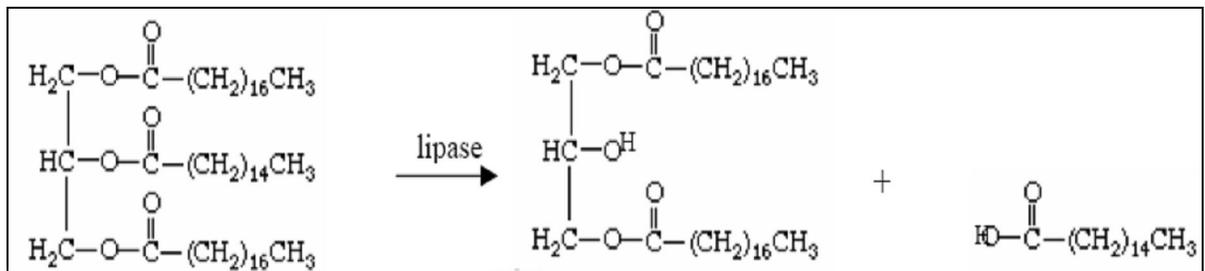
asam terkonjugasi > asam non-konjugasi

Sebagai contoh, pada asam oleat yang berstruktur cis, mempunyai titik leleh 11°C, sedangkan asam elaidat yang berstruktur trans memiliki titik leleh lebih

tinggi, yaitu 45°C. Hal ini disebabkan asam lemak tidak jenuh berstruktur cis memiliki struktur geometri yang tidak mudah membentuk padatan sehingga titik lelehnya rendah. Dari hasil penelitian, diperoleh titik leleh minyak biji pepaya pada kisaran 8-10°C sebelum dimurnikan, dan 7-9°C setelah pemurnian.

4.3.6 Angka Asam

Angka asam dinyatakan sebagai jumlah mg KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam lemak bebas dari 1 g minyak atau lemak. Angka asam digunakan untuk mengukur jumlah asam lemak bebas yang terdapat pada minyak atau lemak. Minyak atau lemak dapat menjadi tengik, karena adanya asam lemak bebas dan senyawa aldehida sebagai akibat terjadinya pemutusan ikatan rangkap melalui pembentukan peroksida oleh oksidasi udara atau hidrolisis oleh mikroorganisme. Asam lemak bebas dapat dihasilkan dari proses hidrolisis trigliserida oleh enzim lipase. Enzim lipase ini terdapat pada hampir semua jaringan yang mengandung minyak atau lemak. Jumlah asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak dapat menunjukkan umur penyimpanan dan kualitas minyak tersebut. Berikut reaksi hidrolisis trigliserida oleh enzim lipase:



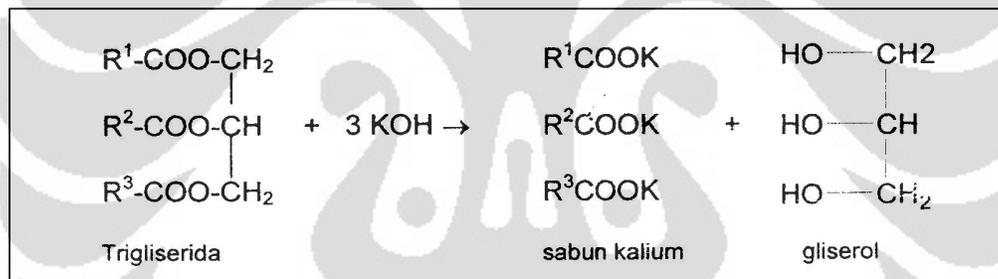
Angka asam dapat ditentukan dengan melarutkan sejumlah minyak dalam alkohol, dan diberi indikator *phenolphthalein*. Kemudian dititrasi dengan larutan KOH 0,1N hingga terjadi perubahan warna larutan dari bening menjadi merah jambu yang tidak hilang. Nilai angka asam dapat menunjukkan kualitas dari minyak tersebut, makin besar nilai angka asam, maka makin jelek kualitas dari minyak. Berikut reaksi kimia pada penentuan bilangan asam:



Dari hasil penentuan angka asam dari minyak biji pepaya, diperoleh angka asam sebelum dimurnikan adalah 16,69 mg KOH/g minyak, dan setelah dimurnikan adalah 2,28 mg KOH/g minyak. Terjadi penurunan angka asam sebelum dan setelah dimurnikan, karena jumlah asam lemak bebas telah berkurang akibat proses netralisasi.

4.3.7 Angka Penyabunan

Angka penyabunan adalah jumlah mg KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan total asam lemak yang berasal dari hidrolisis sempurna 1 g minyak atau lemak. Angka penyabunan menunjukkan banyaknya asam lemak yang terdapat pada minyak atau lemak, baik dalam bentuk asam lemak bebas maupun yang terikat dalam bentuk trigliseridanya. Trigliserida dapat mengalami hidrolisis bila direaksikan dengan larutan alkali, dan menghasilkan sabun dan gliserol. Reaksi ini dikenal dengan reaksi penyabunan (*saponifikasi*). Berikut reaksi penyabunan trigliserida dengan KOH:



Campuran minyak dan larutan KOH-alkoholis dipanaskan pada pendingin balik hingga terjadi penyabunan sempurna. Proses pemanasan ini bertujuan untuk memutuskan ikatan trigliserida, sehingga mudah bereaksi dengan KOH. Sedangkan penggunaan pendingin balik agar pelarut tidak habis hingga terjadi penyabunan sempurna. Kemudian larutan KOH yang tersisa dititrasi dengan larutan HCl. Jumlah mL KOH yang dibutuhkan untuk menyabunkan minyak dapat dihitung dari selisih antara titrasi blanko dengan sampel. Dari hasil penentuan angka penyabunan, diperoleh angka

penyabunan minyak biji pepaya sebelum, dan setelah pemurnian adalah 163,91 mg KOH/g, dan 156,80 mg KOH/g. Angka penyabunan minyak murni lebih kecil dibandingkan minyak tidak murni, karena asam lemak bebas telah berkurang akibat tahap netralisasi.

4.3.8 Materi Tidak Tersabunkan

Lipida dapat secara umum dapat dibagi menjadi 2 bagian yaitu lipida tidak tersabunkan, dan lipida tersabunkan. Lipida tidak tersabunkan merupakan lipida yang tidak dapat bereaksi dengan KOH, sedangkan lipida tersabunkan adalah lipida yang dapat bereaksi dengan KOH membentuk garam kalium dari asam lemak atau sabun, seperti trigliserida, asam lemak bebas, dan fosfolipida. Senyawa yang termasuk kelompok lipida tidak tersabunkan, antara lain hidrokarbon rantai panjang, sterol, vitamin yang larut dalam lemak, antioksidan alami, alkohol, aldehid, keton serta senyawa eter rantai panjang.

Dalam penelitian ini diperoleh materi tidak tersabunkan minyak biji pepaya sebelum pemurnian adalah 0,68%, dan setelah pemurnian adalah 0,55%. Setelah pemurnian terlihat terjadi penurunan komponen-komponen yang tidak tersabunkan. Hal ini dikarenakan pada proses pemurnian terjadi absorpsi komponen-komponen tersebut oleh karbon aktif maupun tanah pemucat, sehingga jumlah materi tidak tersabunkan berkurang.

4.3.9 Angka Peroksida

Angka peroksida dinyatakan sebagai jumlah miliekivalen oksigen aktif yang terikat pada 1000 g minyak atau lemak. Angka peroksida ini dapat menunjukkan derajat kerusakan pada minyak atau lemak. Makin tinggi angka peroksida, maka makin tinggi derajat kerusakan minyak, dan makin rendah kualitas minyak tersebut.

Proses oksidasi dapat berlangsung bila terjadi kontak antara oksigen dengan minyak atau lemak. Asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada posisi allil dari ikatan rangkapnya membentuk senyawa peroksida. Produk utama oksidasi adalah senyawa hidroperoksida yang merupakan produk antara yang sangat tidak stabil, sehingga mudah membentuk produk oksidasi berikutnya (sekunder). Produk sekunder ini merupakan turunan lipida, dapat dihasilkan dari proses dekomposisi menjadi senyawa yang memiliki rantai karbon yang lebih pendek, sehingga mudah menguap seperti senyawa aldehida, keton, alkohol, hidrokarbon. Produk volatil ini yang menyebabkan bau tengik pada minyak atau lemak.

Pembentukan hidroperoksida dapat berlangsung melalui radikal bebas hasil inisiasi energi luar, seperti panas, sinar, maupun oleh senyawa kimia seperti ion logam atau metaloprotein. Namun dapat pula berlangsung secara otooksidasi, yaitu berlangsung tanpa sinar atau inisiasi dari energi lain.

Proses ini terjadi akibat penyimpanan produk yang terlalu lama. Penentuan angka peroksida dilakukan dengan metode iodometri. Prinsip metode ini berdasarkan banyaknya I_2 yang dilepaskan dari hasil reaksi antara senyawa

peroksida yang terikat pada minyak dengan I^- yang berasal dari larutan KI jenuh.

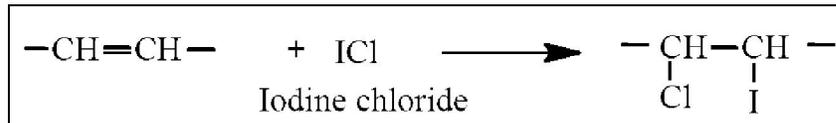
Dari hasil analisa diperoleh angka peroksida minyak biji pepaya sebelum dimurnikan sebesar 8,84 meq $O_2/1000$ g minyak dan sesudah dimurnikan sebesar 4,28 meq $O_2/1000$ g minyak. Terlihat angka peroksida yang diperoleh masih cukup besar. Hal ini dikarenakan kontak udara yang terlalu lama, sehingga oksigen aktif yang terikat cukup banyak.

4.3.10 Angka Iod

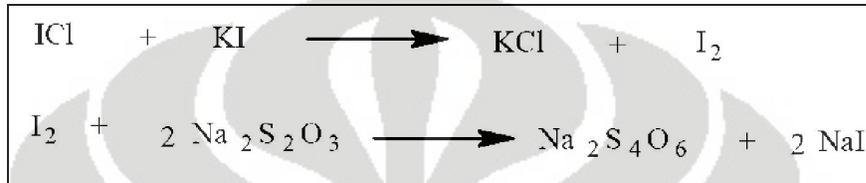
Angka iod dapat menunjukkan seberapa banyak asam lemak tidak jenuh yang terdapat dalam minyak atau lemak. Angka iod di definisikan sebagai jumlah mg iodium yang dapat diserap oleh 100 g minyak atau lemak. Asam lemak tidak jenuh dapat mengalami reaksi adisi dengan halogen pada ikatan rangkapnya. Gliserida dengan tingkat ketidakjenuhan tinggi akan mengikat iod dalam jumlah yang besar. Makin tinggi angka iod, maka makin tinggi derajat ketidakjenuhan minyak tersebut.

Penentuan angka iod pada penelitian ini menggunakan cara Wijs. Pereaksi Wijs merupakan larutan iod monoklorida dalam asam asetat glasial. Iod monoklorida akan bereaksi dengan ikatan rangkap, dan jumlah iodium yang bereaksi dapat ditentukan dengan cara mentitrasi iodium sisa dengan larutan standar natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$), setelah terlebih dahulu ditambahkan KI. KI disini berfungsi untuk mengubah ICl menjadi I_2 .

Berikut reaksi yang terjadi:



Kelebihan ICl yang tidak bereaksi akan bereaksi dengan KI:

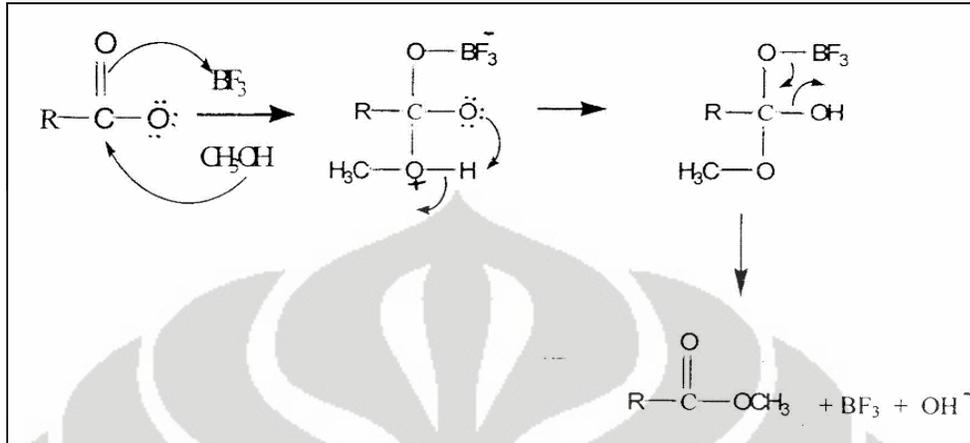


Dari hasil analisis diperoleh, angka iod minyak biji pepaya sebelum pemurnian adalah 62,78 g iod/100 g minyak, sedangkan untuk minyak yang sudah dimurnikan sebesar 61,60 g iod/100 g minyak.

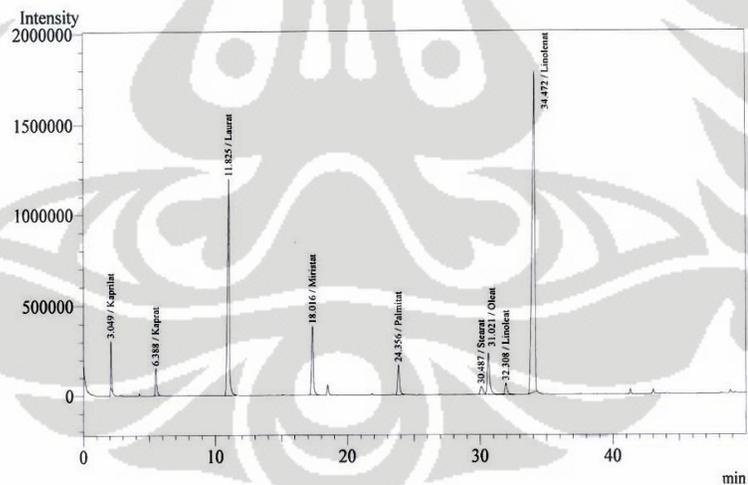
4.4 KOMPOSISI ASAM LEMAK PENYUSUN TRIGLISERIDA

Komposisi asam lemak penyusun trigliserida sangat berpengaruh terhadap sifat fisiko-kimia minyak tersebut. Metode analisis yang sering digunakan adalah Kromatografi Gas. Analisa asam lemak tidak dilakukan langsung dari asam lemak bebas hasil hidrolisis trigliseridanya, tetapi di analisis dalam bentuk derivatnya yang memberikan senyawaan baru yang bersifat volatil, yaitu dalam bentuk metil esternya. Asam lemak yang dibebaskan dari trigliserida dapat diubah menjadi metil ester melalui reaksi transesterifikasi dengan menggunakan katalis BF_3 -metanolat. BF_3 merupakan katalis asam lewis yang berperan mempercepat reaksi transesterifikasi.

Berikut mekanisme reaksi transesterikasi:



Secara kualitatif, waktu retensi setiap asam lemak bersifat spesifik, sehingga kandungan asam lemak minyak biji pepaya dapat diketahui dengan membandingkan waktu retensi standar asam lemak dengan waktu retensi minyak biji pepaya. Berikut kromatogram gas standar asam lemak:



Gambar 7. Kromatogram Gas Standar Asam Lemak

Berikut data waktu retensi standar asam lemak:

Tabel 4. Data Standar Asam Lemak

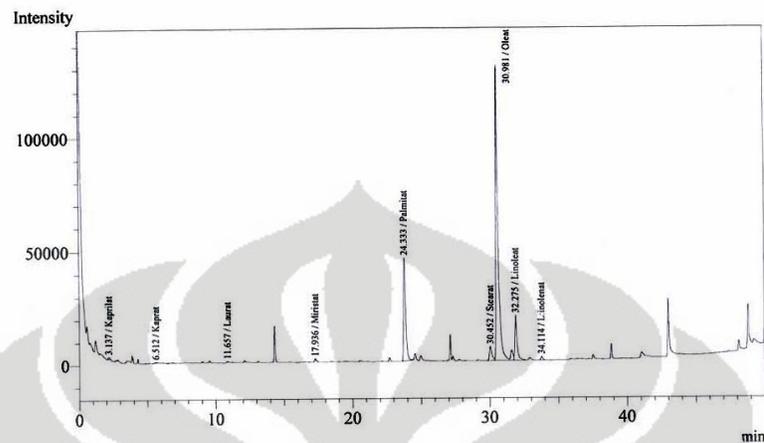
Asam Lemak	Waktu Retensi Standar (menit)
Asam Kaprilat (C _{8:0})	3,039
Asam Kaprat (C _{10:0})	6,388
Asam Laurat (C _{12:0})	11,825
Asam Miristat (C _{14:0})	18,016
Asam Palmitat (C _{16:0})	24,356
Asam Stearat (C _{18:0})	30,487
Asam Oleat (C _{18:1})	31,021
Asam Linoleat (C _{18:2})	32,308
Asam Linolenat (C _{18:3})	34,472

Keterangan: C_{m:n}, dimana *m* = panjang rantai karbon, *n* = banyaknya ikatan rangkap.

Secara kuantitatif, persentase kandungan dari masing-masing asam lemak dapat diketahui dengan membandingkan luas area relatif dengan luas area total.

$$\% \text{ Asam Lemak} = \frac{\text{Area Asam Lemak Sampel}}{\text{Area Total} - \text{Area pelarut}} \times 100\%$$

Berikut kromatogram dari minyak biji pepaya:



Gambar 8. Kromatogram Gas Asam Lemak Minyak Biji Pepaya

Dari hasil analisis kromatografi gas, diketahui bahwa kandungan asam lemak minyak biji pepaya adalah asam kaprilat (0,35%), asam kaprat (0,08%), asam laurat (0,07%), asam miristat (0,1%), asam palmitat (20,3%), asam stearat (3,33%), asam oleat (66,1%), asam linoleat (8,99%), dan asam linolenat (0,61%). Dengan demikian, komposisi terbesar asam lemak penyusun trigliserida minyak biji pepaya adalah asam oleat sebesar 66,1% dan asam palmitat sebesar 20,3%. Kandungan asam lemak penyusun trigliserida dari minyak biji pepaya yang dapat teridentifikasi adalah 99,93%. Berat molekul (M_r) rata-rata trigliserida minyak biji pepaya adalah sebesar 865,0322 g/mol.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

1. Minyak biji pepaya yang diperoleh dengan cara ekstraksi sinambung menggunakan peralatan ekstraksi Soxhlet dengan pelarut *n*-heksana, memiliki kadar sebesar 26.7% dari berat kering bijinya.
2. Komposisi asam lemak penyusun trigliserida dari minyak biji pepaya adalah asam kaprilat (0,35%), asam kaprat (0,08%), asam laurat (0,07%), asam miristat (0,1%), asam palmitat (20,3%), asam stearat (3,33%), asam oleat (66,1%), asam linoleat (8,99%), dan asam linolenat (0,61%).
3. Sifat fisiko-kimia minyak sangat dipengaruhi oleh komposisi asam lemak penyusun trigliseridanya.

5.2 SARAN

Minyak biji pepaya memiliki kadar yang cukup tinggi (> 25%), sehingga berpotensi sebagai sumber minyak nabati alternatif bagi kebutuhan non-pangan. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk pemanfaatannya

bagi kebutuhan non-pangan misalnya biodiesel, sehingga diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomis biji pepaya.



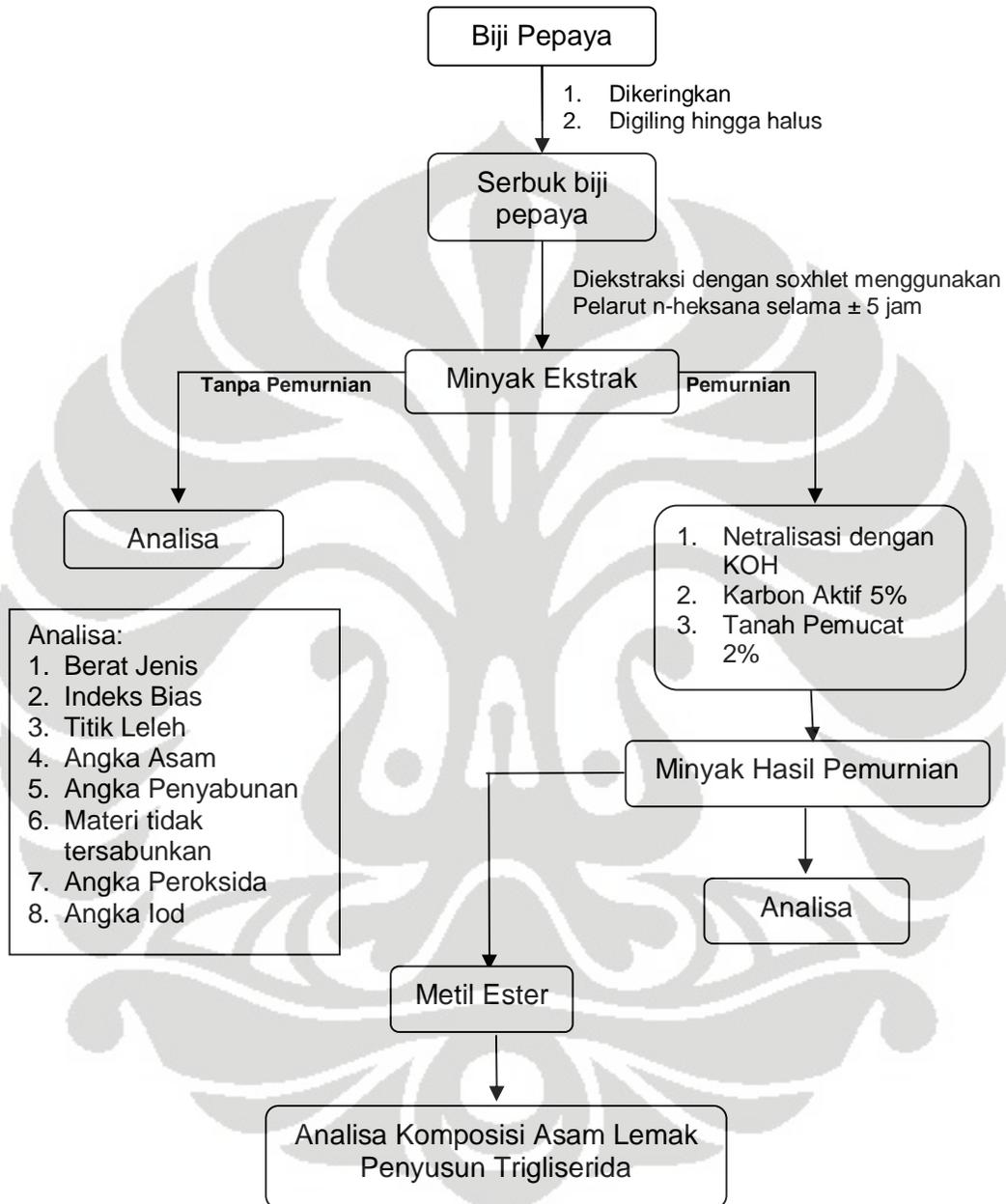
DAFTAR PUSTAKA

1. Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Edisi I, UI-Press. Jakarta
2. Dharmawati, V. 2007. *Studi Ekstraksi dan Penentuan Sifat Fisiko-Kimia serta Komposisi Asam Lemak Penyusun Triglicerida dari Minyak Biji Kapuk*. Karya Utama Sarjana Kimia. FMIPA-UI. Depok
3. Chan, Heu, Tang, Okazaki, Ishizaki. (1978). *Composition of Papaya Seeds*. *Journal of Food Science* 43 (1) , 255–256
4. Puangsri, Abdulkarim, Ghazali. (2005). *Properties of Carica papaya L. (Papaya) Seed Oil Following Extractions Using Solvent and Aqueous Enzymatic Methods*. *Journal of Food Lipids* 12 (1) , 62–76
5. Nguyen, Tarandjiiska. (2006). *Lipid Classes, Fatty Acids and Triglycerides in Papaya Seed Oil*. *Fett Wissenschaft Technologie/Fat Science Technology* 97 (1) , 20 - 23
6. *Papaya*. Diakses dari en.wikipedia.org/wiki/Papaya. 19 April 2008,11.30 WIB.
7. *Pepaya (Carica papaya L.)* . Diakses dari [.http://www.warintek.ristek.go.id/pangan_kesehatan/tanaman_obat/lipi_pdi/pepaya.htm](http://www.warintek.ristek.go.id/pangan_kesehatan/tanaman_obat/lipi_pdi/pepaya.htm). 19 April 2008, 11:38 WIB.

8. *Pepaya Tanaman Obat*. Diakses dari <http://ahmadirfan.oggix.org/2008/03/03/pepaya-tanaman-obat/>. 19 April 2008, 12:10 WIB.
9. *Carica papaya Linn*. Diakses dari <http://www.proseanet.org/florakita/>. 19 April 2008, 11:45 WIB.
10. *Carica papaya*. Diakses dari www.floridata.com/ref/C/cari_pap.cfm. 19 April 2008, 12:00 WIB.
11. *Agribisnis Budidaya Pepaya dan Papain*. Diakses dari <http://cianjurkab.go.id/content/static/pdf/pepaya.pdf>., 18 April 2008, 10:35 WIB.
12. Page, D. S. 1989. *Prinsip-Prinsip Biokimia*. Erlangga, Jakarta
13. Christie, W.W. 2007. *Triacylglycerols*. Diakses dari www.lipidlibrary.co.uk. 8 Januari 2008, 11:24 WIB.
14. Fessenden, Fessenden. 1986. *Kimia Organik Jilid 2, terj.* Aloysius H.P. Penerbit Erlangga. Jakarta
15. Hudiyo, S. 2005. *Lipid: Kimia, Biokimia dan Pangan*. Departemen Kimia FMIPA-UI. Depok
16. Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Cetakan ke-6. PT. Gramedia Pustaka Umum. Jakarta
17. *Carica papaya*. Diakses dari <http://www.motherherbs.com/carica-papaya.html>. 19 April 2008, 12:38 WIB.
18. Hidayati, N. D. 2007. *Studi Pendahuluan Penentuan Sifat Fisiko-Kimia dan Asam Lemak Penyusun Trigliserida Minyak Biji Kemiri Cina (Aleurites*

- trisperma*) Hasil Ekstraksi. Karya Utama Sarjana Kimia. FMIPA-UI.
Depok
19. Sunardi. 2006. *Penuntun Praktikum Kimia Analisa Instrumentasi*.
Departemen Kimia FMIPA-UI. Depok
20. Christie, W. W. 1989. *Gas Chromatography and Lipids*. Oily Press.
Bridgwater.
21. Budi. 1996. *Studi Ekstraksi Lemak Biji Beberapa Jenis Rambutan
(Nephelium lappaceum [Linn.]), Beserta Penentuan Sifat-Sifat Fisiko-
Kimia dan Komposisi Asam Lemak Penyusun Trigliseridanya*. Karya
Utama Sarjana Kimia. FMIPA-UI. Depok.
22. *Manfaat Getah Pepaya* . Diakses dari
<http://www.halalguide.info/content/view/766/38/>. 19 April 2008, 12:30 WIB.
23. Tim Biokimia. 2007. *Penuntun Praktikum Biokimia*. Departemen Kimia.
FMIPA-UI. Depok
24. Haryanti, W. D. 2006. *Ekstraksi Lemak Biji Tengawang dan Penentuan
Sifat Fisiko-Kimia Beserta Penentuan Komposisi Asam Lemak Penyusun
Trigliseridanya*. Tesis Magister Ilmu Kimia. FMIPA-UI. Depok.
25. Yulianti, D. 2006. *Studi Ekstraksi dan Penentuan Sifat Fisiko-Kimia serta
Komposisi Asam Lemak Penyusun Trigliseriga dari Minyak Biji Kemiri
(Aleurites moluccana)*. Karya Utama Sarjana Kimia. FMIPA-UI. Depok.

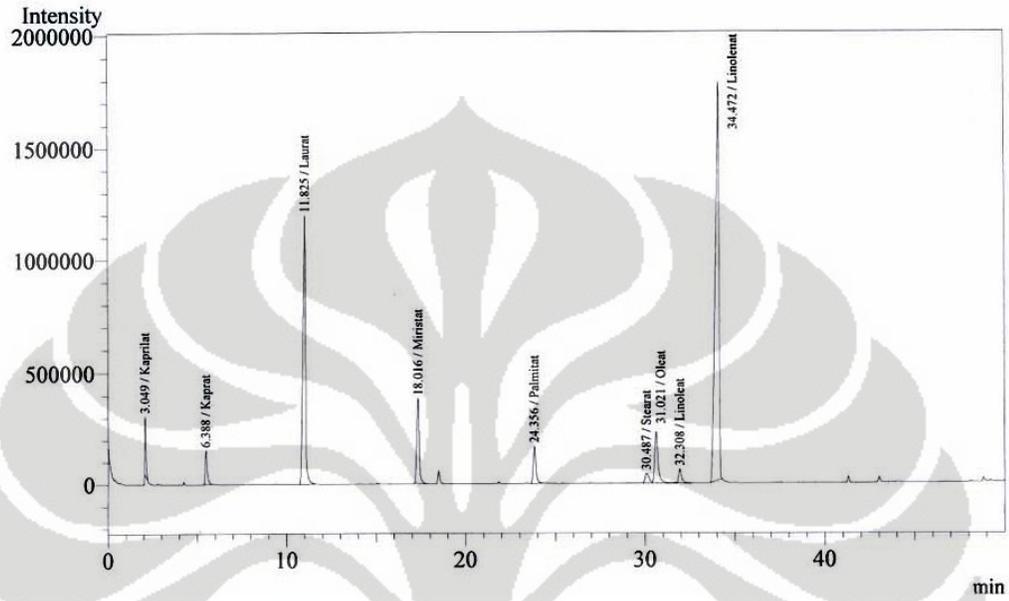
Lampiran 1. Bagan Kerja



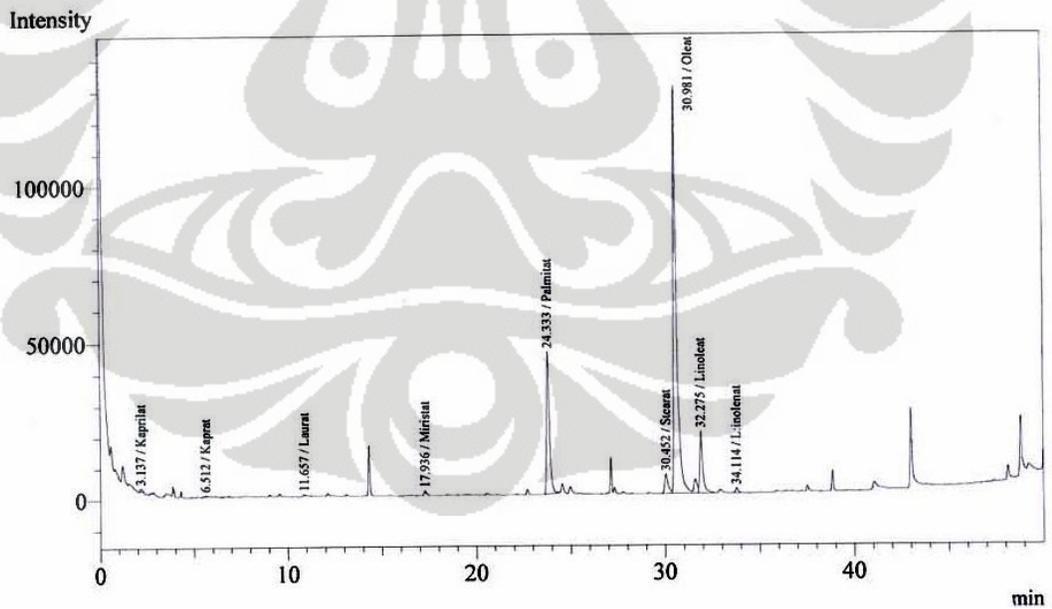
Lampiran 2. Kebun pepaya di Cihideung, Bogor



Lampiran 3. Kromatogram analisa komposisi asam lemak penyusun trigliserida minyak biji pepaya



Kromatogram standar asam lemak



Kromatogram asam lemak minyak biji pepaya

Lampiran 4. Hasil analisa Komposisi asam lemak penyusun trigliserida
minyak biji pepaya

H A S I L
TEST RESULT

Nomor Seri : 3865
Serial Number

Nomor / Number : 3865/LHU/Bd/ABICAL.1/VI/2008

Nomor Analisis : 4944
Analysis Number

Halaman / Page : 2 Dari / of 2

Parameter	Satuan	Hasil	Metoda Uji/Teknik
Asam lemak jenuh			GC
Asam kaprilat, (C ₈)	%	0,35	
Asam kaprat, (C ₁₀)	%	0,08	
Asam laurat, (C ₁₂)	%	0,07	
Asam miristat, (C ₁₄)	%	0,1	
Asam palmitat, (C ₁₆₋₀)	%	20,3	
Asam stearat, (C ₁₈₋₀)	%	3,33	
Asam lemak tidak jenuh			GC
Asam oleat, (C ₁₈₋₁)	%	66,1	
Asam linoleat, (C ₁₈₋₂)	%	8,99	
Asam linolenat, (C ₁₈₋₃)	%	0,61	

ASLI
ORIGINAL

Laboratorium Analisis dan Kalibrasi
Balai Besar Industri Agro

Analytical and Calibration Laboratories
Center for Agro-Based Industry

Manajer Teknis Pengujian



R. Nan
(Renawati Iskandar, M.Phil)

HASIL PENGUJIAN INI TIDAK UNTUK DIGANDAKAN
DAN HANYA BERLAKU UNTUK CONTOH-CONTOH
TERSEBUT DIATAS.
PENGAMBILAN CONTOH BERTANGGUNG JAWAB
ATAS KEBENARAN TANDING BARANG.

FAD.04a

Lampiran 5. Pengolahan Data

1. Berat Jenis Minyak Biji Pepaya

$$\frac{(\text{berat piknometer} + \text{minyak}) - \text{berat piknometer kosong}}{\text{berat air}}$$

- Minyak Tanpa Pemurnian

Berat piknometer kosong = 15,5188 g

Berat piknometer + air = 25,2845 g

Berat air = 9,7657 g

Berat piknometer + minyak = 23,8754 g

Berat minyak = 8,3566 g

Berat jenis minyak tanpa pemurnian = $\frac{23,8754 - 15,5188}{9,7657} = 0,8557 \text{ g/ml}$

- Minyak Murni

Berat piknometer kosong = 15,5188 g

Berat piknometer + air = 25,2845 g

Berat air = 9,7657 g

Berat piknometer + minyak = 23,7808 g

Berat minyak = 8,262 g

Berat jenis minyak murni = $\frac{23,7808 - 15,5188}{9,7657} = 0,8460 \text{ g/ml}$

2. Angka Asam

$$\frac{V_s \times N \times 56,1}{G}$$

Dimana : V_s = jumlah mL KOH yang dibutuhkan untuk titrasi

N = normalitas larutan KOH

G = berat sampel

56,1 = berat ekivalen KOH

Standarisasi KOH dilakukan dengan membuat larutan KHP 0,1 N yaitu 1,0215 g KHP (BE = 204,22) dilarutkan dengan aquadest menjadi 50 mL larutan KHP. Membuat larutan KOH dengan melarutkan 1,4025 g KOH dengan aquadest menjadi 250 mL. Larutan KHP dititrasi dengan larutan KOH diperoleh normalitas KOH sebesar 0,0825 N.

- Minyak Tanpa Pemurnian

$$G_1 = 0,1053 \text{ g}$$

$$V_{s1} = 0,38 \text{ mL}$$

$$\text{Angka Asam}_1 = \frac{0,38 \times 0,0825 \times 56,1}{0,1053} = 16,70$$

$$G_2 = 0,1027 \text{ g}$$

$$V_{s2} = 0,37 \text{ mL}$$

$$\text{Angka Asam}_2 = \frac{0,37 \times 0,0825 \times 56,1}{0,1027} = 16,67$$

$$\overline{\text{Angka Asam}} = \frac{16,70 + 16,67}{2} = 16,685$$

- Minyak Murni

$$G_1 = 0,1087 \text{ g}$$

$$V_{s1} = 0,07 \text{ mL}$$

$$\text{Angka Asam}_1 = \frac{0,07 \times 0,0825 \times 56,1}{0,1087} = 2,98$$

$$G_2 = 0,1082 \text{ g}$$

$$Vs_2 = 0,06 \text{ mL}$$

$$\text{Angka Asam}_2 = \frac{0,06 \times 0,0825 \times 56,1}{0,1082} = 2,57$$

$$\overline{\text{Angka Asam}} = \frac{2,98 + 2,57}{2} = 2,2775$$

3. Angka Penyabunan

$$\text{Angka Penyabunan} = \frac{(Vb - Vs) \times N \times 56,1}{G}$$

Dimana :

Vb = Jumlah mL HCl 0,5 N yang dibutuhkan untuk menitrasi blanko

Vs = Jumlah mL HCl 0,5 N yang dibutuhkan untuk menitrasi sample

N = Normalitas KOH

G = Berat sampel minyak (g)

56,1 = Berat ekivalen KOH

- Minyak Tanpa Pemurnian

$$Vb = 10,83 \text{ mL}$$

$$G_1 = 1,0044 \text{ g}$$

$$Vs_1 = 5,31 \text{ mL}$$

$$\text{Angka Penyabunan}_1 = \frac{(10,83 - 5,31) \times 0,535 \times 56,1}{1,0044} = 164,95$$

$$G_2 = 1,0062 \text{ g}$$

$$Vs_2 = 5,37 \text{ mL}$$

$$\text{Angka Penyabunan}_2 = \frac{(10,83 - 5,37) \times 0,535 \times 56,1}{1,0062} = 162,86$$

$$\overline{\text{Angka Penyabunan}} = \frac{164,95 + 162,86}{2} = 163,91$$

- Minyak Murni

$$V_b = 11 \text{ mL}$$

$$G_1 = 1,0026 \text{ g}$$

$$V_{s1} = 5,73 \text{ mL}$$

$$\text{Angka Penyabunan}_1 = \frac{(11 - 5,73) \times 0,535 \times 56,1}{1,0026} = 157,76$$

$$G_2 = 1,0111 \text{ g}$$

$$V_{s2} = 5,75 \text{ mL}$$

$$\text{Angka Penyabunan}_2 = \frac{(11 - 5,75) \times 0,535 \times 56,1}{1,0111} = 155,84$$

$$\overline{\text{Angka Penyabunan}} = \frac{157,76 + 155,84}{2} = 156,8$$

4. Materi Tidak Tersabunkan

$$\frac{(BR - BA) \times 0,056}{G} \times 100\%$$

Dimana : BR = Berat residu (g)

BA = Berat asam lemak (g)

= jumlah mL KOH 0,02 N x normalitas KOH x 0,056

B = Berat sampel (g)

0,056 = Berat molekul KOH / 1000

- Minyak Tanpa Pemurnian

Berat sampel minyak (B) = 2,0513 g

Berat residu (BR) = 0,2637 g

Volume KOH 0,02 N untuk menitrasi sampel = 14,99 mL

BA = 14,99 x 0,016 x 0,056 = 0,01343 g

Materi Tidak Tersabunkan = $\frac{(0,2637 - 0,01343) \times 0,056}{2,0513} \times 100\% = 0,68\%$

- Minyak Murni

Berat sampel minyak (B) = 2,0028 g

Berat residu (BR) = 0,2088 g

Volume KOH 0,02 N untuk menitrasi sampel = 14,02 mL

BA = 14,02 x 0,016 x 0,056 = 0,01256 g

Materi Tidak Tersabunkan = $\frac{(0,2088 - 0,01256) \times 0,056}{2,0028} \times 100\% = 0,55\%$

5. Angka Peroksida

$$\text{Angka Peroksida} = \frac{(V_s - V_b) \times N \times 1000}{G}$$

Dimana : V_b = Jumlah mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang dibutuhkan untuk menitrasi blanko

V_s = Jumlah mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang dibutuhkan untuk menitrasi sampel

N = Normalitas larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

G = Berat sampel minyak

- Minyak Tanpa Pemurnian

$$G_1 = 1,0070 \text{ g}$$

$$Vs_1 = 0,18 \text{ mL}$$

$$Vb = 0,10 \text{ mL}$$

$$\text{Angka Peroksida}_1 = \frac{(0,18 - 0,10) \times 0,0993 \times 1000}{1,0070} = 7,889$$

$$G_1 = 1,0142 \text{ g}$$

$$Vs_1 = 0,20 \text{ mL}$$

$$Vb = 0,10 \text{ mL}$$

$$\text{Angka Peroksida}_2 = \frac{(0,20 - 0,10) \times 0,0993 \times 1000}{1,0142} = 9,79$$

$$\text{Angka Peroksida} = \frac{7,889 + 9,79}{2} = 8,839$$

- Minyak Murni

$$G_1 = 1,0333 \text{ g}$$

$$Vs_1 = 0,10 \text{ mL}$$

$$Vb = 0,06 \text{ mL}$$

$$\text{Angka Peroksida}_1 = \frac{(0,10 - 0,06) \times 0,0993 \times 1000}{1,0333} = 3,84$$

$$G_2 = 1,0498 \text{ g}$$

$$Vs_2 = 0,11 \text{ mL}$$

$$Vb = 0,06 \text{ mL}$$

$$\text{Angka Peroksida}_2 = \frac{(0,11 - 0,06) \times 0,0993 \times 1000}{1,0498} = 4,73$$

$$\overline{\text{Angka Peroksida}} = \frac{3,84 + 4,73}{2} = 4,285$$

6. Angka lod

$$\text{Angka lod} = \frac{(V_b - V_s) \times N \times 12,69}{G}$$

Dimana : V_b = Jumlah mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang dibutuhkan untuk menitrasi blanko

V_s = Jumlah mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang dibutuhkan untuk menitrasi sampel

N = Normalitas larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

G = Berat sampel minyak

$$12,69 = \frac{\text{BA lod}}{10}$$

- Minyak Tanpa Pemurnian

$$G_1 = 0,5026 \text{ g}$$

$$V_{s1} = 15,32 \text{ mL}$$

$$V_b = 40,37 \text{ mL}$$

$$\text{Angka lod}_1 = \frac{(40,37 - 15,32) \times 0,0993 \times 12,69}{0,5026} = 62,80$$

$$G_2 = 0,5040 \text{ g}$$

$$V_{s2} = 15,27 \text{ mL}$$

$$V_b = 40,37 \text{ mL}$$

$$\text{Angka lod}_2 = \frac{(40,37 - 15,27) \times 0,0993 \times 12,69}{0,5040} = 62,76$$

$$\overline{\text{Angka lod}} = \frac{62,80 + 62,76}{2} = 62,78$$

- Minyak Murni

$$G_1 = 0,5110 \text{ g}$$

$$Vs_1 = 15,62 \text{ mL}$$

$$Vb = 40,37 \text{ mL}$$

$$\text{Angka lod}_1 = \frac{(40,37 - 15,62) \times 0,0993 \times 12,69}{0,5110} = 61,02$$

$$G_2 = 0,5049 \text{ g}$$

$$Vs_2 = 15,45 \text{ mL}$$

$$Vb = 40,37 \text{ mL}$$

$$\text{Angka lod}_2 = \frac{(40,37 - 15,45) \times 0,0993 \times 12,69}{0,5049} = 62,18$$

$$\overline{\text{Angka lod}} = \frac{61,02 + 62,18}{2} = 61,60$$

7. Berat Molekul (Mr) Rata-Rata Triglicerida Minyak Biji Pepaya

$$\text{Mr Triglicerida} = \text{Mr Gliserol} + (3 \times \text{Mr rata-rata asam lemak}) - (3 \times \text{Mr Air})$$

Asam Lemak	Mr (g/mol)	Komposisi (%)	Mr x Komposisi
Asam Kaprilat	144	0.35	0.5040
Asam Kaprat	172	0.08	0.1376
Asam Laurat	184	0.07	0.1288
Asam Miristat	212	0.10	0.2120
Asam Palmitat	256	20.30	51.9680
Asam Stearat	284	3.33	9.4572
Asam Oleat	282	66.10	186.4020
Asam Linoleat	280	8.99	25.1720
Asam Linolenat	278	0.61	1.6958
Total		99.93	275.6774

$$\text{Mr Rata-rata Asam Lemak} = 275,6774 \text{ g/mol}$$

$$\text{Mr Air} = 18 \text{ g/mol}$$

$$\text{Mr Gliserol} = 92 \text{ g/mol}$$

$$\text{Mr Triglicerida} = 92 + (3 \times 275,6774) - (3 \times 18) = 865,0322 \text{ g/mol}$$

Jadi, berat molekul (Mr) rata-rata triglicerida dari minyak biji pepaya adalah 865,0322 g/mol