



Hidrolisis Asam Lemak Dari Buah Sawit Sisa Sortiran

Leni Maulinda¹, Nasrul ZA², Nurbaity³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355
Korespondensi: HP: 085275538076, e-mail: l3ny_1977@yahoo.co.id

Abstrak

Asam lemak merupakan unit pembangun yang sifatnya khas untuk setiap lemak, disebut juga asam alkanoat atau asam karboksilat. Penelitian ini menggunakan bahan baku buah sawit sisa sortiran untuk menghasilkan asam lemak. Buah sawit sisa sortiran adalah buah sawit yang sudah melewati waktu panen TBS (Tandan Buah Segar) dengan kadar asam lemaknya yang tinggi. Bila buah sawit sisa sortiran ini diolah dengan TBS akan menurunkan kualitas CPO (Crude Palm Oil) yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengaktifkan enzim lipase yang terdapat pada buah kelapa sawit yang akan menghidrolisa trigliserida menjadi asam lemak dan gliserol. Buah sawit dipisahkan dari inti buah kemudian diblender dengan volume etanol 40%, 45%, 50%, 55% dan 60% (dari berat sampel). Kemudian dilanjutkan dengan penyimpanan 1, 2, dan 3 hari pada suhu 30°C, 35°C, 40°C, 45°C, dan 50°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar asam lemak terbaik yaitu 48,7% didapatkan pada suhu 30°C, penambahan etanol 60% dan lama penyimpanan 3 hari, dengan densitas 0,907 gr/ml, bilangan peroksida 13,5 meq/kg dan kadar air 0,07%.

Kata kunci : Buah sawit sisa sortiran, asam lemak, enzim lipase

1. Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan tumbuhan tropis yang tergolong dalam *family palmae* dan berasal dari Afrika Barat. Meskipun demikian, dapat tumbuh di luar daerah asalnya, termasuk di Indonesia. Kelapa sawit merupakan tanaman dengan nilai ekonomis yang cukup tinggi karena salah satu tanaman penghasil minyak nabati. Sampai saat ini Indonesia merupakan salah satu produsen minyak sawit dunia. Sebagai bahan oleopangan, minyak kelapa sawit umumnya digunakan untuk minyak goreng, margarin, vanaspati dan pengganti lemak coklat (*cocoa butter*), sedangkan sebagai bahan nonpangan (oleokimia) dapat berupa asam lemak, gliserin, sabun, deterjen, pelumas, plastisizer, kosmetik dan alternatif bahan bakar diesel. Kelapa sawit mengandung lebih kurang 67% daging buah

kelapa sawit (brondolan), 23% janjangan kosong (tandan kosong) dan 10% air (penguapan). Di dalam daging buah diperoleh kadar minyak mentah (*Crude Palm Oil*) sekitar 43%, biji 11% dan amplas 13% dalam biji mengandung inti sekitar 5%, cangkang 5% dan air 1% (*Anonymous, 1985*).

Salah satu produk oleokimia yang dapat diperoleh dari minyak sawit adalah asam lemak. Asam lemak disusun oleh rangkaian karbon dan merupakan unit pembangun yang sifatnya khas untuk setiap lemak. Ikatan antara karbon yang satu dengan yang lainnya pada asam lemak dapat berupa ikatan jenuh dan dapat pula berupa ikatan tidak jenuh/rangkap (Suwandi, dkk., 1989). Asam lemak disebut juga asam alkanoat atau asam karboksilat. Secara umum rumus molekulnya adalah $C_nH_{2n}O_2$ dan rumus umumnya adalah R-COOH dan rumus bangunnya adalah mempunyai gugus fungsi R-C-OH. Klasifikasi asam lemak terdiri dari 2 bagian: yaitu asam lemak jenuh (*saturated*) dan asam lemak tak jenuh (*unsaturated*). Asam lemak jenuh adalah asam lemak yang atom karbonnya memiliki ikatan jenuh (ikatan tunggal) dan asam lemak tak jenuh yaitu asam lemak yang atom karbonnya memiliki ikatan rangkap. Komposisi asam lemak dapat dilihat pada Tabel 1.

Bagi Indonesia kebutuhan akan asam lemak ini akan semakin meningkat pada tahun-tahun mendatang, karena asam lemak ini banyak dipakai pada berbagai industri seperti industri ban, kosmetik, plastik, cat, farmasi, deterjen dan sabun. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu langkah dalam pemenuhan asam lemak di Indonesia. Selama ini penyebab utama kurangnya minat para pengusaha untuk memproduksi asam lemak bebas adalah karena proses pembuatannya yang dinilai tidak ekonomis, dan juga karena minyak sawit pada saat ini sudah memiliki pangsa pasar yang baik sebagai bahan minyak makan (Gerindi, 1993).

Ada tiga proses pembuatan asam lemak:

- a. Hidrolisa minyak dengan (H_2O)

Hidrolisa minyak dengan (H_2O) merupakan metoda yang umum dipakai untuk menghasilkan asam lemak. Reaksi ini akan menghasilkan gliserol

sebagai produk samping. Reaksi ini dilakukan pada suhu 240°C-260°C dan tekanan 45-50 bar. Pada proses ini derajat pemisahan mampu mencapai 99%. Hal yang membuat proses ini kurang efisien adalah karena proses ini memerlukan energi yang cukup besar dan komponen-komponen minor yang ada didalamnya seperti β -karoten mengalami kerusakan.

Tabel 1 Komposisi asam lemak pada beberapa sumber minyak nabati

Asam Lemak	Rumus Kimia	Palm Oil (%)	PKO (%)	Kelapa (%)	Kedelai (%)	Bunga Matahari (%)	Kapas (%)
Asam Lemak Jenuh:							
Asam Kaproat	C ₅ H ₁₁ COOH	-	3 – 7	0,0 – 0,8			-
Asam Kaprilat	C ₇ H ₁₇ COOH	-	3 – 4	5,5 – 9,5			-
Asam Kaprat	C ₉ H ₁₉ COOH		-	4,5 – 9,5			-
Asam Laurat	C ₁₁ H ₂₃ COOH	-	46 – 52	44,0 – 52,0	0 – 0,1		-
Asam Miristat	C ₁₃ H ₂₇ COOH	1,1 – 2,5	14 – 17	13,0 – 19,0			1,4
Asam Palmitat	C ₁₅ H ₃₁ COOH	40 – 46	6,5 – 9	7,5 – 10,5	7 - 10	4 - 8	23,4
Asam Stearat	C ₁₇ H ₃₅ COOH	3,6 – 4,7	1 – 2,5	1,0 – 3,0	2 - 5	2,5	1,1
Asam Arachidat	C ₁₉ H ₃₉ COOH	-	-	0,0 – 0,4	0,2 - 1	0,1	1,3
Asam Lemak Tidak Jenuh:							
Asam Palmitoleat	C ₁₅ H ₂₉ COOH	-	-	0,0 – 1,3			2,0
Asam Oleat	C ₁₇ H ₃₃ COOH	39 – 45	13 – 19	5,0 – 8,0	11 – 60	2- - 35	22,9
Asam	C ₁₇ H ₃₁ COOH	7 - 11	0,5 - 2	1,5 – 2,5	15 - 64	45 - 68	47,8

Linoleat							
----------	--	--	--	--	--	--	--

Sumber : Ketaren, 2008

b. Hidrolisa Minyak Secara Enzimatik

Hidrolisa minyak secara enzimatik dilakukan dengan cara *immobilized* enzim *lipase*. Pada proses ini, kebutuhan energi yang diperlukan relatif kecil jika dibandingkan dengan proses hidrolisa minyak dengan H₂O pada suhu dan tekanan tinggi. Pada proses ini, kekurangannya adalah pemakaian enzim lipase yang sangat mahal. Rekasi ini dilakukan pada kondisi optimum dengan kondisi aktivitas enzim lipase yaitu pada suhu 35 °C dan pH 4,7 – 5. Derajat pemisahan pada proses ini mampu mencapai 90%.

c. Hidrolisa Secara Langsung Buah Kelapa Sawit dengan mengaktifkan Enzim *Lipase*

Hidrolisa langsung buah kelapa sawit sisa sortiran dengan mengaktifkan enzim *lipase* sebagai biokatalisator yang terdapat pada buah kelapa sawit merupakan suatu alternatif proses yang dapat dilakukan untuk memperoleh asam lemak. Enzim *lipase* yang terdapat pada buah sawit akan membantu air dalam menghidrolisa trigliserida menjadi asam lemak dan gliserol.

Selama ini asam lemak diperoleh dengan cara menghidrolisa minyak sawit pada suhu tinggi yaitu 240-260°C dan tekanan 45-50 bar ataupun secara enzimatik. Ditinjau dari segi teknik dan ekonomi, kedua cara ini dinilai kurang efisien karena memerlukan terlebih dahulu satu pabrik pengolahan untuk memproduksi CPO sebagai bahan bakunya. Untuk mengatasi hal ini, maka dilakukan penelitian proses pembuatan asam lemak alternatif yang lebih murah, yaitu memproduksi secara langsung asam lemak dari buah kelapa sawit sisa sortiran, dengan cara mengaktifkan enzim lipase yang terdapat pada buah sawit sisa sortiran (Paul, 1970).

Penelitian Tambun (2002), memperoleh asam lemak pada tingkat konversi hidrolisa minyak dan air sebanyak 54,446% dalam waktu 24 jam yaitu pada suhu kamar 28 0C dengan tekanan 1 atm dan penambahan air sebanyak

40% dari berat sampel. Pada penelitian tersebut mengkaji proses produksi asam lemak secara langsung dari buah segar kelapa sawit secara enzimatik, yaitu dengan cara mengaktifkan enzim lipase yang terdapat pada buah kelapa sawit segar. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kondisi terbaik dengan memvariasikan volume etanol, suhu dan waktu penyimpanan pada hidrolisis asam lemak dari buah sawit sisa sortiran serta untuk mengetahui persentase asam lemak yang dihasilkan.

Dengan berhasilnya penelitian ini, maka diharapkan mendatangkan beberapa manfaat diantaranya dapat memberikan informasi kepada masyarakat bahwa buah sawit sisa sortiran ini dapat diolah menjadi suatu produk baru berupa asam lemak menggunakan proses hidrolisa secara langsung buah kelapa sawit dengan mengaktifkan enzim lipase. Dimana asam lemak ini nanti dapat digunakan sebagai bahan baku pada industri ban, sepatu, softener, kosmetik, deterjen, sabun, farmasi dan *fatty alcohol*.

2. Bahan dan Metode Penelitian

2.1 Bahan

Penelitian ini menggunakan buah sawit sisa sortiran sebagai bahan baku selain etanol sebagai pelarutnya. Percobaan dilakukan pada variasi penggunaan jumlah pelarut 40%, 45%, 50%, 55%, 60% (dari berat sampel), suhu penyimpanan 30 °C, 35 °C, 40 °C, 45 °C, 50 °C dengan waktu reaksi 1 hari, 2 hari dan 3 hari.

2.2 Metode Penelitian

Buah sawit sisa sortiran yang telah disiapkan terlebih dahulu dicuci dan dipisahkan daging buah sawit dengan intinya. Kemudian ditimbang sebanyak 50 gram daging buah sawit tersebut dan dimasukkan ke dalam blender ditambahkan etanol sesuai dengan variasi yang telah ditentukan (40%, 45%, 50%, 55% dan 60% dari berat sampel dihancurkan sampai diperoleh slurry. Daging buah sawit yang telah dihancurkan dimasukkan ke dalam wadah dan disimpan dengan variasi waktu 1 hari, 2 hari, 3 hari dan temperatur 30 °C, 35 °C, 40 °C, 45 °C, dan 50 °C. Kemudian slurry tersebut di press dengan menggunakan kain saring

sehingga terjadi pemisahan antara cairan dan ampas. Lalu cairan yang dihasilkan tersebut diovenkan pada suhu 105°C, dengan tujuan untuk menguapkan air yang ada pada sampel.

3. Hasil dan Pembahasan

Asam Lemak merupakan hasil hidrolisa dari minyak sawit. Di dalam minyak sawit terdapat berbagai macam asam lemak, tetapi di dalam perhitungan, asam lemak yang digunakan adalah asam palmitat. Karena kandungan asam lemak yang terbanyak di dalam minyak sawit adalah asam palmitat. Setelah diperoleh produk asam lemak kemudian dilakukan analisa kadar asam lemak, analisa densitas, bilangan peroksida dan kadar air.

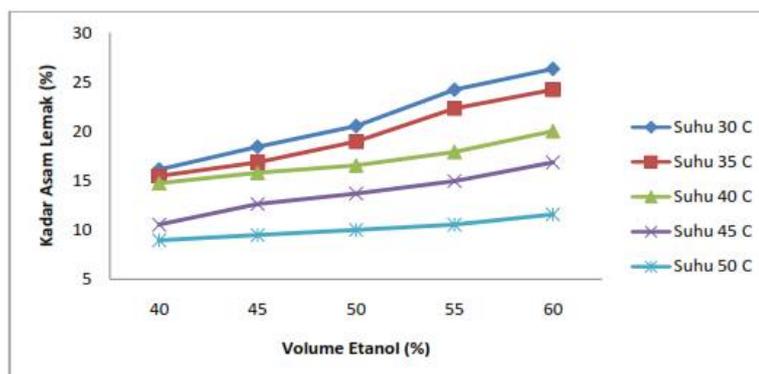
Secara umum suhu sangat berpengaruh pada reaksi kimia, dimana kenaikan suhu akan menaikkan kecepatan reaksi. Proses enzimatik pada dasarnya adalah serangkaian reaksi kimia sehingga kenaikan suhu akan meningkatkan kecepatan reaksi. Tetapi karena sifat enzim yang inaktif pada suhu tinggi, maka pada proses enzimatik ada batasan suhu supaya enzim dapat bekerja secara optimal (Tambun, 2002). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, kadar asam lemak yang paling tinggi di dapat pada suhu kamar yaitu 30°C. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa aktifitas enzim lipase pada buah kelapa sawit optimum pada suhu kamar dan sudah tidak aktif pada suhu pendinginan 8°C dan pemanasan pada suhu 45°C.

3.1 Pengaruh penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap kadar asam lemak buah sawit sisa sortiran pada waktu penyimpanan 1, 2 dan 3 hari

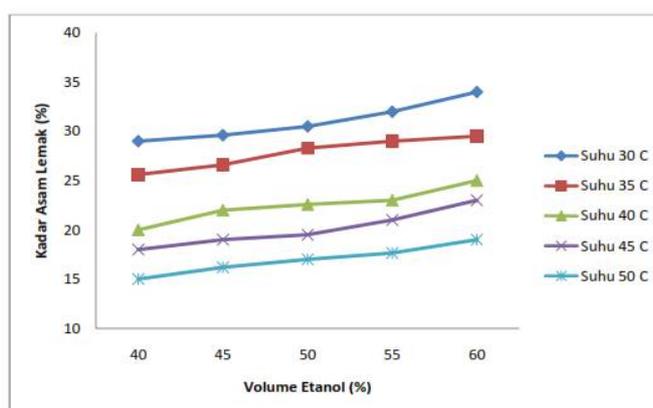
Grafik hubungan antara penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap kadar asam lemak pada waktu penyimpanan 1 hari, 2 hari dan 3 hari dapat di lihat pada Gambar 1, 2, dan 3.

Gambar 1, 2 dan 3 terdapat perbedaan kadar asam lemak pada waktu penyimpanan buah sawit sisa sortiran yang sama maupun pada waktu penyimpanan buah sawit sisa sortiran yang berbeda. Apabila penambahan etanol

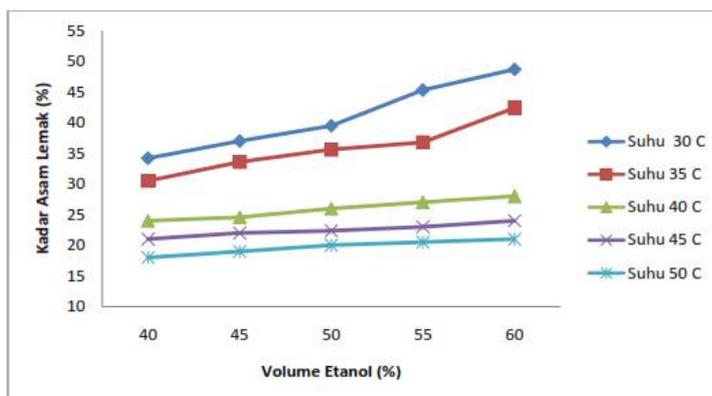
semakin meningkat maka asam lemak yang dihasilkan juga meningkat, tetapi apabila suhu penyimpanan semakin tinggi, kadar asam lemak yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena penambahan etanol dan suhu penyimpanan mempengaruhi kadar asam lemak. Penambahan Etanol berpengaruh pada reaksi yang terjadi, yaitu membantu terjadinya kontak antara substrat dengan enzim. Semakin banyak etanol yang ditambahkan maka kontak antara substrat dengan enzim akan semakin banyak terjadi sehingga persentase kadar asam lemak yang diperoleh juga semakin tinggi. Berdasarkan Gambar 1, 2 dan 3 dapat kita lihat bahwa kadar asam lemak yang tertinggi diperoleh pada waktu penyimpanan 3 hari yaitu 48,7 %.



Gambar 1. Grafik hubungan antara penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap kadar asam lemak pada waktu penyimpanan 1 hari



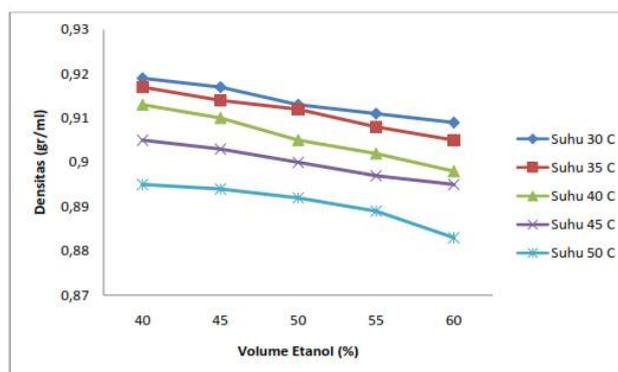
Gambar 2. Grafik hubungan antara penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap kadar asam lemak pada waktu penyimpanan 2 hari



Gambar 3. Grafik hubungan antara penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap kadar asam lemak pada waktu penyimpanan 3 hari

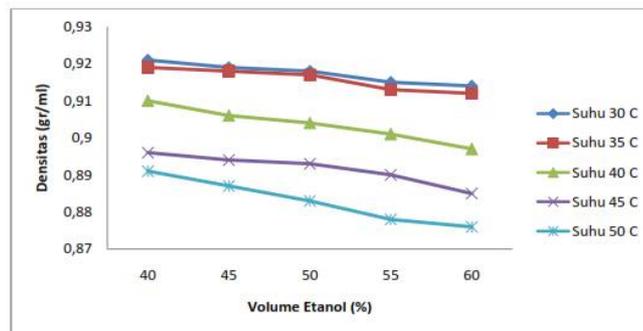
3.2 Pengaruh penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap densitas asam lemak buah sawit sisa sortiran pada waktu penyimpanan 1, 2 dan 3 hari

Densitas merupakan perbandingan berat dari suatu volume sampel dengan berat air pada volume yang sama. Penentuan densitas dilakukan dengan menggunakan piknometer. Metode yang digunakan ialah metode gravimetri. Grafik hubungan antara penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap densitas asam lemak pada waktu penyimpanan 1 hari, 2 hari dan 3 hari dapat dilihat pada Gambar 4, 5, dan 6.

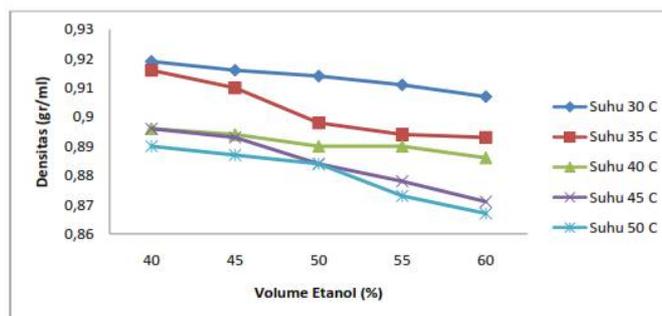


Gambar 4. Grafik hubungan antara penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap densitas asam lemak pada waktu penyimpanan 1 hari

Berdasarkan Gambar 4, 5 dan 6 di atas dapat kita lihat bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan dan penambahan etanol maka densitas asam lemak semakin rendah. Hal ini terjadi karena di dalam asam lemak mengandung air. Jika air dipanaskan terus-menerus sampai suhu tinggi akan berkurang volume air sehingga densitas semakin kecil (Aziz dan Wulandari). Berdasarkan literatur densitas asam lemak pada suhu 15⁰C adalah 0,924-0,929 gr/ml (Arlene, dkk., 2010). Standar Densitas rata-rata asam lemak buah sawit pada suhu 25 ⁰C adalah 0,910 gr/ml dan pada suhu 45⁰C adalah 0,896 gr/ml (Herlina, 2002).



Gambar 5. Grafik hubungan antara penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap densitas asam lemak pada waktu penyimpanan 2 hari



Gambar 6. Grafik hubungan antara penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap densitas asam lemak pada waktu penyimpanan 3 hari

3.3 Pengaruh penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap bilangan peroksida buah sawit sisa sortiran pada waktu penyimpanan 1, 2 dan 3 hari

Bilangan peroksida adalah nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak. Asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk peroksida. Cara yang sering digunakan

untuk menentukan bilangan peroksida, berdasarkan pada reaksi antara alkali iodida dalam larutan asam dengan ikatan peroksida, iod yang dibebaskan pada reaksi ini kemudian dititrasi dengan natrium thiosulfat, penentuan peroksida ini kurang baik dengan cara iodometri biasa meskipun peroksida bereaksi sempurna dengan alkali iod. Disamping itu dapat terjadi kesalahan yang disebabkan oleh reaksi antara alkali iodida dengan oksigen dari udara (Ketaren, 2008).

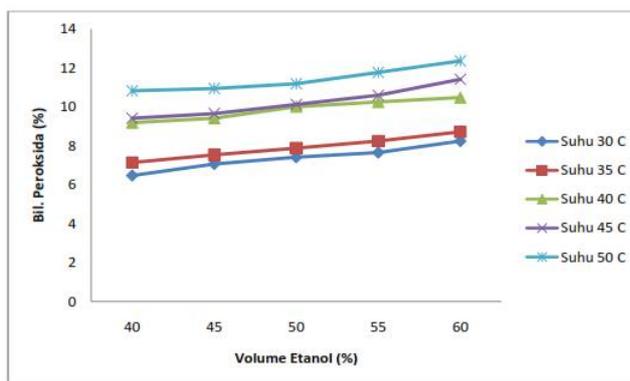
Pengukuran angka peroksida pada dasarnya adalah mengukur kadar peroksida dan hidroperoksida yang terbentuk pada tahap awal reaksi oksidasi lemak. Bilangan peroksida yang tinggi mengindikasikan lemak atau minyak sudah mengalami oksidasi, namun pada angka yang lebih rendah bukan selalu berarti menunjukkan kondisi oksidasi yang masih dini. Angka peroksida rendah bisa disebabkan laju pembentukan peroksida baru lebih kecil dibandingkan dengan laju degradasinya menjadi senyawa lain, mengingat kadar peroksida cepat mengalami degradasi dan bereaksi dengan zat lain. Oksidasi lemak oleh oksigen terjadi secara spontan jika bahan berlemak dibiarkan kontak dengan udara, sedangkan kecepatan proses oksidasinya tergantung pada tipe lemak dan kondisi penyimpanan (Winarno, 2004).

Faktor lain yang mempengaruhi kenaikan bilangan peroksida adalah cahaya. Cahaya merupakan akselerator terhadap timbulnya ketengikan. Kombinasi dari oksigen dan cahaya dapat mempercepat proses oksidasi, semakin cepat proses oksidasi, senyawa peroksida juga semakin cepat terbentuk (Ketaren, 2008).

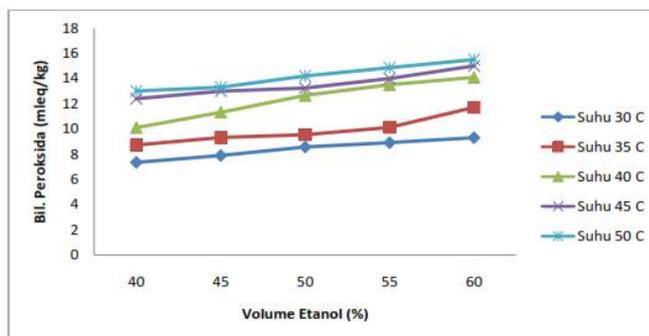
Grafik hubungan antara penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap bilangan peroksida asam lemak pada waktu penyimpanan 1 hari, 2 hari dan 3 hari dapat di lihat pada Gambar 7, 8, dan 9.

Berdasarkan Gambar 7, 8 dan 9 di atas dapat kita lihat bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan maka bilangan peroksida yang didapatkan juga semakin tinggi, hal ini terjadi karena semakin tinggi suhu, kecepatan oksidasi

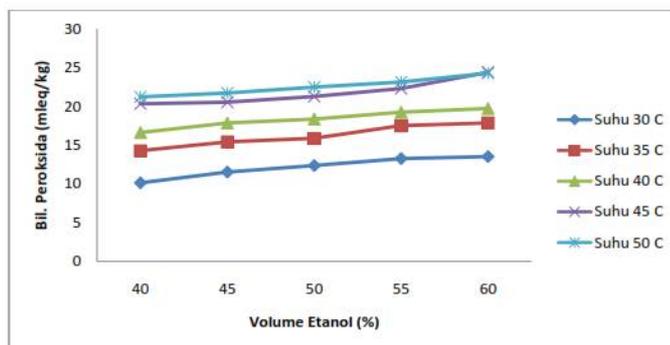
lemak juga semakin bertambah sehingga senyawa peroksida juga semakin bertambah. Kenaikan bilangan peroksida merupakan indikator bahwa minyak akan berbau tengik. Bilangan peroksida yang diharapkan adalah yang serendah mungkin sehingga minyak atau lemak tidak cepat rusak (Ketaren, 2008). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan bilangan peroksida pada asam lemak sudah masih memenuhi standar SNI.



Gambar 7. Grafik hubungan antara penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap bilangan peroksida asam lemak pada waktu penyimpanan 1 hari



Gambar 8. Grafik hubungan antara penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap bilangan peroksida asam lemak pada waktu penyimpanan 2 hari



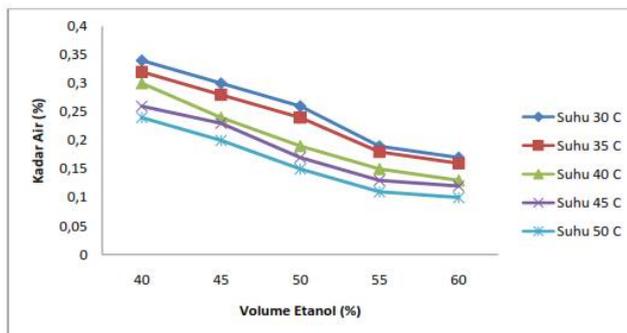
Gambar 9. Grafik hubungan antara penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap bilangan peroksida asam lemak pada waktu penyimpanan 3 hari

3.4 Pengaruh penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap kadar air buah sawit sisa sortiran pada waktu penyimpanan 1, 2 dan 3 hari

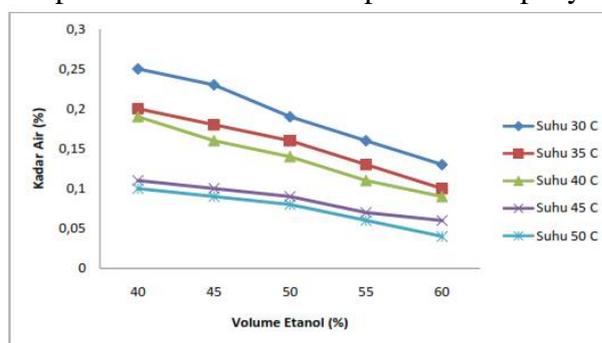
Kadar air merupakan salah satu sifat fisik dari bahan yang menunjukkan banyaknya air yang terkandung di dalam bahan. Kadar air biasanya dinyatakan dengan persentase berat air terhadap bahan basah atau dalam gram air untuk setiap 2 gram bahan yang disebut dengan kadar air basis basah (bb). Berat bahan kering atau padatan adalah berat bahan setelah mengalami pemanasan beberapa waktu tertentu sehingga beratnya tetap (konstan).

Kadar air adalah bahan yang menguap pada pemanasan dengan suhu dan waktu tertentu. Kadar air merupakan salah satu parameter untuk menentukan tingkat kemurnian minyak atau lemak dan berhubungan dengan daya simpannya, bau dan rasa. Kadar air sangat menentukan kualitas dari minyak atau lemak yang dihasilkan. Kadar air juga berperan dalam proses oksidasi maupun hidrolisis minyak yang akhirnya dapat menyebabkan ketengikan. Semakin tinggi kadar air, minyak akan semakin cepat tengik (Mualifah,2009).

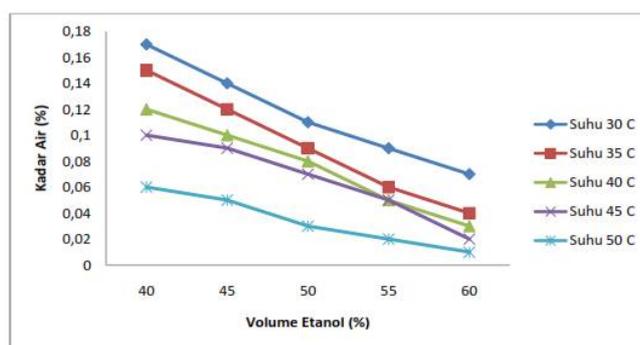
Grafik hubungan antara penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap bilangan peroksida asam lemak pada waktu penyimpanan 1 hari, 2 hari dan 3 hari dapat dilihat pada Gambar 10, 11, dan 12. Berdasarkan grafik 10,11 dan 12 dapat kita lihat bahwa kadar air yang terbaik adalah 0,01 % pada waktu penyimpanan 3 hari yaitu pada suhu 50°C dan penambahan etanol 60%. semakin tinggi suhu penyimpanan dan penambahan etanol maka kadar air semakin menurun.



Gambar 10. Grafik hubungan antara penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap kadar air asam lemak pada waktu penyimpanan 1 hari



Gambar 11. Grafik hubungan antara penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap kadar air asam lemak pada waktu penyimpanan 2 hari



Gambar 12. Grafik hubungan antara penambahan etanol dan suhu penyimpanan terhadap kadar air asam lemak pada waktu penyimpanan 3 hari.

Hal ini terjadi karena semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin banyak air yang menguap dan semakin banyak penambahan etanol semakin banyak air yang terlarut dalam etanol sehingga kadar air yang diperoleh juga

semakin rendah. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kandungan air pada asam lemak, semuanya masih memenuhi standar SNI, yaitu berkisar 0,01 - 0,1%.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data dan pembahasan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan:

1. Suhu penyimpanan, volume etanol dan waktu penyimpanan mempengaruhi kadar asam lemak, densitas, bilangan peroksida dan kadar air dari asam lemak.
2. Semakin lama waktu penyimpanan dan volume etanol yang ditambahkan, maka semakin banyak kadar asam lemak yang dihasilkan yaitu 48,7%.
3. Semakin tinggi suhu penyimpanan, kadar asam lemak semakin menurun, hal ini disebabkan karena enzim lipase tidak mampu bertahan atau rusak pada suhu tinggi.
4. Kadar asam lemak terbaik 48,7% didapatkan pada suhu 30°C, volume etanol 60% dan waktu penyimpanan 3 hari, dengan densitas 0,907 gr/ml, bilangan peroksida 13,5 meq/kg dan kadar air 0,07%.

5. Daftar Pustaka

- Arlene, dkk. 2010. Pengaruh Temperatur dan F/S Terhadap Ekstraksi Minyak Dari Biji Kemiri Sisa Penekanan Mekanik. Jurnal Universitas Parahyangan.
- Aziz dan Wulandari. Tanpa Tahun. Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Terhadap Sifat Termofisik dan Rheologi Ekstrak Jus Buah Mengkudu. Jurnal Teknik Kimia UNDIP.
- Bailey, A. E. 1950. Industrial Oil and Fat Products. Interscholastic Publishing, Inc, New York.
- Bernadini, E. 1973. Oil and Fat Tecnology, II revished edition, Publishing House Tecnologie, Rome. Departemen perindustrian RI. 2014.
- Girindi, Aisjah. 1993. Biokimia I. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

- Gustone, dkk. 2001. *Oleochemical Manufacture and Applications*, Sheffield, England, First Edition.
- Herlina, Netti, 2002. lemak dan minyak. Universitas Sumatera Utara.
- Karo-karo, Justaman Arifin. 2009. Pemanfaatan Buah Sawit Sisa Sortiran Sebagai Sumber Bahan Baku Asam Lemak. Skripsi USU.
- Ketaren, S. 2008. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
- Mayes PA. Metabolisme asam lemak tak-jenuh & eikosanoid. In:Hartono A, translator; Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW, ed. *Biokimia Harper*. 24t.
- Mualifah, S. 2009. Penentuan Angka Asam Thiobarbiturat dan Angka Peroksida Pada Minyak Goreng Bekas Hasil Pemurnian dengan Karbon Aktif Dari Biji Kelor (*moringa oleifera*, Lamk). Skripsi Universitas Islam Negeri
- Nasikin, dkk. Penggunaan Metode Netralisasi dan Pre-esterifikasi untuk Mengurangi Asam Lemak Bebas pada CPO (Crude Palm Oil) dan Pengaruhnya terhadap Yield Metilester. Jurusan Teknik Kimia, Fak. Teknik, Universitas Indonesia.
- Olie and Tjeng. 1988. *The Extraction of Palm Oil*. Stork Amsterdam.
- Paul, Boyer. 1970. *The Enzymes*. Volume II, Academic Press, New York.
- Suwandi, dkk. 1989. *Kimia organik karbohidrat, lipid dan protein [Disertasi]*. Jakarta: Program Pascasarjana Universitas Indonesia.
- Tambun, Rondang. 2002. Proses Pembuatan Asam Lemak Secara Langsung Dari Buah Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia*, USU.
- Winarno, F. G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wirahadikusumah, M. 1985. *Biokimia, Metabolisme Energi, Karbohidrat dan Lipid*. Bandung: ITB.