

Analisis Hubungan Antar Parameter Mutu Minyak Industri Oleokimia

Ramlan Silaban¹⁾, Freddy TM Panggabean¹⁾, Eka Indah Sari Srg²⁾, Nurjannah²⁾, Timotius Agung Soripada³⁾

¹⁾Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Medan

²⁾Alumni Prodi Kimia, FMIPA Universitas Negeri Medan

³⁾Mahasiswa Pendidikan Dokter, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Aceh

Abstract

This study aims to create a mathematical model that shows the relationship between quality parameters of oil in the oleochemical industry . To achieve the goal, a research laboratory was conduct to determination of water content and free fatty acid values of crude palm kernel oil (CPKO) and oil sold in the public market . The research data were analyzed descriptively by using Pearson moment correlation . The results show that (1) There is a positive relationship between water content with Free Fatty Acid value in the oil or fat in oleochemical industry. On this case, on the higher water content with follow by the higher of the levels of free fatty acids, which be expressed in the form of mathematical models : $ALB = 22.28 \text{ Kmst} - 3.591$. (2) The Free Fatty Acid value in all samples studied are : 0.61 % in coconut oil , 1.227 % in bulk oil and 0.44 % in margarine, respectively . (3) . The application of mathematical models obtained by the analysis of oil quality in the public market showed accuracy with an error of 4.545 % of the palm oil , 2.287 % of the bulk oil , but for margarine while this model can not be used

Kata kunci: CPKO , kadar air, kadar asam lemak bebas, model matematika

Pendahuluan

Minyak sawit di Indonesia termasuk salah satu komoditi perkebunan yang telah memberikan banyak kontribusi terhadap pendapatan negara. Indonesia merupakan negara produsen minyak sawit terbesar kedua di dunia setelah Malaysia. Oleh karena itu, Indonesia mempunyai peluang yang sangat besar dalam pengembangan produk pangan maupun nonpangan yang berbahan dasar minyak sawit disertai dengan jaminan mutu dan kualitas terhadap produk minyak dan turunannya tersebut.

Minyak sawit dihasilkan dari proses ekstraksi bagian serabut buah dari tanaman kelapa sawit. Minyak yang dihasilkan dari proses ekstraksi bagian kulit/serabut buah tersebut disebut minyak mentah dan dikenal dengan *Crude Palm Oil* (CPO) dan dibagian biji buah disebut *Crude Palm Kernel Oil* (CPKO).

Minyak inti sawit merupakan salah satu bahan baku untuk industri pangan dan nonpangan, sehingga dengan demikian mutunya sangat perlu diketahui kualitasnya dan harus sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Maka perlu dilakukan suatu analisa yang bertujuan untuk mengetahui kualitas minyak inti sawit sebagai barang komoditi dalam dunia perdagangan minyak sawit.

Mutu minyak sawit dipengaruhi oleh kadar asam lemak bebasnya, karena jika kadar asam lemak bebasnya tinggi, maka akan timbul bau tengik. Kadar air dapat mengakibatkan naiknya kadar asam lemak bebas karena air pada CPKO dapat menyebabkan terjadi hidrolisa pada trigliserida dengan bantuan enzim lipase dalam CPKO tersebut.

Selama ini pengujian mutu CPKO di lapangan masih menghadapi beberapa kendala teknis antara lain ketersediaan dan keterbatasan instrument analisis, serta waktu pelaksanaan analisis mutu yang cukup panjang. Dalam penelitian ini diajukan hipotesis bahwa terdapat hubungan antara kadar air dengan asam lemak bebas sehingga diharapkan dapat dihasilkan persamaan yang dapat digunakan untuk memprediksi parameter mutu minyak berdasarkan parameter mutu yang dimilikinya (Nur Wulandari et al, 2011).

Hubungan antara dua atau lebih peubah data percobaan dapat dinyatakan dalam bentuk rumus matematika. Rumus matematika tersebut yang dinyatakan dalam bentuk persamaan dapat digunakan untuk menggambarkan pola data yang diperoleh serta dapat berfungsi untuk keperluan peramalan (Chapra dan Canale 1990; Walpole, 1982). Pendugaan bentuk persamaan berupa persamaan garis lurus adalah garis linear, dengan mempertimbangkan koefisien determinasi (r^2) (Guner, 1997; Chapra dan Canale, 1990; Box *et al.*, 1978). Koefisien determinasi adalah ukuran kesesuaian model (persamaan regresi linear yang dihasilkan), yaitu kemampuan model menerangkan keragaman nilai peubah Y. Semakin besar nilai koefisien determinasi berarti model semakin mampu menerangkan peubah Y. Nilai koefisien determinasi tersebut berkisar mulai dari 0 sampai 1 (Mattjik dan Sumertajaya, 2000).

Berdasarkan analisa dan uraian diatas maka penulis tertarik untuk membahas masalah tersebut dan membuat penelitian dengan judul Analisis Hubungan antara Kadar Air dengan Asam Lemak Bebas pada CPKO PT.Multimas Nabati Asahan .

Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia FMIPA UNIMED Medan, Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan Estate, Sumatera Utara dan Laboraturium PK Crushing Plant PT. MNA Kuala Tanjung. Penelitian ini terdiri atas dua bagian, yaitu : pengambilan data informasi harian kualitas CPKO di Laboratorium PK Crushing Plant PT.MNA Kuala Tanjung dari data tersebut nantinya akan diperoleh model matematika yang menyatakan korelasi antar parameter mutu dan melakukan uji deskripsi di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Medan.

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu : erlenmeyer pyrex 50 mL , neraca analitik 4 desimal, oven dan desikator, hotplate, neraca analitik 4 desimal, erlenmeyer 250 mL, buret 50 mL, beaker glass 100 mL dan 1000 mL, pipet volume 10 mL, gelas ukur 25 mL, corong kaca, labu ukur 500 mL dan 50 mL dan magnetic stirrer, Di samping itu, digunakan juga n-heksan, katalisator campuran 80 gram natrium sulfat anhydrous dengan 1 gram tembaga sulfat yang telah dihaluskan, asam sulfat pekat (H_2SO_4) dan larutan baku H_2SO_4 0.1 N, larutan NaOH 45%, larutan asam borax 2 % (H_3BO_3), indikator metil merah. Selanjutnya sampel minyak curah, minyak kelapa, dan margarine, sampel minyak, Alkohol 96% yang dinetralkan, Indikator Phenolphthalein 1%, NaOH 0,1 N, dan aquadest.

Kadar air ditentukan dengan cara sebagai berikut :Sampel dipanaskan pada suhu $50^{\circ}C$ diatas hotplate sampai seluruh lapisan minyak mencair lalu dihomogenkan menggunakan magnetic stirrer. Ditimbang ± 10 gram sampel minyak dengan menggunakan cawan porselen lalu dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $105^{\circ}C$ selama 3 jam. Sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit, setelah itu sampel yang telah didinginkan ditimbang dengan menggunakan neraca analitik 4 desimal sampai diperoleh berat konstan.

Dilakukan tiga kali percobaan untuk control analisis.

$$\text{Kadar Air} = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100\%$$

Dimana W_2 adalah berat cawan penguap dan sampel sebelum di oven (g), W_1 adalah berat cawan penguap dan sampel setelah di oven (g) dan W adalah berat sampel (g)

Sementara itu, kadar asam lemak bebas atau *Free Fatty Acid* (FFA) ditentukan dengan cara sebagai berikut : sampel dipanaskan pada suhu $50^{\circ}C$ diatas hotplate sampai seluruh lapisan minyak mencair lalu dihomogenkan menggunakan Magnetic Stirrer. Sebanyak 5 gram sampel minyak ditambahkan dengan 50 mL alkohol yang dinetralkan, kemudian dipanaskan diatas pemanas pada suhu $50^{\circ}C$ sampai seluruh minyak larut. Ke dalam sediaan ini ditambahkan 2-3 tetes indikator fenolptalein, lalu dtitrasi dengan larutan standar NaOH 0,1 N.

Hubungan antar parameter ditentukan dengan metode penyesuaian kurva kuadrat terkecil (*least square curve fitting method*), dengan mempertimbangkan koefisien determinasi (r^2). Model persamaan tersebut digunakan untuk menggambarkan hubungan antara kadar air dengan asam lemak bebas. Kadar air yang merupakan variabel independen diletakkan pada sumbu x, sedangkan asam lemak bebas diletakkan pada sumbu y. Model persamaan yang menghasilkan koefisien determinasi

(r^2) terbesar adalah model yang dianggap paling mewakili bentuk sebaran data dan diambil sebagai model hubungan antara kadar air dengan asam lemak bebas CPKO.

Hasil dan Pembahasan

Pada dasarnya, ada beberapa parameter yang digunakan untuk menentukan mutu minyak (industri oleokimia). Setiap parameter tersebut selalu ditentukan dalam rentang waktu tertentu, karenanya pihak industri oleokimia harus menyediakan dana yang jumlahnya relatif banyak (untuk setiap parameter). Jika hubungan atau model matematika antara parameter tersebut diketahui, maka pihak industri dapat memilih parameter mana yang diuji, lalu parameter lainnya dapat dihitung. Pada penelitian yang dilakukan, data sebagian dari parameter mutu minyak (baik dari inti sawit) maupun yang beredar di pasar) telah diperoleh. Data yang diperoleh dari percobaan dipilah lalu dianalisis secara deskriptif.

1. Deskripsi kadar air dari sampel

Prinsip penetapan kadar air dengan metode oven adalah menguapkan air yang terkandung dalam minyak dengan cara dikeringkan dalam oven selama kurang lebih 3 jam pada suhu 100-105⁰C untuk mendapatkan berat yang konstan. Berat yang konstan menunjukkan bahwa kandungan air pada minyak telah menguap seluruhnya, dan hanya tersisa berat kering minyak itu sendiri.

Tingginya kadar air akan menurunkan kualitas minyak yang dihasilkan yaitu minyak akan menjadi cepat tengik selama penyimpanan. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin sedikit kadar air yang terkandung dalam minyak semakin tinggi kualitas minyak yang dihasilkan dan sebaliknya.

Hasil analisa kadar air dari minyak kelapa, minyak curah, dan margarin terdapat pada tabel berikut :

Tabel 1. Hasil analisa kadar air di Laboratorium

No	Sampel	W2(g)	W1(g)	W (g)	Kadar Air (%)	Kadar Air Rata-Rata (%)
1	Minyak Kelapa	66,8172	66,8147	10,0086	0,025	0,0641
		44,3341	44,3282	10,0270	0,0574	
		60,7874	60,7756	10,7194	0,11	
2	Minyak Curah	66,8443	66,8315	10,0083	0,1280	0,0901
		67,058	67,0492	10,1912	0,0863	
		44,3341	44,3282	10,027	0,058	
3	Margarin	45,365	45,0521	10,0405	3,116	4,3281
		60,1465	59,6711	10,0870	4,713	
		68,5412	68,0253	10,0074	5,1552	

2. Kadar asam lemak bebas

Pada penelitian ini metoda yang digunakan adalah metoda titrasi dengan larutan standar NaOH 0.1 N. Minyak ditambah alkohol, tujuan penambahan alkohol agar minyak dapat larut sehingga mudah di titrasi karena minyak tidak larut dalam air. Tapi minyak ditambahkan alkohol tidak bercampur begitu saja untuk itu dibutuhkan pemanasan terlebih dahulu menggunakan hot plate sehingga minyak larut seluruhnya.

Tujuan titrasi adalah untuk mencapai titik ekuivalen. Titik ekuivalen yaitu titik dimana jumlah mol ekuivalen titran sama dengan jumlah mol ekuivalen titer. Untuk menentukan kapan titran berhenti ditambahkan dibutuhkan indikator. Indikator yang digunakan pada penelitian ini yaitu indikator PP. Indikator PP berfungsi untuk menentukan titik akhir yaitu ditandai dengan perubahan warna indikator PP menjadi merah muda. Titik akhir yaitu titik dimana indikator mulai berubah warna.

Kadar asam lemak bebas yang tinggi akan menyebabkan turunnya mutu minyak, misalnya menyebabkan ketengikan pada minyak, membuat rasanya tidak enak, terjadinya perubahan warna dan juga rendemen minyak menjadi turun. Maka untuk menekan kadar asam lemak bebas ini, perlu dilakukan tindakan pencegahan sedini mungkin yaitu mulai saat pemanenan sampai penimbunan sebelum dipasarkan.

Hasil analisa kadar asam lemak bebas dari minyak kelapa, minyak curah, dan margarin terdapat pada tabel berikut :

Tabel 2. Hasil analisa asam lemak bebas di laboratorium

No	Sampel	Berat minyak (g)	V _{NaOH} (mL)	ALB (%)	ALB Rata-Rata (%)
1	Minyak kelapa	5,0469	1,2	0,66	0,61
		5,0025	1	0,56	
		5,0381	1,1	0,61	
2	Minyak Curah	5,0934	1,6	1,1258	1,227
		5,0085	1,7	1,2165	
		5,6008	2,1	1,34	
3	Margarin	5,0669	0,5	0,389	0,44
		5,0855	0,5	0,388	
		5,07	0,7	0,545	

3. Model hubungan kadar air dengan asam lemak bebas CPKO

Kadar air dapat mengakibatkan naiknya kadar asam lemak bebas karena air pada CPKO dapat menyebabkan terjadi hidrolisa pada trigliserida dengan bantuan enzim lipase dalam CPKO tersebut.

Dari hasil analisis tersebut, dilakukan penentuan model matematika hubungan antara kadar air dengan asam lemak bebas. Metode yang digunakan adalah mencocokkan data perubahan nilai perubahan asam lemak bebas terhadap kadar air sehingga dihasilkan persamaan, yaitu persamaan linear.

Penentuan model matematika hubungan antar kadar air terhadap asam lemak bebas CPKO menggunakan metode persamaan linear yaitu dengan menyesuaikan data perubahan nilai parameter sehingga dihasilkan persamaan linear. Hasil analisis dari dua parameter CPKO saling dihubungkan sehingga didapat model hubungan persamaannya. Parameter-parameter kualitas CPKO antara lain kadar air dan kadar asam lemak bebas. Parameter kadar air dengan kadar asam lemak bebas akan ditentukan model hubungan satu sama lain.

Data analisis yang diperoleh menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kadar air terhadap asam lemak bebas. Data tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air, maka asam lemak bebas CPKO yang diperoleh juga semakin tinggi. Asam Lemak Bebas merupakan parameter yang penting bagi CPKO karena kadar asam lemak bebas yang tinggi akan menyebabkan turunnya mutu minyak. Hubungan antara kadar air dengan kadar asam lemak bebas dapat digambarkan dengan model persamaan matematika.

.Tabel 3. Data parameter mutu minyak industri oleokimia

Periode	Kadar Air (%)	Kadar ALB (%)
Januari	0,29	2,77
Februari	0,27	2,73
Maret	0,26	2,00

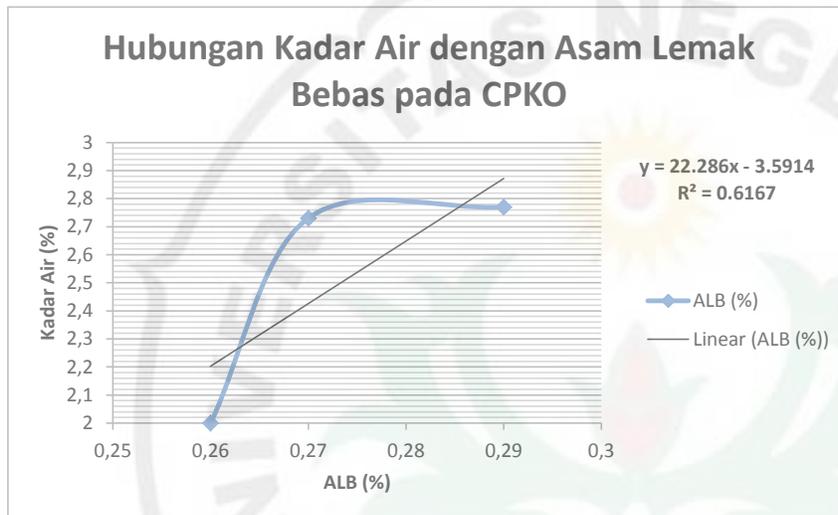
Tabel 3 ini adalah penentuan model matematika dari data harian suatu industri oleokimia periode Januari-Maret 2013. Dari data yang diperoleh dihasilkan grafik yang kemudian dihasilkan persamaan linear. Setelah diperoleh data lalu dimasukkan dalam grafik, maka didapat persamaan linier dimana titik potong garis terhadap sumbu y berada di kuadran ke III sehingga intersep bernilai negatif dengan persamaan sebagai berikut : $Y = 22,286X - 3,5914$, dimana $R^2 = 0,6167$. Dari persamaan linear yang diperoleh maka diperoleh model matematika.

$$ALB = 22,28 \text{ Kmst} - 3,591$$

Di mana ALB adalah kadar Asam Lemak Bebas dan Kmst adalah kadar moisture (air)

Kurva kuadrat yang ditampilkan pada Gambar 1 menunjukkan perubahan kadar asam lemak bebas berbanding lurus dengan perubahan kadar air. Semakin tinggi kadar air maka semakin

tinggi pula nilai kadar asam lemak bebas. Hal tersebut dikarenakan kadar air pada CPKO dapat menyebabkan terjadi hidrolisa pada trigliserida dengan bantuan enzim lipase dalam CPKO tersebut.



Gambar.1.Grafik hubungan antara kadar air dengan ALB

5. Aplikasi Model Matematika untuk minyak atau lemak yang dijual di pasar.

Data mutu CPKO industri oleokimia dari setiap periode dihubungkan kadar air dengan asam lemak bebasnya untuk memperoleh model matematika. Model matematika yang telah diperoleh diaplikasikan dengan melakukan pengujian terhadap minyak yang beredar di pasaran diantaranya minyak goreng kelapa, minyak curah, dan margarin. Pengujian minyak kelapa, minyak curah dan margarin dilakukan di laboratorium Unimed dimana pengujian ini dilakukan untuk memastikan apakah model matematika yang diperoleh dari data harian mutu industri oleokimia dapat diaplikasikan untuk minyak dan margarin yang beredar di pasaran. Model matematika yang diperoleh dari data tersebut digunakan untuk memprediksi parameter mutu minyak yang diperoleh di pasar. :

Minyak kelapa yang diperoleh di pasar dianalisis kadar arinya sesuai prosedur di atas, lalu Pada Minyak Kelapa, Kadar air: 0,0641%. Menurut model matematika nilai ALB yang diperoleh :

$A_{LB} = 22,28 \text{ Kmst} - 3,591$, maka dapat dihitung menjadi $22,28(0,0641\%) - 3,591$ dan hasilnya 2,163%. Sementara itu, menurut data analisis laboratorium yang telah dilakukan, nilai ALB minyak kelapa yang diperoleh yaitu 0.61% . Nilai ini sedikit berbeda dari nilai yang diperoleh dari model matematika dengan selisih 2,773 . Hal ini dikarenakan nilai ALB pada CPKO lebih besar dari nilai ALB pada minyak kelapa. Oleh karena itu, model matematika CPKO memiliki selisih nilai yang tidak bebrbeda jauh dari hasil penelitian.. Model matematika ini dapat digunakan pada minyak kelapa karena mempunyai % kesalahan yang tidak terlalu besar yaitu 4,545%.

Selanjutnya, untuk memprediksi mutu minyak curah, data yang diperoleh dari hasil penelitian bahwa kadar airnya adalah 0,0901%. Maka berdasar model $A_{LB} = 22,28 \text{ Kmst} - 3,591$, dhitung menjadi $22,28(0,0901\%) - 3,591$ dan diperoleh nilai sebesar 1,58%. Sementara itu, hasil penelitian di laboratorium, nilai ALB minyak curah yang diperoleh adalah 1,227% . Nilai ini sedikit berbeda dari nilai yang diperoleh dari model matematika dengan selisih 2,807. Hal ini dikarenakan nilai ALB pada CPKO lebih besar dari nilai ALB pada minyak curah. Oleh karena itu ,model matematika CPKO memiliki selisih nilai yang tidak berbeda jauh dari hasil penelitian. Berdasar perhitungan, model matematika ini dapat digunakan pada minyak curah karena mempunyai % kesalahan yang tidak terlalu besar yaitu 2,287 %.

Sebaliknya, untuk memprediksi mutu Margarin, model ini nampaknya tidak dapat digunakan, karena menunjukkan kesalahan perhitungan yang sangat besar. Berdasar data penelitian, margarin memiliki kadar air sebesar 4,3281%. Jika model ini digunakan untuk memprediksi kadar asam lemak bebasnya, maka dari hasil perhitungan $A_{LB} = 22,28 \text{ Kmst} - 3,591$ menjadi $22,28(4,3281) - 3,591$, sehingga diperoleh nilai ALB-nya sebesar 92,88 % . Padahal, menurut data analisis yang dilakukan laboratorium, nilai ALB margarin yang diperoleh yaitu 0,44% . Jika data laboratorium dan simulasi model ini diterapkan, nampaknya akan menunjukkan kesalahan yang sangat besar (210,09%).

Kesimpulan

Dari hasil analisis data yang dilakukan pada penelitian, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut;

1. Terdapat hubungan antara kadar air dengan kadar Asam Lemak Bebas pada minyak dimana semakin tinggi kadar air maka semakin tinggi juga kadar Asam Lemak Bebasnya yang dapat dinyatakan dalam bentuk model matematika : $A_{LB} = 22,28 \text{ Kmst} - 3,591$.

2. Kadar Asam Lemak Bebas pada semua sampel yang diteliti berturut-turut adalah : minyak kelapa 0,61 %.; minyak curah 1,227%, dan 0,44%.
3. Aplikasi model matematika yang diperoleh terhadap analisis mutu minyak di pasar menunjukkan ketelitian dengan kesalahan sebesar 4,545% terhadap minyak kelapa, 2,287% terhadap minyak curah, sedangkan untuk margarin model ini tidak dapat digunakan

Daftar Pustaka

- Akhlis, M. M., (2007), *Model Matematika Hubungan Antara Parameter Kualitas Pengeringan Minyak Jarak Sebagai Pengganti Minyak Tanah.*, Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Affandi, R.A., (2007), *Sintesis Mono dan Diasilgliserol dari Minyak Inti Sawit dengan Metode Gliserolisis.*, Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Badan Standarisasi Nasional, (2011), *SNI Minyak Inti Sawit (01-0003-1987)*, Jakarta.
- Chapra, S.C dan R.P. Canale, (1990), *Numerical Methods for Engineers*. McGraw-Hill International Editions.
- Dimberu G, et al., (2011) , *Estimation of Total Free Fatty Acid and Cholesterol Content In Some Commercial Edible Oils In Ethiopia Bahir DAR*, *Journal of Cereals and Oil Seeds*, Vol.2 No.6, ISSN : 2141-6591
- Fauzi, Y., Y.E Widyastuti, I. Satyawibawa, dan R.Hartono., (2006), *Kelapa Sawit Budidaya, Pemanfaatan Hasil dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran*, Panebar Swadaya, Jakarta.
- Isulmi Aziz, et al., (2011), *Esterifikasi Asam Lemak Bebas dari Minyak Goreng Bekas*, *Jurnal Kimia*, Vol.2 No.2, ISSN : 1978-8193. Hal (384-388)
- Ketaren, S., (1986), *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Mangoensoekarjo, S. dan H. Semangun., (2003), *Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit*, UGM-Press, Yogyakarta.
- Mattjik, A. A., dan M. Sumertajaya, (2000), *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Jilid I. IPB Press, Bogor.
- Nababan, I.P., (2010), *Studi Kualitas Konsentrasi Mutu dan Rendemen CPO di PKS PT.Adolina IV Unit Usaha Adolina.*, Skripsi, FMIPA, Unimed, Medan.
- Nur Wulandari, et al., (2011), *Sifat Fisik Minyak Sawit Kasar dan Korelasinya dengan Atribut Mutu*, *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol.XXII No.2
- Pahan, I., (2006), *Panduan Lengkap Kelapa Sawit*, Penebar Swadaya, Jakarta.

- PT.Multimas Nabati Asahan, (2013), *Standar Prosedur Operasi (SPO) Pengolahan Inti Sawit*, Dokumen Intern, Kuala Tanjung.
- Setyamidjaja, D, (2006), *Kelapa Sawit Teknik Budidaya, Panen dan Pengolahan.*, Kanisius, Yogyakarta.
- Shahidi, (2005), *Bailey's Industrial Oil and Fats Products, Sixth Edition*, Jhon Willey & Sons Inc, New Jersey.
- Silaban, R., (2010), *Isolasi dan Karakterisasi Mikroba Penguraian Asam Lemak dari Limbah Industri Oleokimia dan Aplikasinya Pada Pembelajaran Bioteknologi*, Jurnal Pendidikan Biologi, Vol.1 No.3, ISSN : 2086-2245. Hal (234-245).
- Siti Aisyah, et al., (2010), *Penurunan Angka Peroksida dan Asam lemak Bebas (FFA) Pada Proses Bleaching Minyak Goreng Bekas Oleh Karbon Aktif Polong Buah Kelor dengan Aktivasi NaCl*, Jurnal Alchemy, Vol,1 No.2. Hal (53-103)
- Sunarko, (2007), *Petunjuk Praktis Budi Daya dan Pengolahan Kelapa Sawit*, Agromedia Pustaka, Jakarta.