

# Pengaruh Adsorben Karbon Aktif Dan *Bleaching Earth* (Be) Terhadap Kemurnian Stearin Miniplant Politeknik Kampar

Hanifah Khairiah<sup>1</sup> dan Antonius Jumadi Sihotang<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Pengolahan Sawit, Politeknik Kampar  
Jln. Tengku Muhammad KM 2 Bangkinang INDONESIA  
Email : hanifahsayank@gmail.com

**Intisari**— Penggunaan pupuk kimia yang tidak diimbangi dengan pupuk organik dapat merusak kesuburan tanah dan tidak ramah lingkungan, karena mikroorganisme yang berperan dalam proses pembusukan tidak berkembang. Di sisi lain, mahalnya harga pupuk organik membuat petani enggan menggunakan pupuk organik. Untuk mengatasi masalah ini, petani dapat menggunakan mikroorganisme dengan proses pembiakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan EM4 dengan proses kultur dan EM4 pada pupuk organik cair komersial yang diaplikasikan pada tanaman sawi. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan, dimana perlakuan tersebut dijelaskan sebagai P0 (kontrol), P1 (komersial EM4), P2 (EM4 dengan proses kultur). Data yang diambil berupa tinggi tanaman, lebar daun, dan jumlah daun tanaman sawi. Kesimpulan dari penelitian ini adalah aplikasi EM4 dengan proses kultur dapat mempercepat pertumbuhan daun baru panjang dan lebar dibandingkan dengan EM4 komersial dan tanaman kontrol.

**Kata kunci**— Stearin, Karbon aktif, *Bleaching earth*, Adsorben.

**Abstract**—The use of chemical fertilizers that are not equalized with organic fertilizers can damage the soil fertility and it is not environmentally friendly, because the microorganisms which have a role in decompose process will not develop. On the other hand, the high prices of organic fertilizers make farmers reluctant to use organic fertilizers. To solve this problem, farmers could be used microorganism with culturing process. The purpose of this research is to determine the comparison of EM4 with culturing process and EM4 in commercial liquid organic fertilizer that applied in mustard plants. This study used a completely randomized design with three treatments, where the treatment was explained as P0 (control), P1 (EM4 commercial), P2 (EM4 by culturing process). The data were taken in the form of plant height, leaf width, and number of leaves of mustard plants. The conclusion of this study was the application of EM4 with culturing process can accelerate the growth of new leaves, the length and width compared with commercial EM4 and control plants.

**Keywords**— Stearin, Karbon aktif, *Bleaching earth*, Adsorben.

## I. PENDAHULUAN

Politeknik Kampar adalah salah satu sekolah tinggi yang mempunyai Mini plant minyak goreng. Produk yang dihasilkan adalah olein (fraksi cair) dan stearin (fraksi padat). Tetapi stearin yang di hasilkan belum dimanfaatkan. Stearin terjadi pada proses kristalisasi yaitu proses penggumpalan stearin atau proses pengkristalan stearin, lalu di lanjutkan pada proses filtrasi atau penyaringan. Pada proses filtrasi terjadi pemisahan olein dan stearin dengan cara penyaringan menggunakan *filter press*.

Stearin merupakan hasil samping dalam proses pembuatan minyak kelapa sawit. Minyak kelapa sawit pada dasarnya terdiri dari dua bagian yaitu stearin (fraksi padatan) dan olein (fraksi cairan). Pemisahan kedua fraksi tersebut dilakukan melalui proses fraksinasi. Pada proses fraksinasi akan didapatkan fraksi stearin sebanyak 25 persen dan fraksi

olein (minyak makan) sebanyak 75 persen. Stearin memiliki *slip melting point* sekitar 44.5-56.2<sup>0</sup>C sedangkan olein pada kisaran 13-23<sup>0</sup>C. Hal ini menunjukkan bahwa stearin yang memiliki *slip melting point* lebih tinggi akan berada dalam bentuk padat pada suhu kamar (Harjono, 2009).

- Stearin hasil dari mini plant Politeknik Kampar hingga saat ini belum dimanfaatkan. Stearin yang ada di Mini plant Politeknik Kampar berwarna kuning kecoklatan dan berbau tengik, sementara warna stearin dipasaran berwarna putih. Oleh karna itu peneliti melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Adsorben Karbon Aktif Dan *Bleaching Earth* (Be) Terhadap Kemurnian Stearin Miniplant Politeknik Kampar”.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan dari Nopember sampai dengan Desember 2014 dan dilakukan di Laboratorium Politeknik Kampar.

### Bahan dan Alat

#### a) Alat

Alat yang digunakan pada pemurnian stearin dengan perbandingan adsorben karbon aktif dan bleaching earth yaitu : *hot plat*, Magnet stirrer, Gelas piala, Batang pengaduk, Neraca analitik, Colorimeter, Buret, klem, pipet tetes, thermometer, Erlenmeyer. Kaca Arloji, Kertas saring, Labu Takar, vacuum, Spatula.

#### b) Bahan

Bahan – bahan yang digunakan untuk pemurnian stearin dengan perbandingan adsorben karbon aktif dan bleaching earth ada yaitu : Stearin, Etanol, NaOH, Asam pospat, Karbon aktif dan *Bleaching Earth*, diperoleh dari Lab Uji Politeknik Kampar.

### Metode penelitian

#### Proses karakterisasi stearin sebelum pemurnian

Adapun langkah-langkah proses karakterisasi sebelum pemurnian adalah sebagai berikut :

##### a) Analisis ALB sebelum pemurnian.

- Timbang sampel sebanyak 5gr. Masukkan kedalam erlenmeyer.
  - Tambahkan 50ml etanol netral kedalam erlenmeyer.
  - Panaskan erlenmeyer pada suhu  $60^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit.
  - Tambahkan indikator pp sebanyak 3 tetes
  - Kemudian titrasi dengan NaOH 0.1 N
- ##### b) Analisis Kadar air sebelum pemurnian

- timbang sampel sebanyak 5gr, masukkan kedalam cawan porselin yang telah di ketahui berat kosongnya.
- sampel dipanaskan kedalam oven dengan suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam.

- setelah itu, dinginkan sampel kedalam desikator selama 30 menit, kemudian timbang

### Metode pemurnian Stearin

Metode pemurnian Stearin dibagi menjadi 2 (dua) tahap yaitu: Proses Degumming terlebih dahulu untuk menurunkan kadar ALB kemudian dilanjutkan proses pemurnian dengan menggunakan karbon aktif dan *bleaching earth*. Adapun langkah – langkah pemurnian stearin adalah sebagai berikut:

##### a) proses degumming terdapat beberapa langkah kerja seperti berikut:

- Panaskan stearin  $70^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$
  - Kemudian tambahkan larutan asam pospat sebanyak dua tetes dari masa stearin, sambil dilakukan pengadukan selama 30 menit.
  - Analisis kembali ALB.
- ##### b) proses pemurnian terdapat beberapa langkah kerja seperti berikut:
- Stearin hasil degumming di timbang sebanyak 100 gr.

- Setelah itu, di panaskan pada suhu  $60^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}$ , selama 30 menit.
- Masukkan karbon aktif sebanyak 2% dari massa stearin yang digunakan, sambil dilakukan pengadukan selama 120 menit.
- Lakukan penyaringan untuk memisahkan karbon aktif dengan stearin
- Ulangi langkah kerja a – e dengan menggunakan karbon aktif 5% dari massa stearin yang digunakan.
- Ulangi cara kerja pemurnian stearin dengan menggunakan bleaching earth dan campuran karbon aktif + bleaching earth.
- Lakukan pengujian karakteristik stearin hasil pemurnian meliputi asam lemak bebas, Kadar Air, dan warna. Prosedur analisa dapat dilihat pada lampiran 1. Uji warna stearin menggunakan alat colorimeter.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik stearin hasil samping Mini plant

Stearin merupakan hasil samping dalam proses pembuatan minyak kelapa sawit. Minyak kelapa sawit pada dasarnya terdiri dari dua bagian yaitu stearin (fraksi padatan) dan olein (fraksi cairan). Pemisahan kedua fraksi tersebut dilakukan melalui proses fraksinasi. Standar mutu stearin di pasar adalah Kadar Asam Lemak Bebas berkisar  $\pm 0.15\%$  sedangkan kadar Air nya adalah berkisar  $\pm 0.1\%$ . stearin standart di jual dipasaran dapat di lihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2 Stearin yang memenuhi Standar

Stearin yang digunakan untuk pemurnian berasal dari pabrik mini pengolahan minyak goreng di Politeknik Kampar, Stearin yang merupakan hasil samping ini belum di manfaatkan dengan baik, sehingga stearin tidak hanya di tumpuk dan disimpan. Penyimpanan terlalu lama mengakibatkan ALB stearin tinggi yaitu 6,87%, berbau tengik, dan berwarna kuning kecoklatan dan kadar air 0.26%.

Sebelum dilakukan pemurnian stearin terlebih dahulu diukur menggunakan colorimeter untuk mengetahui warna stearin. Hasil pengukuran warna stearin adalah 75,70 TCU, hasil warna stearin cukup tinggi karena pengukuran warna pada air yang jernih menggunakan colorimeter sebesar 0,00 TCU. Kadar ALB stearin memiliki standar 0,15% sedangkan stearin yang digunakan 6,87%, tingginya kadar ALB mengakibatkan rasa dan bau yang tidaksedap(tengik). Kadar ALB meningkat dapat disebabkan oleh proses oksidasi dan hidrolisis sehingga terjadi kerusakan stearin dan kadar air

yang tinggi. Stearin hasil samping pengolahan minyak goreng abrik mini Politeknik Kampar dapat di lihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3 stearin Mini Plant Politeknik Kampar

**Proses pemurnian stearin**

**Proses Pendahuluan**

Karbon aktif merupakan bahan kimia yang saat ini banyak digunakan dalam industri yang menggunakan proses absorpsi. Karbon aktif yang merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing- masing berikatan secara kovalen. Dengan demikian, permukaan arang aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-pori arang aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar. Dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah. *Bleaching earth* adalah tanah pemucat. Bleaching atau pemucatan merupakan proses untuk memperbaiki warna minyak (Estiasih, 2009). Proses ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Misalnya pada minyak goreng tertentu, terutama minyak hasil samping minyak goreng (stearin). Oleh karena itu karbon aktif dan bleaching earth dapat digunakan sebagai pemurnian pada penelitian ini.

Proses *degumming* merupakan proses penurunan kadar ALB. Proses *degumming* juga merupakan suatu proses yang bertujuan untuk menghilangkan fosfatida, wax, dan pengotor lainnya dengan cara penambahan air, larutan garam, atau larutan asam. Untuk penelitian ini peneliti menggunakan asam pospat sebagai bahan untuk menurunkan kadar ALB. Setelah dilakukan proses *degumming* didapat kadar ALB yang lebih rendah. ALB sebelum dilakukan proses *degumming* adalah 6,87% setelah dilakukan proses *degumming* dapat hasil lebih rendah yaitu 3,80%.

**Proses Pemurnian Stearin**

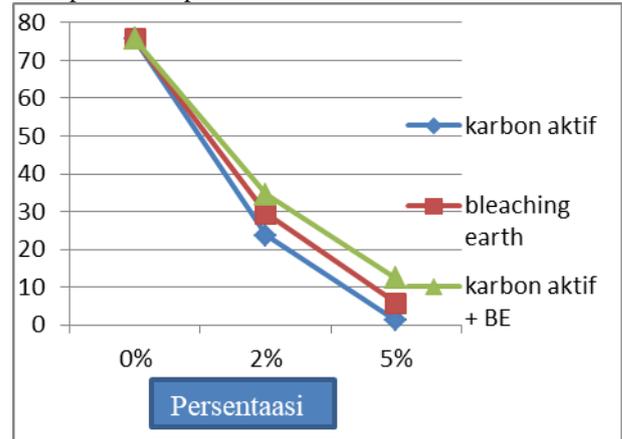
Proses pemurnian stearin adalah proses untuk menghilangkan rasa serta bau yang tidak enak, warna yang tidak menarik dan memperpanjang masa simpan minyak sebelum di konsumsi atau digunakan sebagai bahan mentah di industri.

**Karakteristik stearin hasil pemurnian**

Pada proses pemurnian stearin yang di peroleh dari hasil samping pengolahan minyak goreng di mini plant

Politeknik Kampar di ketahui dari kadar asam lemak bebas, kadar air, dan warna.

Pengaruh penggunaan adsorben karbon aktif , *bleaching earth*, dan campuran antara karbon aktif + *bleaching earth* dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4 Grafik fungsi variasi persentase adsorben terhadap warna stearin yang dihasilkan pada variasi jenis adsorben.

Pada Gambar di atas dapat disimpulkan bahwa semakin banyaknya adsorben yang digunakan maka semakin banyak pula warna yang di jerap oleh adsorben sehingga tingkat kejernihannya semakin tinggi. warna stearin sebelum pemurnian adalah 75,7 TCU, Setelah dilakukan pemurnian menggunakan Karbon Aktif 2% turun hingga 23,6TCU dan menggunakan Karbon Aktif 5% turun hingga 1,17TCU. Sementara menggunakan *bleaching earth* 2% warna stearin turun hingga 29,4TCU dan menggunakan *bleaching earth* 5% warnanya turun hingga 5,65TCU. Lalu menggunakan campuran karbon aktif + *bleaching earth* 2% dan 5% warnanya turun hingga 34.5TCU dan 12,3TCU. Berdasarkan hasil pemurnian stearin menggunakan adsorben tersebut diperoleh bahwa menggunakan karbon aktif 5% mempunyai tingkat kejernihan lebih tinggi dibandingkan menggunakan lainnya.

Pemurnian menggunakan karbon aktif sangat efektif karena karbon aktif mempunyai sifat dapat menahan minyak dalam jumlah tinggi sehingga akibat pemucatan menjadi tinggi pula. menggunakan adsorben karbon aktif dapat menurunkan kadar ALB dikarenakan karbon aktif sebagai adsorben selain dapat menyerap warna dari minyak stearin juga dapat menyerap hasil degradasi minyak stearin yang dalam hal ini asam lemak bebas. Sifat karbon aktif yang paling penting adalah daya serap.

Berikut beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, yaitu :

1. Sifat Adsorben

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

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

## 2. Sifat Serapan

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh karbon aktif, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama, seperti dalam deret homolog. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa serapan.

## 3. Temperatur

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

## 4. pH (Derajat Keasaman)

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

## 5. Waktu Kontak

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

Struktur pori adalah faktor utama dalam proses adsorpsi. Distribusi ukuran pori menentukan distribusi molekul yang masuk dalam partikel karbon untuk diadsorpsi. Molekul yang berukuran besar dapat menutup jalan masuk ke dalam micropore sehingga membuat area permukaan yang tersedia untuk mengadsorpsi menjadi sia-sia. Karena bentuk molekul yang tidak beraturan dan pergerakan molekul yang konstan, pada umumnya molekul yang lebih dapat menembus kapiler yang ukurannya lebih kecil juga.

Penggunaan bubuk karbon aktif mempunyai kelebihan sebagai berikut :

- Sangat ekonomis karena ukuran butir yang kecil dan luas permukaan kontak persatuan berat sangat besar.

- Kontak menjadi sangat baik dengan mengadakan pengadukan cepat dan merata.
- Tidak memerlukan tambahan alat lagi karena karbon akan mengendap bersama Lumpur yang terbentuk.
- Kemungkinan tumbuhnya mikroorganisme sangat kecil.

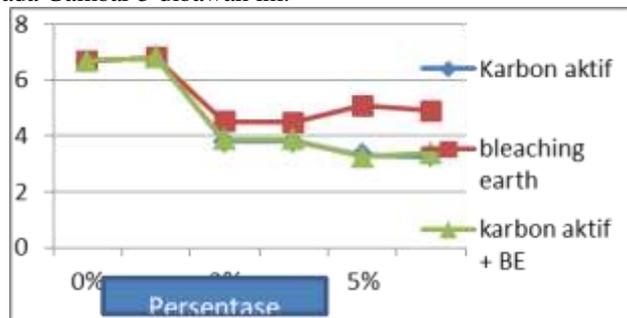
Sifat adsorpsi karbon aktif tidak hanya ditentukan oleh struktur porinya, tetapi ditentukan juga oleh komposisi kimianya. Misalnya ketidakteraturan struktur mikrokristal elementer, karena adanya lapisan karbon yang terbakar tidak sempurna (terbakar sebagian), akan mengubah susunan awal elektron dalam rangka karbon. Akibatnya akan terjadi elektron tak berpasangan, keadaan ini akan mempengaruhi sifat adsorpsi karbon aktif, terutama senyawa polar atau yang dapat terpolarisasi. Jenis ketidakteraturan yang lain adalah adanya hetero atom didalam struktur karbon.

Perbandingan warna gambar stearin sebelum dan sesudah menggunakan karbon aktif, Bleaching Earth, dan Karbon Aktif + Bleaching Earth dapat dilihat pada Lampiran 3, 4, dan 5.

Setelah dilakukan pemurnian kemudian dilakukan kualitas mutu stearin berdasarkan SNI SNI 01-0021-1998 tentang RBD palm stearin, pengujian mutu yang dilakukan sebagai berikut.

### 4.3.1 Analisa Asam Lemak Bebas

Hasil pengujian mutu Asam Lemak Bebas (ALB) dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5 Grafik fungsi variasi persentase adsorben terhadap kadar asam lemak bebas stearin yang dihasilkan pada variasi jenis adsorben.

Berdasarkan Gambar 5 di atas dimana karbon aktif 5% kadar ALBnya adalah 3,30. Karbon aktif 2% = 3,78. Bleaching earth 5% = 5,08. Bleaching earth 2% = 4,49. Dan campuran karbon aktif + bleaching earth 5% dan 2% adalah 3,39 dan 3,86. Menggunakan adsorben karbon aktif 5% kadar ALB nya lebih rendah di bandingkan menggunakan karbon aktif 2% dan adsorben lainnya. hal ini disebabkan penggunaan adsorben karbon aktif dapat menurunkan kadar ALB dikarenakan karbon aktif sebagai adsorben selain dapat menyerap dari warna minyak stearin, karbon aktif juga dapat menyerap hasil degradasi minyak stearin yang dalam hal ini Asam Lemak Bebas. Sedangkan menggunakan adsorben Bleaching earth dapat meningkatkan kadar ALB dikarenakan selama proses bleaching dapat juga terjadi reaksi hidrolisis minyak yang mengakibatkan meningkatnya kadar ALB stearin.

Analisa Kadar Air

Hasil pengujian mutu Kadar Air dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2 Fungsi variasi persentase adsorben terhadap kadar air stearin yang dihasilkan pada variasi jenis adsorben.

NO	Adsorben	%	% Kadar Air	% standar
1	Karbon Aktif	2	0,4	0.1%
		5	0,1	
2	Bleaching earth	2	0,7	
		5	0,4	
3	Karbon Aktif + Bleaching earth	2	0,5	
		5	0,3	

Berdasarkan Tabel 2 di atas di peroleh menggunakan adsorben karbon aktif 5% kadar air nya lebih rendah dibandingkan menggunakan karbon aktif 2% dan adsorben lainnya. terlihat bahwa kadar air minimum diperoleh pada penggunaan adsorben karbon aktif 5% dimana standar kadar air adalah sebesar 0.1%. dikarenakan bahwa karbon aktif akan menyerap air dalam minyak seiring penambahan jumlah karbon aktif, maka semakin banyak air yang diserap.

Berdasarkan penelitian pemurnian stearin maka hanya adsorben karbon aktif 5% yang memenuhi standar kadar air, sedangkan adsorben lainnya diluar standar asam lemak bebas dan kadar air, sehingga persentase adsorben karbon aktif 2% dan bleaching earth, tidak dapat digunakan untuk proses pemurnian stearin.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Adsorben yang digunakan untuk proses pemurnian adalah karbon aktif, bleaching earth, dan campuran karbon aktif + bleaching earth.
2. Adsorben yang terbaik dalam proses pemurnian adalah menggunakan karbon aktif 5%.
3. Hanya karbon akti 5% yang memenuhi standar kadar air yaitu 0,1%.

4. Adsorben karbon akti 2% dan bleaching earth belum bisa digunakan untuk proses pemurnian stearin karena hasil analisa asam lemak bebas dan kadar airnya di luar standar.

REFERENSI

Arifin M. dan A Sudrajat. 1997. Bahan Galian Industri: Bentonit. Departemen Pertambangan dan Energi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung (ID).

Badan standar nasional, *SNI 01-0021-1998* , RBD palm stearin([http://sisni.bsn.go.id/index.php/?sni\\_main/sni/detail\\_sn/20](http://sisni.bsn.go.id/index.php/?sni_main/sni/detail_sn/20)).

Estiasih Nurhuda , 2009 . pengaruh *bleaching earth* terhadap pemucatan minyak ikan

[GAPKI] Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia. 2014. Refleksi Industri Kelapa Sawit 2013 dan Prospek 2014. Jakarta (ID) : GAPKI.

Harjono, 2009. Pembuatan Sabun Mandi. Penebar Swadaya. Jakarta.

Hui YH, editor. 1996. Bailey's Industrial oil and Fat Products. 5th Ed., Vol 2, 3,4, 5. John Wiley & Sons Inc., New York.

Hartono agung . 2012 . Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Singkong denganMeggungajan Furnace.

Jenita Novri , 2013 . Proses Pengolahan *Crude Palm Oil* (CPO) Menjadi *Olein* (Minyak Goreng) di PT. Wilmar Nabati Indonesia (WINA), Dumai

Kusumaningtyas N W. 2011. Proses Esterifikasi Transesterifikasi In Situ Minyak Sawit dalam Tanah Pemucat Bekas Untuk Proses Produksi Biodiesel. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.

[Ria Qadariah Arief](http://www.konsultankolesterol.com/asam-lemak-bebas.html) ,2014 . konsultan kolesterol asam lemak bebas (<http://www.konsultankolesterol.com/asam-lemak-bebas.html>).

Saragih Berto , 2008 . pembuatan arang aktif , bandung

Swern D. 1979. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Vol. I 4th Edition. John Willey and Son, New York.