

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1. Latar Belakang**

Energi merupakan salah satu kebutuhan yang pokok dalam suatu proses. Sumber energi yang paling mudah didapat berasal dari bahan bakar minyak (BBM) atau yang sering disebut bahan bakar fosil dan banyak tersedia dipasaran, energi ini sudah familiar dengan pola kehidupan manusia dan sangat mudah didapatkan. (Argo and Gunarko 2011)

Biodiesel merupakan solusi yang sangat tepat untuk menggantikan bahan bakar fosil sebagai sumber energi transportasi utama di dunia, karena biodiesel merupakan bahan bakar terbarui yang dapat menggantikan diesel petrol pada mesin dan dapat diangkut serta dijual. Biodiesel bersifat biodegradable, tidak mengandung sulfur, dan bahan bakar terbarukan. Bahan bakar biodiesel dibuat dengan bahan baku yang dapat diperbarui, seperti lemak hewan, minyak sayur, dan bahkan limbah minyak goreng. Apalagi, cadangan minyak bumi akan semakin lama semakin menipis karena terlalu sering diambil untuk digunakan sebagai bahan bakar untuk mesin diesel. Oleh karena itu biodiesel merupakan alternatif yang tepat untuk menggantikan bahan bakar fosil tersebut. (Hikmah and Zuliyana 2010)

Biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran mono-alkil ester dari rantai panjang asam, yang dipakai sebagai alternatif bagi bahan bakar dari mesin diesel dan terbuat dari sumber terbarui seperti minyak sayur atau lemak hewan. Namun, penggunaan minyak nabati dan lemak hewan sebagai bahan baku biodiesel menyebabkan masalah ekonomi untuk praktek industri dan komersial, terkait dengan harga pasar bahan baku tersebut menyumbang sekitar 75-85% dari biaya produksi secara keseluruhan. Selain itu, beberapa minyak nabati dan lemak hewan dapat dimakan oleh sebab itu adanya persaingan yang ketat dengan industri makanan.

Saat – saat ini, mendaur ulang limbah dari industri merupakan salah satu masalah yang paling penting dalam negara maju. Jika dibandingkan dengan produk sampingan industri, bahan sisa di sektor pertanian tidak begitu bahaya bagi lingkungan, dan harus digunakan untuk meningkatkan produktivitas pertanian. Salah

satu bagiannya adalah peternakan yang menghasilkan banyak bio-residu seperti tanduk, kuku, dan lemak. (Ghazavi, Fallahipanah et al. 2013)

Penelitian baru – baru ini telah diarahkan untuk pemanfaatan dari bahan baku yang tidak dapat dimakan dan yang murah dengan tinggi kadar lipid untuk memproduksi biodiesel seperti limbah penyamakan kulit.

Di industri penyamakan kulit, kulit hewan yang sering digunakan adalah sapi. Kulit yang digunakan masih mengandung lemak dari sapi. Lemak sapi merupakan salah satu bahan sisa yang diproduksi oleh industri penyamakan kulit. Namun, ketika industri ini kelebihan beban, lemak biasanya dibakar atau dibuang di lubang pembuangan, yang dapat mencemari lingkungan. Lemak sapi tersebut dapat digunakan sebagai biodiesel karena lemak sapi mengandung trigliserida dan juga FFA yang bisa terkonversi menjadi biodiesel dengan menggunakan proses transesterifikasi dengan metanol pada kondisi superkritis.

Di Indonesia banyak berdiri industri penyamakan kulit. Limbah dari industri ini salah satunya adalah sisa – sisa lemak hewan.

## **I.2. Sifat – Sifat Bahan Baku dan Produk**

### **I.2.1. Sifat Bahan Baku**

#### **I.2.1.1. Lemak Sapi**

Lemak sapi berbentuk padat yang terdapat pada daging sapi dan di kulit sapi didapatkan dari industri penyamakan kulit. Limbah dalam bentuk padat merupakan hasil pendedahan, dari proses *soaking* (perendaman), buang bulu, penyaringan dan proses lainnya. Limbah tersebut mempunyai pH Antara 11 dan 12 (Hendartomo 2003). Bahan kimia yang digunakan dalam proses perendaman adalah Cr (III). Cr (III) bersifat kurang toksik, kelarutannya rendah dan tidak mobil serta lebih sulit menembus dinding sel tanaman maupun hewan (Harlia, Hidayati et al.). Lemak sapi yang didapat nantinya dicuci sebanyak 3x untuk menghilangkan kotoran – kotoran yang menempel pada lemak supaya kotoran tersebut terikut bersama air pencuci. kemudian dipanaskan menjadi minyak. Setelah menjadi minyak, minyak tersebut difiltrasi untuk menghilangkan sisa – sisa pengotor kemudian baru direaksikan dengan metanol pada kondisi superkritis untuk menghasilkan biodiesel. Komposisi minyak dari lemak sapi disajikan pada Tabel I. 1.

**Tabel I. 1 Komposisi Minyak** (Affandi, Aruan et al. 2013)

Komposisi	Jumlah (%massa)
$C_{27}H_{50}O_6$ (Tri Kaprilat)	0,0963
$C_{39}H_{74}O_6$ (Tri Laurat)	0,5521
$C_{45}H_{86}O_6$ (Tri Miristat)	8,7593
$C_{45}H_{80}O_6$ (Tri Miristoleinat)	0,8938
$C_{51}H_{98}O_6$ (Tri palmitat)	33,8756
$C_{51}H_{92}O_6$ (Tri palmitoleat)	2,3078
$C_{54}H_{104}O_6$ (Tri heptadecanoat)	1,2656
$C_{57}H_{110}O_6$ (Tri stearat)	21,4608
$C_{57}H_{104}O_6$ (Tri oleat)	29,5988
$C_{57}H_{98}O_6$ (Tri linoleat)	0,8972
$C_{57}H_{92}O_6$ (Tri $\alpha$ -linolenat)	0,1168
$C_{63}H_{122}O_6$ (Tri arakidat)	0,1759
Total	100

### I.2.1.2. Metanol

Metanol adalah senyawa kimia dengan rumus kimia  $CH_3OH$ . Metanol merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada keadaan atmosfer, metanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas. (Hikmah and Zuliyana 2010)

Metanol digunakan untuk direaksikan dengan minyak supaya menjadi biodiesel. Penggunaan metanol pada kondisi supekritis dapat mengkonversi trigliserida dan FFA (*Free Fatty Acid*) menjadi biodiesel secara langsung tanpa perlu adanya treatment khusus untuk menurunkan kadar FFA tersebut. Sifat – sifat fisik dan kimia metanol dapat dilihat dibawah ini :

1. Massa molar : 32,04 g/mol
2. Wujud : cairan tidak berwarna
3. Specific gravity : 0,7918
4. Titik Leleh :  $-97^{\circ}C$ ,  $-142,9^{\circ}F$ , 176 K
5. Titik Didih :  $64,7^{\circ}C$ ,  $148,4^{\circ}F$ , 337,8 K
6. Kelarutan dalam air : sangat larut

### **I.2.1.3. Air**

Menurut (Rano 2011) air digunakan untuk mencuci lemak dari kotoran – kotoran yang menempel pada lemak. Oleh karena itu, dibutuhkan air bersih untuk menghilangkan kotoran – kotoran tersebut. Berikut ini karakteristik dari air, yaitu :

1. Pada kisaran suhu yang sesuai bagi kehidupan, yakni 0-100°C, air berwujud cair. Suhu 0°C merupakan titik beku dan suhu 100°C merupakan titik didih air. Tanpa sifat tersebut, air yang terdapat didalam jaringan tubuh makhluk hidup maupun air yang terdapat di laut, sungai, danau, dan badan air yang lainnya akan berbentuk gas atau padatan, sehingga tidak akan terdapat kehidupan dimuka bumi ini, karena sekitar 60-90% bagian sel makhluk hidup adalah air.
2. Perubahan suhu air berlangsung lambat sehingga air memiliki sifat sebagai penyimpan panas yang sangat baik. Sifat ini memungkinkan air tidak menjadi panas maupun dingin dengan seketika.
3. Air memerlukan panas yang tinggi dalam proses penguapan. Penguapan adalah proses perubahan air menjadi uap air.
4. Air merupakan pelarut yang baik. Air mampu melarutkan berbagai senyawa kimia. Air hujan mengandung senyawa kimia dalam jumlah yang sangat sedikit, sedangkan air laut mengandung senyawa kimia hingga 35000 mg/liter. Sifat ini memungkinkan unsur hara terlarut diangkut keseluruh jaringan tubuh makhluk hidup dan memungkinkan bahan-bahan toksik yang masuk kedalam jaringan tubuh makhluk hidup dilarutkan untuk dikeluarkan kembali. Sifat ini juga memungkinkan air digunakan sebagai pencuci yang baik.

## **I.2.2. Sifat Produk**

### **I.2.2.1 Biodiesel**

Biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran mono-alkil ester dari rantai panjang asam, yang dipakai sebagai alternatif bagi bahan bakar dari mesin diesel dan terbuat dari sumber terbarukan seperti minyak sayur atau lemak hewan. Produk biodiesel di pra rencana pabrik ini menggunakan limbah yang berupa lemak sapi dari industri penyamakan kulit dengan metanol pada kondisi superkritis.

Biodiesel yang diproduksi nantinya akan dicampur dengan bahan bakar petroleum, contohnya seperti solar. Menurut ESDM (Energi dan Sumber Daya Mineral) volume pencampuran biodiesel pada solar menjadi 7,5% (B7,5) karena

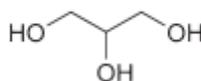
biodiesel sudah memenuhi standar spesifikasi BBM jenis solar. Sehingga dengan adanya pencampuran solar dengan biodiesel dapat mengurangi impor BBM jenis solar di Indonesia. Dibawah ini adalah standar biodiesel menurut SNI 04-7182-2006 disajikan pada Tabel I. 2.

**Tabel I. 2 Syarat mutu biodiesel menurut SNI (Nasional 2006)**

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	Massa jenis pada 40°C	kg/m <sup>3</sup>	850 – 890
2	Viskositas kinematic pada 40°C	mm <sup>2</sup> /s (cSt)	2,3 – 6,0
3	Angka setana		Min. 51
4	Titik nyala (mangkok tertutup)	°C	Min. 100
5	Titik kabut	°C	Maks. 18
6	Korosi lempeng tembaga ( 3 jam pada 50°C)		Maks. no 3
7	Residu karbon - Dalam contoh asli, atau - Dalam 10% ampas distilasi	%-massa	Maks. 0,05 Maks. 0,30
8	Air dan sedimen	%-volume	Maks. 0,05
9	Temperatur distilasi 90%	°C	Maks, 360
10	Abu tersulfatkan	%-massa	Maks. 0,02
11	Belerang	ppm-m (mg/kg)	Maks. 100
12	Fosfor	ppm-m (mg/kg)	Maks. 10
13	Angka asam	mg-KOH/g	Maks. 0,8
14	Gliserol bebas	%-massa	Maks. 0,02
15	Gliserol total	%-massa	Maks. 0,24
16	Kadar ester alkil	%-massa	Min. 96,5
17	Angka iodium	%-massa (g-I <sub>2</sub> /100g)	Maks. 115
18	Uji Halphen		Negatif

### I.2.2.2 Gliserol

Gliserol dalam proses produksi biodiesel ini merupakan produk samping yang nantinya akan dijual ke pabrik pembuatan sabun. Gliserol tidak berwarna, tidak berbau, dan kental.



**Gambar I. 1 Struktur dari Gliserol**

Berikut ini adalah sifat fisik dari gliserol, yaitu :

1. Simbol Kimia :  $C_3H_5(OH)_3$
2. Berat molekul :  $92 \text{ gmol}^{-1}$
3. Densitas :  $1,261 \text{ g/cm}^3$
4. Viskositas :  $1,5 \text{ Pa.s}$
5. Titik Leleh :  $18,2^\circ\text{C}$
6. Titik Didih :  $290^\circ\text{C}$
7. Flash Point :  $160^\circ\text{C}$

### **I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk**

Biodiesel yang terbuat dari limbah penyamakan kulit ini menghasilkan konversi *yield* yang tinggi. Biodiesel nantinya akan digunakan sebagai bahan bakar minyak yang selama ini bahan bakunya didapatkan dari minyak bumi. Namun, lama kelamaan, bahan baku minyak bumi tersebut akan semakin lama semakin menipis seiring dengan maraknya kendaraan bermotor di dunia. Oleh karena itu, adanya biodiesel ini sebagai pengganti atau untuk menutupi kekurangan terhadap kebutuhan bahan bakar minyak.

Biodiesel memiliki sifat fisika dan kimia yang hampir sama dengan bahan bakar diesel konvensional dan juga memiliki nilai energi yang hampir setara tanpa melakukan modifikasi pada mesin diesel. Penggunaan biodiesel di Eropa dilakukan dengan mencampur bahan bakar biodiesel dengan diesel konvensional dengan perbandingan tertentu yang lebih dikarenakan menjaga faktor teknis pada mesin terhadap produk baru serta menjaga kualitas bilangan setana biodiesel yang harus sama atau lebih besar 40.

Keunggulan lain dari bahan bakar ini adalah dalam melakukan kendali kontrol polusi, dimana biodiesel lebih mudah dari pada bahan bakar diesel fosil karena tidak mengandung sulfur bebas dan memiliki gas buangan dengan kadar pengotor yang rendah dan dapat didegradasi. Di sisi lain, secara ekonomi menguntungkan bagi negara karena sumbernya tidak perlu di impor seperti bahan bakar konvensional.

Biodiesel dari limbah penyamakan kulit dengan metanol pada kondisi superkritis memiliki beberapa kelebihan dibandingkan bahan bakar diesel petroleum, yaitu:

1. Merupakan bahan bakar yang tidak beracun dan dapat dibiodegradasi.
2. Mempunyai bilangan setana yang tinggi.
3. Mengurangi emisi karbon monoksida, hidrokarbon dan NOx.
4. Terdapat dalam fase cair. (Haryanto 2002)
5. Sumber energi terbarukan (tidak dari fosil).
6. Ramah lingkungan.
7. Pelumasan yang baik.
8. Tidak perlu adanya modifikasi mesin.
9. Dapat dicampur dengan bahan bakar petroleum. (Wirawan 2006)
10. Tidak membutuhkan katalis dalam proses pembuatan.
11. Tidak membutuhkan treatment khusus dalam pemisahannya.
12. Waktu reaksi yang cepat.
13. Menghasilkan *yield* biodiesel yang tinggi.

### **I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar**

#### **I.4.1. Ketersediaan Bahan baku**

Hingga saat ini lemak dari sisa penyamakan kulit masih belum digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan biodiesel dalam skala pabrik. Oleh karena itu, kapasitas produksi pabrik biodiesel dari lemak penyamakan kulit ini didasarkan pada jumlah limbah yang dihasilkan dari industri penyamakan kulit.

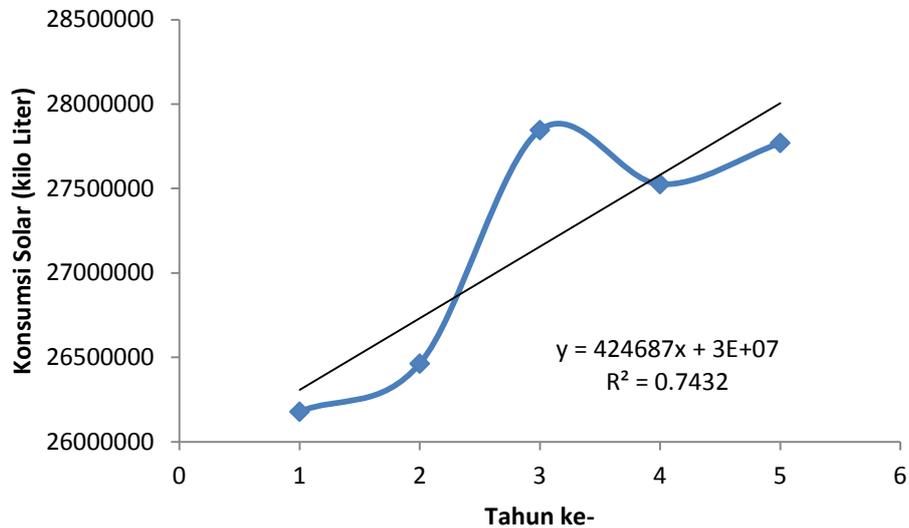
#### **I.4.2. Analisa Pasar**

Biodiesel yang dihasilkan dari prarencana pabrik ini akan digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti solar. Konsumsi solar diprediksi akan semakin meningkat dari tahun ke tahunnya. Hal ini disebabkan semakin meningkatnya pengguna kendaraan berbahan bakar solar di Indonesia. Oleh karena itu, pabrik biodiesel dari limbah penyamakan kulit ini difokuskan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pengganti solar untuk alat transportasi di Indonesia dan direncanakan akan mulai beroperasi secara semi kontinyu pada tahun 2016.

Berikut ini merupakan data konsumsi solar skala nasional yang diperoleh dari Dirjen Migas Republik Indonesia untuk tahun 2006-2010 (Tabel I. 3).

**Tabel I. 3 Konsumsi Solar Tahun 2006-2010**

Tahun	Tahun ke-	Solar, kilo Liter (Anonim <sup>d</sup> , 2011)
2006	1	26.178.213
2007	2	26.463.118
2008	3	27.846.308
2009	4	27.526.107
2010	5	27.770.153



**Gambar I. 2 Hubungan antara Tahun dan Jumlah Solar yang di Konsumsi**

Dari data pada Tabel I. 3, kemudian dilakukan linearisasi pada Gambar I. 2. dan didapatkan persamaan :

$$y = 424.687x + (3E+07)$$

Dimana :

y = Konsumsi solar (kilo Liter)

x = tahun ke-

Sehingga diperoleh konsumsi solar nasional pada tahun 2016 adalah sebagai berikut :

$$y = 424.687x + (3E+07)$$

Dimana :

y = Konsumsi solar pada tahun 2016 (kilo Liter)

x = tahun ke-11 (2016)

$$y = 424.687x + (3E+07)$$

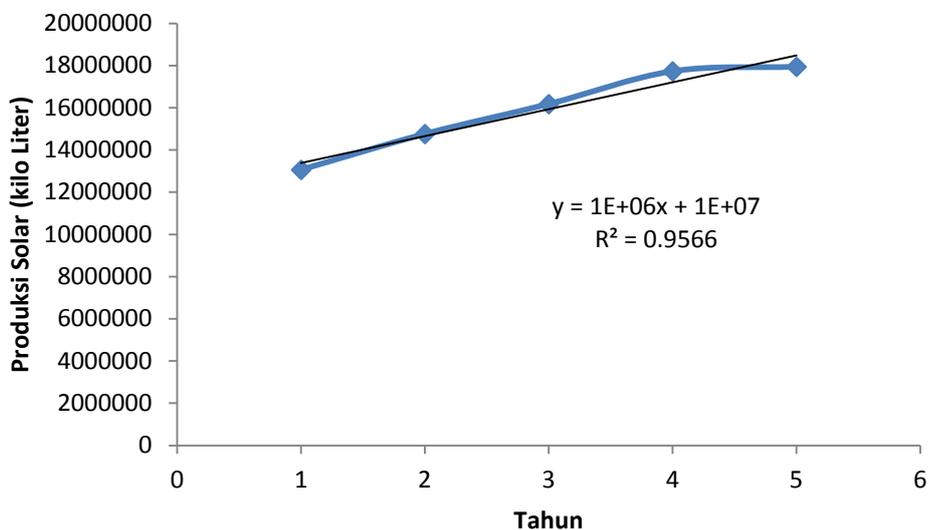
$$y = (424.687 \times 11) + (3E+07)$$

$$y = 34.671.557 \text{ kilo Liter}$$

Produksi solar untuk tahun 2007-2011 dapat dilihat pada Tabel I. 4.

**Tabel I. 4 Produksi Solar Nasional Tahun 2007-2011**

Tahun	Tahun ke-	ADO (Automotive Diesel Oil), kilo Liter (Anonim <sup>e</sup> , 2011)
2007	1	13.058.899
2008	2	14.756.088
2009	3	16.173.460
2010	4	17.726.925
2011	5	17.940.604



**Gambar I. 3 Hubungan antara Tahun dan Jumlah Solar yang di Produksi**

Dari Tabel I. 4, dapat dihitung rata-rata peningkatan produksi solar tiap tahun, dengan rumus:

$$y = (1E+06)x + (1E+07)$$

Dimana :

y = Produksi solar (kilo Liter)

x = tahun ke-

Sehingga diperoleh produksi solar nasional pada tahun 2016 adalah sebagai berikut :

$$y = (1E+06)x + (1E+07)$$

Dimana :

y = Produksi solar pada tahun 2016 (kilo Liter)

x = tahun ke-10 (2016)

$$y = (1E+06)x + (1E+07)$$

$$y = ((1E+06) \times 10) + (1E+07)$$

$$y = 20.000.000 \text{ kilo Liter/tahun}$$

Berdasarkan pertimbangan di atas, maka kebutuhan solar di Indonesia dapat ditentukan sebagai berikut.

Produksi solar yang dibutuhkan

= Konsumsi – Produksi

= (34.671.557 – 20.000.000) kilo liter/tahun

= 14.671.557 kilo Liter/tahun

Kebutuhan solar nasional sebesar 14.671.557 kiloliter/tahun masih belum terpenuhi sehingga pabrik biodiesel ini akan memproduksi 0,22% dari kebutuhan nasional.

Biodiesel yang diproduksi rencananya akan dijual ke PT. Pertamina dan PT. Shell Indonesia sebagai pengganti solar. Biosolar yang digunakan di Indonesia merupakan jenis biosolar B7,5 yang memiliki komposisi 7,5% biodiesel dan sisanya solar (Migas, 2012). Maka, kebutuhan biodiesel yang harus dipenuhi sebagai kapasitas produksi pabrik ini yaitu sebesar  $0,22\% \times 7,5\% \times 14.671.557$  kiloliter/tahun = 2.426,3885 kilo Liter biodiesel/tahun.

Berdasarkan perhitungan neraca massa pada Lampiran A, 1 kg minyak dari limbah penyamakan kulit menghasilkan 0,9971 kg biodiesel. Maka, kebutuhan limbah dari penyamakan kulit untuk pabrik biodiesel ini pada tahun 2016 dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\text{massa metil ester} = 2.426,3885 \frac{\text{kL}}{\text{tahun}} \times 862,5 \frac{\text{kg}}{\text{kL}} = 2.092.760,0810 \text{ kg/tahun} = 6.975,8669 \text{ kg/hari}$$

$$\text{kebutuhan minyak} = \frac{6.975,8669 \text{ kg/hari}}{0,9971} = 6.996,1558 \text{ kg/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan limbah penyamakan kulit} &= 6.996,1558 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \cdot \frac{100\%}{80\%} \\ &= 8.745,1947 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \end{aligned}$$

Di daerah Bogor ada beberapa industri penyamakan kulit yang selain memproduksi kulit jadi juga menghasilkan produk samping berupa limbah. Limbah yang dihasilkan berupa limbah cair (asam dan basa), limbah padat (lemak), dan limbah B3. Limbah yang didapatkan sebesar 10000 kg yang nantinya digunakan sebagai bahan baku. Pada tiap harinya selalu ada bahan baku kulit sapi yang digunakan oleh industri penyamakan kulit. Oleh karena itu, limbah sebesar 10000 kg juga didapatkan setiap harinya dari PT. Amara Foot Wear.

Affandi, R. D. N., et al. (2013). "Produksi biodiesel dari lemak sapi dengan proses transesterifikasi dengan katalis basa NaOH." Jurnal Teknik Kimia USU **2**.

Argo, B. D. and Gunarko (2011). "Analisis energy produksi biodiesel dengan metode metanol superkritis." Jurnal Rekayasa Mesin **2**: 39-45.

Ghazavi, M. A., et al. (2013). "A feasibility study on beef tallow conversion to some esters for biodiesel production." International journal of recycling of organic waste in agriculture.

Harlia, E., et al. "Pengaruh Pengomposan Terhadap Kandungan Kromium Dalam Lumpur Limbah Industri penyamakan Kulit Sukaregang Garut."

Haryanto, B. (2002). Bahan Bakar Alternatif Biodiesel. Sumatera Utara.

Hendartomo, T. (2003). "Analisis Efisiensi dan *Benefit Cost Ratio* Pengoprasian Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Penyamakan Kulit."

Hikmah, M. N. and Zuliyana (2010). Pembuatan metil ester (biodiesel) dari minyak dedak dan metanol dengan proses esterifikasi dan transesterifikasi. Semarang.

Nasional, B. S. (2006). Standar Nasional Indonesia Biodiesel.

Rano, S. (2011). karakteristik Air.

Wirawan, S. S. (2006). Current and future usage of biofuels in Indonesia. BPPT.