



DOSEN MUDA

LAPORAN PENELITIAN

**SINTESA BAHAN BAKAR HIDROKARBON DARI MINYAK
GORENG BEKAS MELAUAI PROSES SAPONIFIKASI
DILANJUTKAN *THERMAL-CRACKING***

Oleh :

**Moh Djaeni, ST., MEng.
Suherman, ST., MT
Widayat ST.,MT**

**Dibiayai Oleh Proyek Peningkatan Penelitian Pendidikan Tinggi
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional,
Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Dosen Muda
Nomor : 103/P4T/DPPM/DM,SKW,SOSAG/III/2004 tanggal 25 Maret 2004**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
2004**

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR
HASIL PENELITIAN DOSEN MUDA**

1. a. Judul Penelitian : Sintesa Bahan Bakar Hidrokarbon Dari Minyak Goreng Bekas Melalui Proses Saponifikasi Dilanjutkan *Thermal-cracking*

b. Kategori : I

2. Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap dan Gelar : Moh. Djaeni, ST., M.Eng

b. Jenis Kelamin : Pria

c. Pangkat/ Golongan dan NIP : Penata Muda /IIIa / 132 132 746

d. Jabatan fungsional : Lektor

e. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

f. Universitas : Diponegoro Semarang

g. Bidang ilmu yang diteliti : Teknologi Energi

3. Jumlah Anggota Peneliti : 2 Orang

4. Lokasi Penelitian : Laboratorium Teknologi Proses
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro, Semarang

5. Kerjasama dengan Institusi Lain : -

a. Nama Institusi : -

b. Alamat : -

c. Telepon/Fakx/e-mail : -

6. Jangka waktu penelitian : 8 (delapan) bulan

7. Biaya yang Diperlukan : Rp. 6.000.000,-
(Enam Juta Rupiah)

Semarang, 20 Oktober 2004
Ketua Peneliti,

(Moh. Djaeni, ST., M.Eng)
NIP 132 132 746

Mengetahui:
Dean Fakultas Teknik



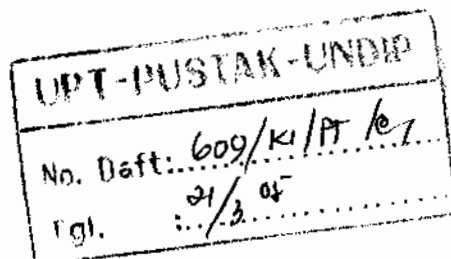
(H. Sri Eko Wahyuni, MS.)
130 898 929

Menyetujui:

Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Diponegoro Semarang



(Prof. Dr. Ir. Ign. Kiwanto, Sp.BD)
130 519 454

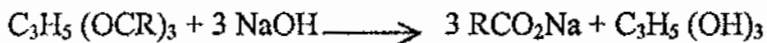


RINGKASAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang diikuti dengan pertumbuhan penduduk membawa dampak yang sangat luas diantaranya peningkatan kebutuhan energi berupa bahan bakar, terutama untuk keperluan transportasi dan bahan bakar rumah tangga. Selama ini sumber daya energi yang kita pakai berasal dari sumber daya fosil seperti minyak, gas bumi dan batu bara yang merupakan sumber daya alam yang tak terbarukan. Sehingga perlu dilakukan kajian sumber lain yang dapat menggantikannya. Minyak goreng bekas dengan melalui proses penyabunan akan dihasilkan gliserol sebagai hasil samping dan sabun yang diperoleh dapat diproses lebih lanjut melalui proses *cracking* (perengkahan) akan diperoleh bahan bakar alternatif.

Minyak banyak mengandung gliserida dan asam lemak antara lain asam *oleic*, *stearic*, *palmatic* serta *maristic*. Minyak merupakan senyawa hidrokarbon sehingga dapat digunakan sebagai sumber energi (bahan bakar) dikarenakan mempunyai nilai bakar yang tinggi. Suatu hidrokarbon rantai panjang harus dipecah terlebih dahulu menjadi hidrokarbon rantai pendek agar dapat digunakan sebagai bahan bakar, proses pemecahannya disebut *Cracking* (perengkahan).

Untuk menghasilkan gliserol dan bahan bakar dari minyak goreng bekas terlebih dahulu dilakukan proses *saponifikasi* (penyabunan) yaitu mereaksikan antara minyak dengan alkali dan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Reaksi ini sangat dipengaruhi oleh : konsentrasi larutan NaOH, suhu, pengadukan dan waktu reaksi. Gliserol yang dihasilkan sebagai hasil samping selanjutnya dianalisa kadarnya secara volumetrik sedangkan sabun yang diperoleh diproses lebih lanjut yaitu proses *cracking* untuk memutuskan rantai karbon yang panjang menjadi rantai karbon pendek agar dihasilkan bahan bakar.

Pada proses saponifikasi dipilih variabel tetap volume minyak 150 mL., waktu reaksi 60 menit dan skala pengadukan 3 sedangkan variabel berubah adalah konsentrasi NaOH (1N; 1.5 N; 2 N; 2.5 N; 3 N) dan suhu reaksi (50 °C, 70 °C, 90 °C). Hasil terbaik pada proses saponifikasi selanjutnya digunakan untuk proses *cracking*. Dimana pada proses *cracking* dipilih variabel tetap waktu operasi 60 menit dan berat sabun 181 gram, sedangkan variabel berubah adalah kadar air sabun (20%; 40%; 68%) dan suhu operasi (200 °C ; 250 °C ; 300°C ; 350°C).

Dari hasil penelitian diperoleh pada konsentrasi NaOH 2,5 N dan suhu reaksi 90°C dihasilkan angka sabun tertinggi, yaitu 131.6 dan konsentrasi gliserol tertinggi 0.54 M. Sedangkan pada proses cracking yield tertinggi sebesar 38.23 % dihasilkan pada suhu operasi 350°C dengan kadar air 40 %. Untuk proses penyabunan kondisi operasi yang berpengaruh adalah konsentrasi NaOH dan rasio volume minyak dan NaOH. Konsentrasi NaOH memberikan respon yang positif terhadap berat sabun yang dihasilkan, seangkan rasio volume minyak dan NaOH memberikan respon negatif.

kata kunci : minyak, saponifikasi, perengkahan, bahan bakar

SUMMARY

The dependency on petroleum as energy source for transportation, industry, and house energy has to be reduced due to the limitation of petroleum sources. Therefore, it requires proper alternative to substitute energy sources that is renewable and environment friendly. In the other hand, spent cooking oil is potential to be developed as energy sources since high contain of C and H atom. In addition, the rate of this material in the world is also high. As comparison, Indonesia has dispossessed more than 20,000 ton/month of spent cooking oil from privacy houses, restaurants, and food industries.

At present, the spent cooking oil is developed to obtain glycerol through enzymatic process. However, the quality of glycerol resulted is still low and not proper for cosmetic usage. Another efforts are, converting spent cooking oil to methyl ester through transesterification process using KOH catalyst. The result in the form of methyl stearic, palmate, and linoleum could be used as diesel fuel. The weakness of this alternative is the conversion to methyl ester is too low due to side reaction occurs. In this case, catalyst reacted with oil forming soap and glycerol. Besides that, the viscosity and density of bio-diesel is too low and not suitable for diesel engine. An alternative process is, converting the spent cooking oil into hydrocarbon fuel by saponification process followed by thermal cracking. In this process, firstly, the spent cooking oil is converted into soap, like reaction that below. Secondly, the soap is cracked into hydrocarbon fuel in high temperature.



This reaction was depend at concentration of solution NaOH, temperature, mixing and time reaction.

The saponification process was chosen independent variable is volume of cooking oil 150 ml, time reaction 60 minute and velocity of mixing. The dependent variable were studied concentration of NaOH (1N; 1.5 N; 2 N; 2.5 N; 3 N) and reaction temperature (50 °C, 70 °C, 90 °C). The best of result at saponification process then used for thermal cracking. For thermal cracking process, the independent variables were used time operation 60 minute and weight of soap 181 gram, and dependent variables were moisture of soap (20%; 40%; 68%) and operation temperature (200 °C ; 250 °C ; 300°C ; 350°C).

The results of the research are concentration of sodium hydroxide 2,5 N and temperature reaction 90°C is good condition for saponification process. The saponification number is 131.6 and concentration of glycerol 0.54 M. The highest yield of thermal

cracking is 38.23 % at temperature operation 350°C with moisture 40 %. For saponification process, the variable operations that depend in this process are concentration of solution NaOH and ratio oil and NaOH (volume). The concentration of NaOH showed positive response at weight of soap, then ratio oil and NaOH negative response.

Key words: cooking oil, saponification process, thermal cracking, and the fuel

PRAKATA

Peneliti mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian dan laporan ini. Laporan Akhir Penelitian dengan judul **“Sintesa Bahan Bakar Hidrokarbon Dari Minyak Goreng Bekas Melalui Proses Saponifikasi Dilanjutkan *Thermal-cracking*”** berisi tentang pendahuluan, tinjauan pustaka, tujuan dan manfaat penelitian, hasil penelitian dan pembahasan serta kesimpulan dan saran. Pendahuluan berisi tentang hal yang melatar belakangi penelitian ini dan perumusan masalah. Tinjauan berisi tentang kajian pustaka yang berhubungan dengan penelitian ini.

Pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada **P4T Dikti Departemen Pendidikan Nasional**, yang telah membiayai penelitian ini melalui program Dosen Muda dengan Nomor : **103/P4T/DPPM/DM,SKW,SOSAG/III/2004 tanggal 25 Maret 2004**. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada **Ketua Lembaga Penelitian UNDIP** yang telah mengkoordinasi program penelitian, **Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP** yang telah memberikan ijin untuk mengadakan penelitian di Laboratorium Teknik Kimia I. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada Mahasiswa kami atas nama **Siti Aisah dan Maya Yuvita Mappapa** yang telah membantu pelaksanaan penelitian.

Akhirnya peneliti berharap hasil penelitian dapat memberikan sumbangan bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang teknik energi. Saran dan kritik yang bersifat membangun selalu penyusun harapkan, demi kesempurnaan penelitian ini.

Semarang, Oktober 2004

Peneliti

DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Judul	i
Lembar Identitas dan Pengesahan	ii
Ringkasan	iii
Summary	v
Prakata	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	ix
Daftar Lampiran	x
Bab I Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
Bab II Tinjauan Pustaka	4
2.1 Minyak Goreng	4
2.2 Sifat kimia minyak goreng	5
2.3 Reaksi penyabunan	6
2.4 Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi penyabunan	6
2.5 Proses perengkahan	8
Bab III Tujuan dan Manfaat penelitian	10
3.1. Tujuan Penelitian	10
3.2 Manfaat Penelitian	10
Bab IV Metode Penelitian	11
4.1. Bahan Penelitian	11
4.2. Penetapan Variabel	11
4.3. Pengumpulan data	11
4.4. Analisis Data	12
4.5 Alat Penelitian	12
4.6 Prosedur Percobaan	13
Bab V Hasil dan Pembahasan	15
5.1. Hasil proses reaksi penyabunan	15
5.2. Hasil Proses reaksi perengkahan	17
5.3 Hasil Optimisasi Proses Penyabunan	19
Bab VI Kesimpulan dan Saran	21
6.1. Kesimpulan	21
6.2. Saran	21
Daftar Pustaka	22
Lampiran	23

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar: 4.1. Rangkaian Alat Saponifikasi	13
Gambar 4.2. Alat Proses <i>Thermal-cracking</i>	13
Gambar 5.1. Grafik Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap hasil sabun	16
Gambar 5.2. Grafik hubungan konsentrasi gliserol dengan konsentrasi NaOH	16
Gambar 5.3. Grafik hubungan yield bahan bakar dengan temperatur	18
Gambar 5.4. Grafik interaksi TCRP (Temperatur Konsentrasi Rasio volume dan Kecepatan Pengadukan)	20
Gambar E.1. Peralatan untuk proses penyabunan	34
Gambar E.2. Peralatan untuk pemisahan sabun dan gliserol	34
Gambar E.3. Peralatan reaktor untuk proses perengkahan	35
Gambar E.4. Peralatan rangkaian pendingin untuk proses perengkahan	35
Gambar E.5. Peralatan rangkaian keseluruhan proses perengkahan	36
Gambar E.6. Produk sabun hasil proses penyabunan minyak bekas	36
Gambar E.7. sabun setelah dipisahkan dari gliserol	37

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1: Komposisi Kimia Minyak Kelapa	4
Tabel 2.2. Bilangan saponifikasi untuk beberapa minyak netral.	8
Tabel 5.1. Hasil percobaan untuk reaksi penyabunan minyak goreng bekas	15
Tabel 5.2. Hasil percobaan untuk proses perengkahan	18

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampiran A. Personalia Penelitian	22
Lampiran B. Daftar Riwayat Hidup Peneliti	23
Lampiran C. Pembuatan Reagen	29
Lampiran D. Metode Analisa	32
Lampiran E. Dokumentasi Peralatan dan Aktifitas	33

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ketergantungan akan sumber bahan bakar minyak sebagai sumber energi dalam bidang transportasi, industri, dan dalam pemenuhan kebutuhan rumah tangga harus segera dikurangi sedini mungkin mengingat cadangan sumber minyak yang semakin menipis. Oleh karena itu diperlukan suatu usaha untuk mencari alternatif sumber energi baru yang dapat menggantikan dan membantu penyediaan kebutuhan energi sekaligus juga untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar yang selama ini digunakan yaitu bahan bakar minyak dan gas bumi yang tidak dapat diperbaharui (Djaeni, 2000). Salah satu usaha yang mungkin dilakukan adalah dengan memanfaatkan sumber-sumber energi yang dapat diperbaharui seperti minyak goreng bekas untuk pembuatan bahan bakar hidrokarbon alternatif. Berdasarkan data dari Departemen Perindustrian dan Perdagangan jumlah penggunaan minyak goreng untuk wilayah Kodya Semarang adalah 1231 ton per bulan untuk tahun 2002. Dari jumlah sebesar itu, setelah digunakan minimal tersisa 15-20% sebagai minyak bekas.

Selama ini berbagai penelitian dan usaha telah dilakukan untuk memanfaatkan minyak goreng bekas diantaranya adalah sebagai bahan gliserol melalui proses hidrolisa enzim (Sulistyo dan Effendi, 2000). Namun usaha tersebut masih menghadapi kendala antara lain kualitas gliserol yang dihasilkan dibawah standar kebutuhan industri, waktu fermentasi lama, rendemen yang dihasilkan hanya 20% dari nilai stoikiometrisnya, serta kondisi proses fermentasi sulit dikontrol karena menggunakan bakteri. Usaha lainnya yang telah dilakukan adalah mengubah senyawa ester trigliserida menjadi metil ester melalui proses trans-esterifikasi menggunakan pereaksi metanol dengan katalis KOH (Djaeni, dkk, 2001). Hasil proses berupa senyawa ester stearat, ester palmitat, dan ester linoleat dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel. Kelemahan dari proses ini adalah terjadinya reaksi samping antara katalis KOH dengan minyak yang menyebabkan terbentuknya sabun, selektivitas reaksi sangat rendah (hanya 20-30% dari reaksi total), terbentuknya gumpalan sabun yang mengganggu difusifitas reaktan, serta banyaknya impuritas katalis masuk dalam bahan bakar ester yang mengganggu proses pembakaran. Selain itu nilai bakar dan nilai ekonomi produk bahan bakar yang dihasilkan juga tidak sebanding dengan harga kebutuhan bahan-bahan yang direaksikan.

Mengacu pada permasalahan diatas maka perlu diupayakan suatu alternatif proses untuk mengubah minyak goreng bekas menjadi bahan bakar hidrokarbon. Salah satu proses yang ditawarkan adalah proses saponifikasi dilanjutkan dengan thermalcracking. Pada proses ini minyak goreng bekas diubah menjadi sabun dengan pereaksi NaOH. Sabun ini kemudian dipecah dengan pemanasan tinggi menjadi senyawa hidrokarbon dan garam karbonat. Dengan proses ini diharapkan bahan bakar yang dihasilkan adalah hidrokarbon yang merupakan hasil pemutusan asam lemak. Senyawa hidrokarbon ini kemudian diidentifikasi jenis dan diuji nilai bakarnya agar dapat diketahui penggunaannya. Diharapkan bahan bakar yang dihasilkan akan mampu menggantikan minyak solar.

Bagaimana pun, untuk mendapatkan bahan bakar hidrokarbon dengan **rendemen dan nilai bakar tinggi**, masih menghadapi berbagai permasalahan yaitu: pengaruh perbandingan zat-zat yang direaksikan (NaOH dan minyak bekas), konsentrasi NaOH, suhu dan waktu reaksi pada proses penyabunan. Permasalahan lain yang harus diteliti untuk mendapatkan bahan hidrokarbon dengan rendemen dan nilai bakar tinggi adalah suhu dan waktu proses *Thermal-cracking*, serta kandungan air dalam sabun yang dicracking. Diharapkan dengan penelitian ini masalah tersebut dapat terjawab, sehingga dapat dilakukan aplikasi lanjut pada skala yang lebih besar (pilot plant).

1.2. Perumusan Masalah

Untuk mendapatkan senyawa hidrokarbon dengan nilai bakar dan rendemen yang tinggi perlu dilakukan kajian terhadap dua langkah proses yang dilakukan yaitu proses penyabunan (saponifikasi) dan proses perengkahan pada suhu tinggi (*Thermal-cracking*). Penyabunan adalah proses untuk menghasilkan sabun yang melibatkan reaksi antara alkali dengan senyawa trigliserida dan asam lemak bebas dalam minyak bekas. Sedangkan *Thermal-cracking* adalah proses pemutusan senyawa hidrokarbon dalam sabun menjadi senyawa hidrokarbon (RH) dengan tenaga panas pada suhu tinggi. Pada proses penyabunan perlu dikaji pengaruh parameter proses terhadap rendemen sabun yang dihasilkan. Sabun ini merupakan bahan yang akan diproses lanjut menjadi senyawa hidrokarbon pada proses perengkahan (*Thermal-cracking*). Rendemen sabun yang tinggi akan memungkinkan untuk mendapatkan bahan bakar dalam jumlah yang lebih banyak. Oleh karena itu penelitian ini akan difokuskan untuk mengetahui pengaruh berbagai terhadap luaran proses yaitu **perbandingan zat-zat yang direaksikan (NaOH dan minyak bekas), konsentrasi NaOH, suhu dan waktu reaksi proses penyabunan, serta suhu dan waktu proses**

thermalcracking, serta kandungan air dalam sabun yang dicracking. Sebagai indikator keberhasilan akan diukur **rendemen sabun yang dihasilkan** pada proses penyabunan, serta **rendemen, komposisi dan nilai bakar senyawa hidrokarbon** yang dihasilkan pada proses perengkahan. Diharapkan dengan penelitian ini masalah tersebut dapat terjawab, sehingga dapat dilakukan aplikasi lanjut pada skala yang lebih besar (pilot plant).