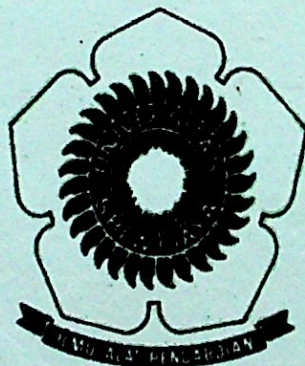


**KARAKTERISTIK HASIL DESTILASI DARI *HIDROCRACKING*  
MINYAK JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.)  
DENGAN ZEOLIT AKTIF**

Oleh

**HANNA HESRI TAMPUBOLON**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA**

**2010**

583.07  
Tam  
b  
c-101326  
2010

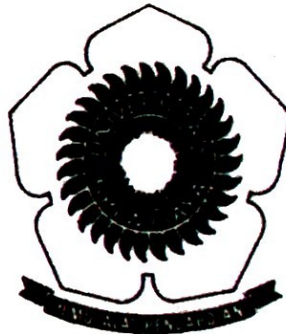
Reg: 22044  
Reg: 22508



**KARAKTERISTIK HASIL DESTILASI DARI *HIDROCRACKING*  
MINYAK JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.)  
DENGAN ZEOLIT AKTIF**

Oleh

**HANNA HESRI TAMPUBOLON**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA**

**2010**

## SUMMARY

**HANNA HESRI TAMPUBOLON.** The Characteristics Destillation Product of the *Jatropha curcas* L. Oil Hydrocracking Process Using Active Zeolit (Supervised by **GATOT PRIYANTO** and **AGUS WIJAYA**).

The objective of this research was to study the characteristics destillation product of the *Jatropha curcas* L. oil hydrocracking process using active zeolit. The research was conducted in the Palembang Institute for Industrial Research and Standardization from October 2009 until Juli 2010.

The research was arranged in Factorial Completely Randomized Design consisted of two treatments. Each treatment was replicated two times. The treatments were hydrocracking time (2, 3 and 4 hours) and weight of active zeolit (25, 30, 35 and 40 g). Observed parameters were water content, density, conradsonc carbon residu (CCR), acid number, and iod number.

The result showed that hydrocracking time had highly significant effect on density. The result showed that hydrocracking time and weight of active zeolit did not have highly significant effect on water content, conradson carbon residu (CCR), acid number, and iod number .

## RINGKASAN

**HANNA HESRI TAMPUBOLON.** Karakteristik Hasil Destilasi dari *Hidrocracking* Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) dengan Zeolit Aktif (Dibimbing oleh **GATOT PRIYANTO** dan **AGUS WIJAYA**).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakteristik hasil destilasi dari *hidrocracking* minyak jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dengan zeolit aktif. Penelitian ini dilaksanakan di Balai Riset dan Standarisasi Industri Palembang pada bulan Oktober 2009 sampai Juli 2010.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial yang terdiri dari 2 perlakuan. Setiap perlakuan diulang sebanyak 2 kali. Perlakuan tersebut adalah waktu *hidrocracking* (2, 3 dan 4 jam) dan berat zeolit aktif (25, 30, 35, dan 40 g). Parameter yang diamati adalah kadar air, berat jenis, kadar residu karbon, angka asam, dan angka iodium.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu *hidrocracking* berpengaruh nyata terhadap berat jenis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu *hidrocracking* dan bobot zeolit aktif berpengaruh tidak nyata terhadap kadar air, residu karbon, angka asam dan angka iodium.

**KARAKTERISTIK HASIL DESTILASI DARI *HIDROCRACKING* MINYAK  
JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.) DENGAN ZEOLIT AKTIF**

**Oleh  
HANNA HESRI TAMPUBOLON**

**SKRIPSI  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknologi Pertanian**

**pada  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA**

**2010**

Skripsi

**KARAKTERISTIK HASIL DESTILASI DARI *HIDROCRACKING* MINYAK  
JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.) DENGAN ZEOLIT AKTIF**

Oleh

**HANNA HESRI TAMPUBOLON  
05033107042**



telah diterima sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknologi Pertanian

Pembimbing I,

Dr. Ir. Gatot Priyanto, M.S.

Indralaya, Juli 2010  
Jurusan Teknologi Pertanian  
Fakultas Pertanian  
Universitas Sriwijaya  
Dekan

Pembimbing II,

Dr. rer. nat. Ir. Agus Wijaya, M.Si.

Prof. Dr. Ir. H. Imron Zahri, M.S.  
NIP. 19521028 197503 1 2001

Skripsi berjudul "Karakteristik Hasil Destilasi dari *Hydrocracking* Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) dengan Zeolit Aktif" oleh Hanna Hesri Tampubolon telah dipertahankan di depan Komisi Penguji pada tanggal 15 Juli 2010.

Tim Penguji


1. Dr. Ir. Basuni Hamzah, M.Sc.

Ketua (  )


2. Dr. Ir. Kiki Yuliati, M.Sc.

Anggota (  )

3. Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr.

Anggota (  )

Mengetahui  
Ketua Jurusan  
Teknologi Pertanian,



Dr. Ir. Hersyamsi, M. Agr.  
NIP. 19600802 198703 1 004

Mengesahkan  
Ketua Program Studi  
Teknologi Hasil Pertanian



Friska Syaiful, S.TP., M.Si  
NIP : 19750206 200212 2 002

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam skripsi ini, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, adalah hasil penelitian atau investigasi saya sendiri dan pembimbing serta belum pernah atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan yang sama di tempat lain.

Indralaya, Juli 2010

Yang membuat pernyataan



Hanna Hesri Tampubolon



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 3 April 1985 di Duri, Riau. Penulis merupakan anak kelima dari lima bersaudara. Orang tua bernama Bapak Riun Tampubolon dan Ibu Jenni Br. Sibarani.

Pendidikan sekolah dasar diselesaikan pada tahun 1997 di SD Santo Yosef Duri. Sekolah lanjutan tingkat pertama diselesaikan pada tahun 2000 di SLTP Santo Yosef Duri dan sekolah menengah atas diselesaikan pada tahun 2003 di SMA Negeri 1 Mandau.

September 2003 penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Sumatera Selatan. Tahun 2008, penulis melaksanakan Praktek Lapangan di PT. Lestari Magris Pulau Kemarau, Palembang, Sumatera Selatan.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis persembahkan ke hadirat Allah Yang Maha Penyayang, panjang sabar dan penuh kasih setia atas berkat, rahmat dan penyertaan-Nya Skripsi ini dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini juga penulis menghaturkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan yang telah diberikan baik moril maupun materi kepada semua pihak, terutama kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Gatot Priyanto, M.S., selaku dosen pembimbing pertama, penasihat akademik dan pembimbing praktek lapangan yang telah banyak memberi bimbingan, arahan, saran dan kritik yang membangun kepada penulis selama menyelesaikan skripsi dan pendidikan di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian.
2. Bapak Dr. rer. nat. Ir. Agus Wijaya, M.Si., selaku dosen pembimbing kedua atas semua bimbingan, arahan, dorongan dan kesabaran kepada penulis selama penelitian hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Bapak Dr. Ir. Basuni Hamzah, M.Sc., bapak Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr., dan ibu Dr. Ir. Kiki Yuliati, M.Sc. selaku dosen tim pembahas makalah dan penguji skripsi yang telah memberikan arahan, saran dan kritik yang membangun kepada penulis.
4. Semua dosen Universitas Sriwijaya khususnya dosen Jurusan Teknologi Pertanian yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.

5. Staf administrasi Jurusan Teknologi Pertanian (Kak Ardiansyah, Kak Jhon dan Mbak Ana) serta Teknisi Laboratorium (Mbak Hafsa, Mbak Lisma dan Tika) yang banyak membantu dalam menyelesaikan studi dan skripsi penulis di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian.
6. Bapak Dr. Nasruddin, S.T., M.Si., Bapak Hazairin, S.T., mbak Mimi, pimpinan dan semua pegawai Balai Riset dan Standarisasi Industri Palembang atas izin mengikuti penelitian ini dan bantuan yang diberikan sehingga penelitian dan skripsi ini dapat diselesaikan oleh penulis.
7. Papa dan Mama yang menyayangi atas semua dukungan, doa, kasih sayang dan motivasi yang tidak jemu-jemu mengingatkanku untuk tidak menyerah dan tetap semangat dalam menyelesaikan kuliahku. Aku minta maaf atas lamanya menyelesaikan studi ini. Yang pasti aku sangat sayang Papa dan Mama.
8. Saudaraku dan keluarga (Ito Yosia, Yosia, Pniel, Eda Retno, Kak Muel, Muel, Bang Jhon, Ito Nesy, Nesy, Eda Uya dan Bang Hardi) serta keluarga besar dari saudara Papa dan saudara Mama termasuk Opung Parni atas semua dukungan, doa, motivasi yang menyemangatkan hingga penulis dapat menyelesaikan studi, penelitian dan skripsi di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Saya minta maaf karena skripsinya terlalu lama dan ketahuilah aku sayang semuanya.
9. Keluargaku yang di Palembang (Om Bonar, Tante Hanna, Kezia dan keluarga Pastori Kol Atmo dan Letkol. Iskhandar) yang dengan penuh kasih bersedia membantu, mendoakan, terlebih menerima penulis dalam keluarga/rumah selama penyelesaian kuliah dan skripsi. Kezia, kuliahnya yang semangat ya.

10. Kepada Om Drajat terima kasih buat printernya dan semua ilmu dan pengalaman yang dibagikan kepada penulis.
11. Teman-teman angkatan 2003 yang sudah alumni, khususnya Indah, Gusten, Lia, Rora dan Dedi, atas semua bantuan, dukungan, persahabatan dan doa, dengan kalian penulis merasakan rasa kebersamaan dan tidak merasa sendiri.
12. Teman-teman satu pembimbing akademik (Mbak Izah, Indah Turama, Gusten Sari, Yahya, Reny, Indah, Yudia, Rinaldi, Melati dkk), terima kasih atas bantuan dan kerja samanya.
13. Semua orang yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang mengasahi penulis dan penulis kasihi, terima kasih untuk semua yang telah diberikan kepada penulis.

Terima kasih banyak untuk semuanya, mohon maaf bila ada kekuarangan dan kesalahan. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, Juli 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan .....	3
C. Hipotesis .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
A. Tanaman Jarak Pagar ( <i>Jatropha curcas</i> L) .....	4
B. Pengolahan Minyak Jarak Pagar .....	10
C. <i>Hydrocracking</i> .....	13
D. Zeolit Aktif .....	14
E. <i>Destilasi</i> .....	16
<b>III. PELAKSANAAN PENELITIAN</b> .....	<b>18</b>
A. Tempat dan Waktu .....	18
B. Bahan dan Alat .....	18
C. Metode Penelitian .....	19
D. Analisis Statistik .....	19
E. Cara Kerja .....	22
F. Parameter .....	22

1. Kadar Air .....	22
2. Densitas .....	23
3. Residu Karbon .....	24
4. Angka Asam .....	25
5. Angka Iodium .....	26
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
A. Kadar Air .....	28
B. Densitas/Berat Jenis .....	29
C. Residu Karbon .....	33
D. Angka Asam .....	34
E. Angka Iodium .....	36
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>38</b>
A. Kesimpulan .....	38
B. Saran .....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>42</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Komposisi bahan kimia dari biji, kulit dan buah jarak .....	8
2. Kandungan senyawa dalam karnel/daging biji barak pagar .....	9
3. Sifat fisik minyak jarak pagar .....	11
4. Komposisi gliserida dan logam pada minyak jarak pagar .....	11
5. Komposisi asam lemak minyak jarak pagar .....	12
6. Daftar analisis keragaman Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial ....	20
7. Nilai bilangan iod dalam contoh .....	27
8. Uji BNJ pengaruh waktu <i>hidrocracking</i> terhadap densitas/berat jenis (%) hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak pagar dengan zeolit aktif .....	31
9. Uji BNJ pengaruh penambahan bobot zeolit aktif terhadap densitas/berat jenis (%) hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak pagar dengan zeolit aktif .....	32
10. Uji BNJ pengaruh interaksi waktu <i>hidrocracking</i> dan penambahan bobot zeolit aktif terhadap densitas/berat jenis (%) hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak pagar dengan zeolit aktif .....	33

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Tanaman jarak .....	5
2. Buah jarak dalam 1 malai .....	9
3. Tanaman jarak pagar, bunga jarak, buah jarak yang muda dan matang, buah jarak kering, dan biji jarak .....	10
4. Rata-rata kadar air hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak pagar dengan zeolit aktif .....	29
5. Rata-rata densitas/berat jenis hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak pagar dengan zeolit aktif .....	30
6. Rata-rata residu karbon hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak pagar dengan zeolit aktif .....	34
7. Rata-rata angka asam hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak pagar dengan zeolit aktif .....	35
8. Rata-rata angka iodium hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak pagar dengan zeolit aktif .....	36



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Diagram alir proses pembuatan minyak mentah jarak .....	42
2. Diagram alir proses <i>hidrocracking</i> minyak jarak dengan katalis zeolit dilanjutkan proses destilasi .....	43
3. Kadar air (%) rata-rata hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak dengan katalis zeolit aktif .....	44
4. Kombinasi waktu <i>hidrocracking</i> dengan bobot katalis terhadap kadar air (%) hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak dengan katalis zeolit aktif .....	45
5. Analisis keragaman kadar air (%) hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak dengan katalis zeolit aktif .....	46
6. Berat Jenis (%) rata-rata hasil destilasi dari <i>Hidrocracking</i> Minyak Jarak Dengan Katalis Zeolit Aktif .....	47
7. Kombinasi waktu <i>hidrocracking</i> dengan bobot katalis terhadap berat jenis (%) hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak dengan katalis zeolit aktif .....	48
8. Analisis keragaman berat jenis (%) hasil destilasi dari <i>Hidrocracking</i> minyak jarak dengan katalis zeolit aktif .....	49
9. Kadar residu karbon (%) rata-rata hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak marak dengan katalis zeolit aktif .....	50
10. Kombinasi waktu <i>hidrocracking</i> dengan bobot katalis terhadap kadar residu karbon (%) hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak dengan katalis zeolit aktif .....	51
11. Analisis keragaman residu karbon (%) hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak dengan katalis zeolit aktif .....	52
12. Angka asam (mg KOH/ml minyak) rata-rata hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak dengan katalis zeolit aktif .....	53

13. Kombinasi waktu <i>hidrocracking</i> dengan bobot katalis terhadap angka asam (mg KOH/ml minyak) hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak dengan katalis zeolit aktif .....	54
14. Analisis keragaman angka asam (mg KOH/ml minyak) hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak dengan katalis zeolit aktif .....	55
15. Angka Iodium (g-I <sub>2</sub> /g) rata-rata hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak dengan katalis zeolit aktif .....	56
16. Kombinasi waktu <i>hidrocracking</i> dengan bobot katalis terhadap angka iodium (g-I <sub>2</sub> /g) hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak dengan katalis zeolit aktif .....	57
17. Analisis keragaman angka iodium (g-I <sub>2</sub> /g) hasil destilasi dari <i>hidrocracking</i> minyak jarak dengan katalis zeolit aktif .....	58

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Bahan bakar minyak bumi adalah salah satu sumber energi yang digunakan oleh banyak negara saat ini (Widyastuti, 2007). Atmojo (2009) menambahkan bahwa kebutuhan masyarakat terhadap minyak bumi menempati proporsi terbesar sebagai sumber energi penduduk, yakni mencapai 54,4% dan disusul oleh gas bumi 26,5%. Kebutuhan bahan bakar ini semakin meningkat bersamaan dengan pertambahan jumlah penduduk disertai peningkatan pengadaan sarana transportasi dan aktivitas industri (Hambali *et al.*, 2007). Namun sumber energi bahan bakar minyak bumi yang tidak dapat didaur ulang (*non renewable energy*) dan pembentukannya berasal dari fosil serasat terjadi jutaan tahun yang lalu kini mengalami defisit dan harga mahal. Hal tersebut menimbulkan kekhawatiran masyarakat dan pemerintah akan kelangkaan/krisis bahan bakar minyak.

Krisis energi bahan bakar minyak bumi tersebut memotivasi para pakar ilmu pengetahuan dan teknologi untuk mencari bahan bakar alternatif yang memiliki sifat dapat diperbaharui (*renewable*) dan ramah lingkungan. Potensi energi terbarukan yang sudah dan terus dikembangkan para pakar ilmu dan teknologi berasal dari tenaga matahari, panas bumi, angin, arus laut, dan sumber minyak hayati (minyak hewan dan minyak yang terdapat pada biji-bijian hasil pertanian dan minyak dari sumber daya alam lainnya).

Minyak hayati merupakan sumber bahan bakar minyak yang selain dapat diperbaharui dan ramah lingkungan, juga mudah untuk diperoleh, dapat dihasilkan

secara periodik, menunjukkan kestabilan harga dan produksinya dapat disesuaikan dengan kebutuhan (Eierdanz, 1992 dalam Nasruddin, 2009). Astuti (2008) menambahkan bahwa minyak hayati yang berasal dari tumbuhan/nabati merupakan energi hijau terbarukan yang sering disebut *biofuel*.

Sumber minyak hayati khususnya yang berasal dari tumbuhan/nabati di Indonesia cukup banyak, antara lain minyak kelapa sawit, minyak kelapa dan minyak jarak pagar. Namun yang cukup prospektif untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pengolahan bahan bakar minyak alternatif adalah minyak jarak pagar (*Jatropha curcas* L). Hal ini karena minyak jarak pagar tidak termasuk dalam kategori minyak makan (*edible oil*) sehingga pemanfaatannya sebagai bahan bakar minyak alternatif tidak akan mengganggu penyediaan kebutuhan minyak makan nasional, kebutuhan industri oleokimia dan ekspor CPO (Hambali *et al.*, 2007).

Pengolahan minyak jarak untuk bahan bakar telah banyak diteliti, khususnya sebagai *biodiesel*. Namun menurut para peneliti yang terdahulu dalam Nasruddin (2009) *biodiesel* yang dihasilkan dari minyak nabati mempunyai beberapa kelemahan, salah satunya viskositas yang tinggi yang dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna dan menimbulkan kerak pada ruang pembakaran. Oleh karena itu, Nasruddin (2009) meneliti proses perengkahan minyak jarak pagar dengan zeolit dan analisis pemanfaatan hasilnya untuk bahan industri *biofuel*. Hasil penelitian itu menunjukkan bahwa hasil perengkahan untuk semua perlakuan terdiri dari fraksi *gasoline* hayati ( $C_5$  sampai  $C_{10}$ ), *kerosin* hayati ( $C_{11}$  sampai  $C_{14}$ ) dan *fuel* hayati ( $C_{15}$  sampai  $C_{17}$ ).

Jika selama ini minyak jarak pagar hanya diketahui sebagai *biodiesel*, maka dari penelitian Nasruddin (2009) tersebut timbul ide untuk meneliti lebih lanjut

kelayakan hasil produk *hydrocracking* minyak jarak pagar yang didestilasi dengan pengaturan kondisi tertentu dapat menghasilkan *biofuel*. *Hydrocracking* merupakan suatu peristiwa perengkahan dengan menggunakan gas hidrogen. Tujuan perengkahan tersebut memecah molekul besar menjadi molekul-molekul kecil. Penelitian ini dilakukan untuk membantu dalam mengetahui beberapa sifat fisik dan kimia hasil destilasi dari *hydrocracking* minyak jarak pagar dengan zeolit aktif.

Zeolit merupakan katalis asam yang banyak digunakan pada industry pengolahan minyak bumi dan petrokimia, termasuk dalam reaksi perengkahan (*cracking*) dan isomerisasi hidrokarbon (Setyawan *et al.*, 1996 dalam Nasruddin (2009). Penelitian ini menggunakan zeolit alam yang telah diaktifasi. Menurut Trisunaryanti *et al* (1996) dalam Nasruddin (2009) zeolit alam yang telah diaktifasi dan dimodifikasi akan mempunyai aktifitas kerja yang baik untuk proses perengkahan (*cracking*).

## **B. Tujuan**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui beberapa sifat fisik dan kimia hasil destilasi dari *hydrocracking* minyak jarak pagar dengan zeolit aktif.

## **C. Hipotesa**

Diduga karakteristik hasil destilasi dari *hydrocracking* minyak jarak pagar dengan zeolit aktif yang didapatkan mendekati atau sesuai untuk diolah menjadi *biofuel*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Annual Book of ASTM Standards, D189. 1976. Conradson Carbon Residu. American Society for Testing and Material. Washington D.C. United State of America.
- Anonim. 2007. Kajian Pengembangan Energi Alternatif *Biodiesel* dari Tanaman Jarak di Kalimantan Timur. Laporan Kegiatan. Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Kalimantan Timur. (Online). (<http://litbang.kaltimprov.go.id/Web%202008/Penelitian%202007pdf/Bio%20Disel%20Buah%20Jarak2007~2008.pdf>, diakses 9 Oktober 2009).
- Astuti, Y. 2008. Budidaya dan Manfaat Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). Program Pasca Sarjana Universitas Mercu Buana. (Online). (<http://research.mercubuana.ac.id/proceeding/BUDIDAYA-DAN-MANFAAT-JARAK-PAGAR.pdf>, diakses 9 Oktober 2009).
- Atmojo, S. W. 2008. Minyak Jarak dan Alternatif Bioenergi. (Online). ([http://www.google.co.id/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=1&ved=0CBMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fsuntoro.staff.uns.ac.id%2Ffiles%2F20092F04%2F16-minyak-jarak-alternatif-bioenergi.doc&ei=vqDqS5jaO4PBrAeG1MDUCQ&usg=AFQjCNFTkybLaXErMWTnynytlh\\_e3Z8AEw&sig2=IoAyo0mg0NgTnus2j8\\_HAQ](http://www.google.co.id/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=1&ved=0CBMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fsuntoro.staff.uns.ac.id%2Ffiles%2F20092F04%2F16-minyak-jarak-alternatif-bioenergi.doc&ei=vqDqS5jaO4PBrAeG1MDUCQ&usg=AFQjCNFTkybLaXErMWTnynytlh_e3Z8AEw&sig2=IoAyo0mg0NgTnus2j8_HAQ), diakses 9 Oktober 2009)
- Gomez, K. A. dan A. Gomez. 1995. Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian. Diterjemahkan oleh E. Sjamsuddin dan JS Baharsjah. UI-Press. Jakarta.
- Hambali, E., *et al.* 2007. Jarak Pagar Tanaman Penghasil *Biodiesel*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hariati, T. 2001. Studi Absorpsi Fenol dalam Limbah Cair Pertamina Prabumulih dengan Zeolit Alam Aktif. Skripsi. Jurusan Kimia, FMIPA UNSRI. Palembang. (tidak dipublikasikan)
- Nasruddin. 2009. Proses Perengkahan Minyak Jarak Pagar dengan Katalis Zeolit dan Analisa Pemanfaatan Hasilnya untuk Bahan Industri Fuel Hayati. Ringkasan Disertasi. Universitas Sriwijaya. Palembang. (tidak dipublikasikan)

- Nixon, M. 2008. Destilasi. (Online). (<http://teknologietanol.blogspot.com/2008/06/teori-destilasi.html>, diakses 9 Oktober 2009)
- Nurcholis, M. dan S. Sumarsih. 2007. Jarak Pagar dan Pembuatan *Biodiesel*. Kanisius. Yogyakarta.
- Pararaja. 2009. Bahan Bakar Diesel. (Online). (<http://smk3ae.wordpress.com/2009/04/08/bahan-bakar-diesel/>, diakses 9 Oktober 2009)
- Prihandana, R. dan H. Roy. 2007. Energi Hijau. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Raharjo, S. 2007. Analisa Performa Mesin Diesel dengan Bahan Bakar *Biodiesel* Dari Minyak Jarak Pagar. Fakultas Teknik Unimus Semarang. Seminar Nasional Teknologi 2007. Yogyakarta. (Online). (<http://digilib.unsri.ac.id/download/70%20-%20ANALISA%20PERFORMA%20MESIN%20DIESEL%20DENGAN14082009.pdf>, diakses 9 Oktober 2009)
- Riauaty, D. 2002. Opsi Teknis Pengadaan Bensin Tanpa Timbel. (Online). ([http://www.kpbb.org/makalah\\_ind/Opsi%20Teknis%20Pengadaan%20Bensin%20Tanpa%20Timbel.pdf](http://www.kpbb.org/makalah_ind/Opsi%20Teknis%20Pengadaan%20Bensin%20Tanpa%20Timbel.pdf), diakses 9 Oktober 2009)
- Rosita. 2000. Pengaruh Senama dalam Larutan NaCl Terhadap Kadar NaCl dalam Telur pada Pembuatan Telur Asin Menggunakan Zeolit Alam. Skripsi. Jurusan Kimia. FMIPA. Unsri. Palembang. (tidak dipublikasikan)
- Signage 16. 2000. Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Kilang Minyak. (Online). (<http://signage16.files.wordpress.com/2009/05/keselamatan-dan-kesehatan-kerja-pada-kilang-minyak.pdf>, diakses 9 Oktober 2009)
- Soesilo. 2007. Hydrocracking Process – Part 01. (Online). (<http://soesilo.wordpress.com/2007/12/14/hydrocracking-process-part-01/>, diakses tanggal 9 Oktober 2009).
- Standarisasi Nasional Indonesia 01-2891-1992. 1992. Cara Uji Makanan dan Minuman. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Standarisasi Nasional Indonesia 01-3555-1998. 1998. Cara Uji Lemak dan Minyak. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Sudrajat, R., R. Ariatmi dan D. Setiawan. 2007. Pengolahan Minyak Jarak Pagar Menjadi Epoksi sebagai Bahan Baku Minyak Pelumas. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, Vol. 25, No. 1, Februari 2007:57-74.

- Sudrajat, R., Y. Widyawati dan D. Setiawan. 2007. Optimasi Proses Esterifikasi pada Pembuatan *Biodiesel* dari Biji Jarak Pagar. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, Vol. 25, No. 3, 31 Juni 2007: 203-224.
- Susilowati. 2004. Konversi Methana Menjadi Formaldehid dengan Katalis MoO<sub>3</sub>/Zeolit. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2004* ISSN : 1411 – 4216. Surabaya. (Online). ([http://125.163.204.22/download/ebooks\\_kimia/makalah/Konversi%20Methana.pdf](http://125.163.204.22/download/ebooks_kimia/makalah/Konversi%20Methana.pdf), diakses 9 Oktober 2009)
- Tim Departemen Teknologi Pertanian USU. 2005. *Proses Pembuatan Minyak Jarak Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Laporan Penelitian. Medan. (Online). (<http://cahyadi.start4all.com/files/2008/06/jarak.pdf>, Diakses 9 Oktober 2009).
- Wibowo, S. 2007. Potensi Tanaman Jarak sebagai Bahan Baku Minyak Nabati Sumatera Utara. *Info Hasil Hutan*, Vol. 13, No. 2, Oktober 2007:145-155.
- Widioko, S. A., dan Rustyawan, W. 2009. Proses Ekstraksi Kontinyu Lawan Arah Dengan Simulasi Batch Tiga Tahap : Pengambilan Minyak Biji Alpukat Menggunakan Pelarut N-Hexane dan Iso Propil Alkohol. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang. (Online). ([http://eprints.undip.ac.id/1260/1/makalah\\_ardi\\_wawan.pdf](http://eprints.undip.ac.id/1260/1/makalah_ardi_wawan.pdf), diakses 9 Oktober 2009)
- Widyastuti, L. 2007. Reaksi Transesterifikasi Minyak Biji Jarak Pagar Menjadi Metil Ester Sebagai Bahan Bakar Pengganti Minyak Diesel Dengan Menggunakan Katalis KOH. Sari Skripsi S1. Universitas Negeri Semarang. (online). (<http://digilib.unnes.ac.id/gsdlib/collect/wrdpdf-e/index/assoc/HASH34af.dir/doc.pdf>, diakses 9 Oktober 2009)
- Wijanarko, A., Mawardi, D.A., dan Nasikin, M. 2006. Produksi Biogasoline Dari Minyak Sawit Melalui Reaksi Perengkahan Katalitik Dengan Katalis  $\gamma$ -Alumina. (Online). (<http://repository.ui.ac.id/contents/koleksi/2/9ef73f75eb506e52dd8814aa4f22fdf1db5664e6.pdf>, diakses tanggal 9 Oktober 2009).