

**UJI LAJU KAPILARITAS DAN LAJU PEMBAKARAN MINYAK
JARAK MENGGUNAKAN SUMBU KOMPOR SEBAGAI ACUAN
DALAM MENDESAIN KOMPOR MINYAK JARAK**

Oleh
AMONA AMAI SITUMORANG



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2012**

S
665.507
sit
4

R. 27489 / 25009

2012

**UJI LAJU KAPILARITAS DAN LAJU PEMBAKARAN MINYAK
JARAK MENGGUNAKAN SUMBU KOMPOR SEBAGAI ACUAN
DALAM MENDESAIN KOMPOR MINYAK JARAK**



Oleh
AMONA AMAI SITUMORANG



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2012**

SUMMARY

AMONA AMAI SITUMORANG. Test of capillarity rate and combustion of castor oil by using the wick stove as reference to design castor oil stove (Supervised by **EDWARD SALEH** and **R. MURSIDI**).

The aim of this research was to learn the capillarity and rate of castor oil combustion. The research was implemented on June 2011 to May 2012 at Laboratory of Agricultural Chemical, Agricultural Technology Department, University of Sriwijaya, Indralaya.

This research used the of Randomized Block Design method which consisted of two treatments factors and for each treatment factors consisted of three and two replications for each treatment. The first treatment factor was the temperature of castor oil (A) and the second treatment factor was of wick stove diameter (B). The observed parameters were combustion rate, flash point, viscosity, surface tension, porosity and the capillarity rate.

The results of research showed that temperature and wick stove diameter had very significant effect on combustion rate and capillarity rate. The interaction of temperature and wick stove diameter had very significant effect on combustion rate and capillarity rate respectively. The result of research showed that the best treatment combination was 70 °C temperature with wick stove diameter of 5 mm (D₂T₃) with combustion rate of 0.0226 ml/s. The best treatment combination was 70 °C temperature with wick stove diameter of 5 mm (D₂T₃) with capillarity rate of

0.0101 ml/s. The increase of temperature on castor oil will decrease the value of viscosity levels of castor oil.

RINGKASAN


AMONA AMAI SITUMORANG. Uji Laju Kapilaritas dan Laju Pembakaran Minyak Jarak Menggunakan Sumbu Kompur sebagai Acuan dalam Mendesain Kompur Minyak Jarak (Dibimbing oleh **EDWARD SALEH** dan **R. MURSIDI**).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari daya kapilaritas dan laju pembakaran minyak jarak. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2011 sampai Mei 2012 di Laboratorium Kimia Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya.

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari dua faktor perlakuan dan masing-masing faktor perlakuan terdiri dari tiga dan dua taraf serta masing-masing kombinasi perlakuan diulang tiga kali. Faktor perlakuan pertama adalah suhu minyak jarak pagar faktor (A) dan faktor perlakuan kedua adalah diameter sumbu kompur faktor (B). Parameter yang diamati adalah laju pembakaran, *flash point*, viskositas, tegangan permukaan, porositas dan laju kapilaritas.

Hasil penelitian menunjukkan suhu dan sumbu kompur masing-masing berpengaruh sangat nyata terhadap laju pembakaran dan laju kapilaritas. Interaksi suhu dan sumbu kompur secara berturut-turut berpengaruh sangat nyata terhadap laju pembakaran dan laju kapilaritas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan suhu 70 °C dengan sumbu kompur 5 mm (D₂T₃) merupakan perlakuan terbaik dengan laju pembakaran 0,0226 ml/s. Kombinasi perlakuan suhu 70 °C dengan sumbu kompur 5 mm (D₂T₃) merupakan perlakuan terbaik dengan laju

kapilaritas 0,0101 ml/s. Dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan suhu pada minyak jarak akan menurunkan nilai tingkat viskositas minyak jarak.



**UJI LAJU KAPILARITAS DAN LAJU PEMBAKARAN MINYAK JARAK
MENGUNAKAN SUMBU KOMPOR SEBAGAI ACUAN
DALAM MENDESAIN KOMPOR MINYAK JARAK**

**Oleh
AMONA AMAI SITUMORANG**

SKRIPSI
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian

**Pada
PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2012**

Skripsi

**UJI LAJU KAPILARITAS DAN LAJU PEMBAKARAN MINYAK JARAK
MENGUNAKAN SUMBU KOMPOR SEBAGAI ACUAN
DALAM MENDESAIN KOMPOR MINYAK JARAK**

Oleh
AMONA AMAI SITUMORANG
05053106027

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

Pembimbing I,



Dr. Ir. Edward Saleh, M.S.

Pembimbing II,



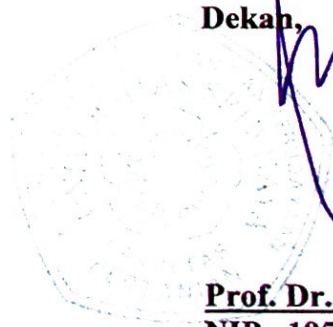
Ir. R. Mursidi, M.Si.

Indralaya , Mei 2012
Jurusan Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya

Dekan,



Prof. Dr. Ir. H. Imron Zahri, M.S.
NIP. 19521028 197503 1 001



Skripsi berjudul “ Uji laju kapilaritas dan laju pembakaran minyak jarak menggunakan sumbu kompor sebagai acuan dalam mendesain kompor minyak jarak ” oleh Amona Amai Situmorang telah dipertahankan di depan komisi penguji pada tanggal 30 April 2012, di ruangan Seminar Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Komisi Penguji

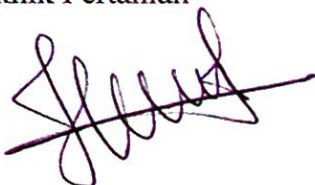
- | | | |
|-----------------------------------|---------|------------------------|
| 1. Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si. | Ketua | (<i>Rahmadhy</i>) |
| 2. Puspitahati, S.T.P., M.P. | Anggota | (<i>Puspitahati</i>) |
| 3. Dr. Ir. Basuni Hamzah, M.Sc. | Anggota | (<i>Basuni</i>) |

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian



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

Mengesahkan, 15 Mei 2012
Ketua Program Studi
Teknik Pertanian




Hilda Agustina, S.T.P., M.Si.
NIP. 19770823 200212 2 001

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 belum pernah atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan lain atau gelar yang sama di tempat lain.

Indralaya, Mei 2012

Yang membuat pernyataan



Amona Amai Situmorang

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pematang Siantar, Medan SUMUT pada tanggal 04 januari 1987, merupakan anak ketiga dari empat bersaudara dari orang tua tercinta Bapak Marangon Situmorang dan Ibu Tionar Sijabat

Penulis menyelesaikan Sekolah Dasar pada tahun 1999 di SDN Impres Balata, Sekolah Lanjutan Pertama pada tahun 2002 di SLTP Negeri 1 Jorlang Hataran dan Sekolah Lanjutan Atas pada tahun 2005 di SMA Negeri 3 Pematang Siantar.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian UNSRI pada tahun 2005 melalui jalur SPMB.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Pengasih atas semua rahmat dan karunia-Nya yang telah, sedang, dan terus diberikan kepada penulis, karena hanya dengan izin-Nya jugalah penulis bisa menyelesaikan penelitian ini

Penelitian ini berjudul “ Uji Laju Kapilaritas dan Laju Pembakaran Minyak Jarak Menggunakan Sumbu Kompur sebagai Acuan dalam Mendesain Kompur Minyak Jarak ”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Edward Saleh dan Bapak R. Mursidi selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam pembuatan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis berharap semoga rencana penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Palembang, Mei 2012



Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Imron Zahri, M.S., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr., selaku Ketua Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Hilda Agustina, S.TP.,M.Si., selaku Ketua Program Studi Teknik Pertanian.
4. Bapak Dr. Ir. Edward Saleh, M.S selaku dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, bantuan, nasihat, saran dan kritik kepada penulis.
5. Bapak Ir. R. Mursidi, M.Si., selaku dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bantuan, nasihat, saran dan kritik kepada penulis.
6. Bapak Dr. Ir. Edward Saleh, M.S selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan nasihat, bimbingan dan arahan selama studi sampai dengan selesai.
7. Bapak Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si. selaku dosen Penguji I yang telah memberikan masukan, arahan dan bantuan kepada penulis.
8. Ibu Puspitahati, S.T.P.,M.P selaku dosen Penguji II yang telah memberikan masukan, arahan dan bantuan kepada penulis.
9. Bapak Dr. Ir. Basuni Hamzah, M.Sc., selaku dosen Penguji III yang telah memberikan masukan, arahan dan bantuan kepada penulis.

10. Seluruh dosen Jurusan Teknologi Pertanian yang telah mengajarkan semua pengetahuan di bidang teknologi pertanian.
11. Seluruh staf Jurusan Teknologi Pertanian (Kak Jhon, Yuk Ana, Kak Hendra) atas semua bantuan dan kemudahan yang diberikan kepada penulis.
12. Kedua orang tuaku yang sangat kusayangi, Bapak Marangon Situmorang (Op. Gohana doli) dan Tionar Br. Sijabat (Op. Gohana boru) yang selalu mendoakan serta memberikan dukungan, semangat, cinta kasih, pengorbanan dan ketulusan dalam mengharapkan keberhasilanku.
13. Ketiga saudaraku : Juliana Situmorang (Omak naomi) serta abang iparku Sahat Hutagalung (Ama Naomi), Abdi Jusandi Situmorang(Ama Gohana) serta kakak iparku Sophi Simanjuntak (Omak Gohana), Adi Bratama Situmorang yang telah memberikan dukungan moril, materi dan doa serta pengharapan yang luar biasa untuk keberhasilanku.
14. Elsa silalahi yang selalu setia memberi semangat dalam suka dan duka.
15. Teman-teman seperjuangan, Marien, Aidil, Maikel Jonatan, Fery Adi, Ervan, Gagah, Petrikson, Damba, Fajar, Irsadi dan yang telah banyak membantu selama penelitian dan memberikan semangat kepada penulis. Sukses untuk kita semua!
16. Anton Siringo ringo yang telah memberikan bantuan kepada penulis, sukses buatmu.
17. Teman-teman BBB, Hartomy, Reyvaldo, Erik, Saleh, B. Boy, Wira, Ari, Janto, Bram yang telah menghibur dalam masa-masa sulit waktu selama dalam penelitian ini. BBB forever!
18. Albert yang telah membantu dalam proses perbaikan ringkasan.

19. Semua adik tingkat Gerobak Teknologi Pertanian Angkatan 2007 dan 2008.
20. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan kontribusi dari pelaksanaan hingga selesainya skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
21. Almamaterku.

Semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya,

Mei 2012



Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan	3
C. Hipotesis	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Tumbuhan Jarak Pagar	4
B. Komposisi Kimia Biji dan Minyak Jarak	5
C. Sifat Fisik dan Kimia Minyak Jarak	6
D. Proses Pengolahan Minyak Biji Jarak	7
E. Teori Pembakaran	8
III. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	10
A. Waktu dan Tempat	10
B. Bahan dan Alat	10
C. Metode Penelitian	10
D. Cara Kerja	11
E. Parameter yang Diamati	11
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
A. Laju Pembakaran.....	19
B. Laju Kapilaritas.....	24
C. Viskositas.....	27
D. Tegangan Permukaan	28
E. Porositas	29
F. Flash Point	30
V. KESIMPULAN DAN SARAN	32

A. Kesimpulan	32
B. Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Komposisi kimia biji jarak	5
2. Kandungan asam lemak minyak biji jarak	6
3. Sifat fisik dan kimia minyak jarak	7
4. Hasil uji BNJ pengaruh diameter sumbu kompor terhadap pembakaran minyak jarak	18
5. Hasil uji BNJ pengaruh suhu pemanasan minyak jarak terhadap laju pembakaran	20
6. Hasil uji BNJ pengaruh interaksi suhu pemanasan dan diameter sumbu kompor terhadap laju pembakaran minyak jarak	21
7. Hasil uji BNJ pengaruh suhu pemanasan minyak jarak terhadap laju kapilaritas	25
8. Hasil uji BNJ pengaruh interaksi suhu pemanasan dan sumbu kompor terhadap laju kapilaritas minyak jarak	26
9. Nilai skala dari beban pengukuran tegangan permukaan	29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Metode pengukuran tegangan permukaan.....	15
2. Kecepatan pergerakan kapilaritas sumbu 10 mm dan 5mm pada suhu ruang.....	19
3. Sumbu kompor tarap perlakuan D1.....	20
4. Sumbu kompor tarap perlakuan D2	20
5. Nilai rata-rata laju pembakaran minyak jarak.....	22
6. Kecepatan pergerakan kapilaritas pada sumbu 10 mm dengan perlakuan suhu.....	23
7. Kecepatan pergerakan kapilaritas pada sumbu 5 mm dengan perlakuan suhu.....	23
8. Nilai rata-rata laju kapilaritas minyak jarak.....	27
9. Nilai rata-rata viskositas minyak jarak.....	28
10. Nilai beban pengukuran tegangan permukaan.....	29
11. Nilai porositas sumbu kompor minyak jarak.....	30
12. Nilai <i>flash point</i> minyak jarak.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Analisis keragaman dan uji BNJ laju pembakaran minyak jarak.....	36
2. Analisis keragaman dan uji BNJ laju kapilaritas minyak jarak.....	40
3. Perhitungan porositas sumbu	44
4. Perhitungan viskositas	45
5. Penentuan grafik hubungan data variabel dengan non variabel berdasarkan program microsof excel.....	47
6. Karakteristik minyak dan sumbu	50
7. Metode pengukuran laju pembakaran, laju kapilaritas, viskositas dan tegangan permukaan.....	51



I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Krisis energi saat ini dialami penduduk dunia termasuk di Indonesia. Bahan bakar dari bahan fosil dalam waktu cepat diperkirakan akan habis. Selain itu, terdapat efek samping penggunaan bahan bakar minyak yaitu terjadinya polusi yang bisa menimbulkan pemanasan global. Masalah tersebut memerlukan adanya solusi alternatif. Pemerintah telah mengadakan program penggunaan bahan bakar nabati (BBN) dalam memenuhi kebutuhan bahan bakar minyak dalam negeri (Departemen ESDM, 2008).

Bahan bakar nabati (BBN) diperoleh dari tanaman-tanaman yang menghasilkan minyak atau alkohol. Tanaman yang menghasilkan minyak dapat diolah menjadi biodiesel dan biokerosin, sedangkan tanaman yang menghasilkan alkohol dapat diolah menjadi bioetanol. Jenis tanaman yang dapat diolah menjadi BBN antara lain adalah jarak pagar, ubi kayu, kepuh, kelapa, kelapa sawit, randu, nyamplung, jagung, sorghum dan lain-lain (Suara Merdeka, 2008).

Minyak dari tanaman jarak pagar termasuk minyak lemak. Minyak lemak yang menjadi bahan baku biodiesel adalah bahan bakar terbarukan karena berasal dari tumbuh-tumbuhan. Negara Indonesia mempunyai banyak tumbuh-tumbuhan penghasil minyak lemak. Hampir 50 jenis tumbuhan bisa diolah menjadi sumber bahan bakar alami, contoh paling populer adalah jarak pagar (Soerawidjaya, 2005).

Minyak jarak diperoleh dengan cara pengepresan biji jarak dengan alat pengepres minyak. Alat pengepres yang digunakan adalah *hydraulic press*. Pada proses pengepresan juga digunakan alat pemecah biji jarak dan alat penghancur biji jarak yang akan memudahkan proses pengepresan minyak dari biji jarak. Biji-bijian terlebih dahulu dipanaskan sebentar hingga sebagian dari dinding sel hancur untuk mencairkan lemak agar lebih mudah dibebaskan. Suhu dari pemanasan tidak boleh melebihi batas atau akan mengakibatkan warna minyak menjadi gelap (potter,1986.)

Kandungan biji jarak pagar rata-rata memiliki ukuran 18x11x9 mm dengan berat 0,62 gram dan terdiri atas 58,1% biji berupa daging (*kernel*) dan 41,9 % kulit. Bagian kulit mengandung 0,8 % ekstrak eter. Kadar minyak (*trigliserida*) dalam inti biji ekuivalen dengan 55%/33% dari total biji. Asam lemak penyusun minyak jarak terdiri atas 86 % asam risinoleat, 8,5 % asam oleat , 3,5 % asam linoleat, 0,5-0,2 % asam stearat dan 1-2 % asam dihidroksi stearat (Ketaren, 1986).

Potensi ekonomi tanaman jarak pagar yang mudah tumbuh dan dapat dikembangkan sebagai bahan penghasil BBM alternatif (*biodiesel*). Kandungan minyak pada biji jarak cukup tinggi yaitu sekitar 30%-50%. Biji jarak pagar sangat prospektif untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku minyak atau biodiesel karena minyak jarak pagar tidak termasuk kategori minyak untuk makanan (*edible oil*) sehingga pemanfaatannya tidak mengganggu penyediaan kebutuhan minyak makan nasional (Suara Pembaruan, 2005).

Penelitian ini bertujuan mempelajari laju kapilaritas dan laju pembakaran minyak jarak. Pengujian viskositas, kapilaritas, tegangan permukaan dan *flash point* minyak jarak akan dilakukan berdasarkan perbedaan suhu dan diameter sumbu pada minyak jarak sehingga akan dihasilkan perbedaan laju kapilaritas dan laju

pembakaran.

B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari laju kapilaritas dan laju pembakaran minyak jarak.

C. Hipotesis

Diduga pengaruh peningkatan temperatur (suhu) dan perbedaan diameter sumbu dapat meningkatkan laju pembakaran dan laju kapilaritas minyak jarak.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia : Bahan Bakar
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemistry*. Washington DC. United State of America.
- Benltoufa, S., dan Fayala, F. 2008. Capillary Rise in Macro and Micro Pores of Jersey Knitting Structure. *Journal of Engineering Fibers and Fabrics*.3(3):47-54.
- Budy. 2008. *Minyak Jarak Alternatif Energi Masa Depan. Sinar Tani* Edisi 7. 12 dan Pembakaran. www.encyclencyasia.org. Diakses tanggal 22 Februari 2009
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2006. Luas Areal dan Produksi Perkebunan Rakyat di Indonesia 1995-2003 [Online]. Diperoleh dari www.deptan.go.id. Diakses pada 30 Juli 2010.
- Fayala, F., dan Nasrallah, B.S. 2004. Capillary Flow in Fabrics. *Textile Research Journal*. 70:4.
- Hambali. 2006. *Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel*, cetakan I, Jakarta: Penebar swadaya.
- Harrington, R.E. 1984. Viscosity. Di Dalam D.W. Gruenwedel dan J.R. Whitaker. *Food Analysis: Principles and Techniques*, Vol 2, *Physicochemical Techniques*. Marcel Dekker, Inc., New York
- Ketaren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Ed ke-1. Jakarta: UI-Press.
- Mccabe, W.L., Smith, J.C., dan Harriot, P. 1987. *Operasi Teknik Kimia Edisi Keempat*. Diterjemahkan oleh Jasfi, E. Erlangga. Jakarta.
- Mohtar. 2008. <http://mohtar.staff.uns.ac.id/files/2008/08/Tegangan-Permukaan.doc> [15Agustus 2009]
- Nurcholis, M. 2007. *Jarak Pagar*. cetakan pertama. Yogyakarta: Kanisius.
- Suara Pembaruan. 2005. Dikembangkan BBM Alternatif dari Minyak Jarak. Rabu, 18 Mei 2005, Hal. 6 Kolom 1-2.

- Sudarmadji, S. B. Haryono dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Penerbit Liberty. Yogyakarta.
- Sudarmadji, S. 1989. *Analisa Bahan Makanan Dan Pertanian*. Penerbit Liberty Yogyakarta Bekerja Sama dengan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. UGM. Yogyakarta.
- Suparno, O., Kartika, I.A. and Muslich. 2009. Chamois Leather Tanning Using Rubber Seed Oil. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists* 93(4): 158-161.
- Swern, D, 1964. *Industrial Oil and Fat Product*, Interscience Jhon Wiley and Sons Inc. New York
- Syah, A. 2006. *Biodisel Jarak Pagar; Bahan Bakar Alternatif yang Ramah Lingkungan*. Cetakan pertama. Jakarta : Agromedia Pustaka.
- Tim Penulis, P.S, 1992, *Karet : Budidaya dan Pemasaran Tahun 2000*, Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.
- Turnip, G. P. 2008. Pengaruh Metanol dan NaOH Terhadap Rendemen dan Minyak Jarak Sebagai Substitusi Bahan Bakar Solar. Skripsi pada Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan. (Tidak dipublikasikan).
- Turns, R.S. 1996. *An Introduction to Combustion : Concept and Application*. Singapore. Mc Graw-Hill. Inc.
- Winarno, F.G. 1991. *Kimia Pangan dan Gizi*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.