

MIPA

LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING



PENGEMBANGAN MODEL KINETIKA KIMIA  
LIMBAH BAMBU BERBASIS PIROLISIS SERTA APLIKASI  
ASAP CAIR-ARANG-KOMPOS SEBAGAI PESTISIDA NABATI

Oleh :

MOHAMMAD WIJAYA. M., S.Si, M.Si  
DRA. HJ ARMY AULIAH., M.Si  
MUHAMMAD SYAHRIR., S.Pd., M.Si

Dibiayai Oleh

DIPA Universitas Negeri Makassar No: 0220/023-04.2/XXXIII/2009  
Sesuai Surat Keputusan Rektor Universitas Negeri Makassar  
Nomor : 3353/H36/PL/2009 Tanggal 24 April 2009

UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR  
NOVEMBER 2009



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR  
**LEMBAGA PENELITIAN**

Kampus UNM Jl. A. Pangerang Pettarani, Makassar - 90222  
Telepon (0411) 884533 - 868687 Fax. 884533

- Puslit Kependudukan dan Lingkungan Hidup
- Puslit Makanan Tradisional, Gizi dan Kesehatan
- Puslit Pemberdayaan Perempuan
- Puslit Pengembangan Ilmu Pendidikan
- Puslit Budaya dan Seni Etnik Sulawesi

SURAT KETERANGAN  
No. 829/H36.9/PG/2009

Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Makassar menerangkan bahwa :

Nama : Mohammad Wijaya M, S.Si, M.Si

NIP : 197309271999031001

Fakultas/Jurusan : FMIPA UNM

Telah melaksanakan penelitian dengan judul :

*Pengembangan Model Kinetika Kimia Limbah Bambu Berbasis Pirolisis Serta Aplikasi Asap Cair Arang-Kompas sebagai Pestisida Nabati*

Penelitian ini dilaksanakan selama 8 bulan ( April s/d Nopember 2009 ), sebagai Ketua Peneliti

Anggota tim peneliti : 1.Dra.Hj.Army Auliah, M.Si  
2.Muhammad Syahrir, S.Pd., M.Si

Lembaga Penelitian Universitas Negeri Makassar mendokumentasikan Laporan Penelitiannya pada bulan Nopember 2009

Demikian surat keterangan dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 10 Desember 2009

Ketua



Prof. Drs. H.M. Arif Tiro, M.Pd, M.Sc, Ph.D  
NIP. 195204171977021001

## HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

1. Judul Penelitian : Pengembangan Model Kinetika Kimia Limbah Bumbu Berbasis Pirolisis Serta Aplikasi Asap Cair-Arang-Kompos Sebagai Pestisida Nabati
2. Ketua Peneliti
- a. Nama : **Mohammad Wijaya. M.,S.Si.M.Si**
  - b. Jenis Kelamin : Laki-Laki
  - c. NIP : 19730927 199903 1 0001
  - d. Jabatan Fungsional : Lektor
  - e. Jabatan Struktural : -
  - f. Bidang Keahlian : Kimia Fisika dan Lingkungan
  - g. Fakultas/Jurusan : MIPA /Kimia
  - h. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Makassar
  - i. Tim Peneliti

No	Nama dan Gelar Akademik	Bidang Keahlian	Instansi	Alokasi Waktu	
				Jam/mg	bulan
1	Dra.Hj.Army Auliah, M.Si	Kimia Organik	UNM	10	24
2	Muhammad Syahrir, S.Pd., M.Si	Kimia Analitik Lingkungan	UNM	10	24

3. Pendanaan dan jangka waktu penelitian
- a. Jangka waktu penelitian yang diusulkan : 2 (dua) tahun
  - b. Biaya Total : Rp. 90.000.000,-
  - c. Biaya yang disetujui tahun 2009 : Rp. 40.000.000,-
  - d. Biaya yang diusulkan tahun 2010 : Rp. 50.000.000,-

Makassar, November 2009

Ketua Peneliti,

Mengetahui,  
Dekan FMIPA

**Dr. rer. net H. Muharram, M.Si**

NIP.19610517 198803 1 002

Surat Kuasa No:2897/H.36 s/KP/2009

Tanggal 29 Oktober 2009



**Mohammad Wijaya.M.,S.Si,M.Si**

NIP. 19730927 199903 1 001

Menyetujui,

Ketua Lembaga Penelitian UNM Makassar

**Prof. Drs. H.M. Arif Tiro, M.Pd, M.Sc, Ph.D**

NIP. 19520417 197702 1 001

## RINGKASAN

### PENGEMBANGAN MODEL KINETIKA KIMIA LIMBAH BAMBUR BERBASIS PIROLISIS SERTA APLIKASI ASAP CAIR-ARANG-KOMPOS SEBAGAI PESTISIDA NABATI \*

(Mohammad Wijaya M, 2009, 56 halaman)

#### ABSTRAK

Pemanfaatan limbah bambu dalam pembuatan asap cair telah mendapat perhatian pada beberapa tahun belakangan ini, dan umumnya diproduksi secara pirolisis. Pada proses pirolisis terjadi dekomposisi dari senyawa hemiselulosa, selulosa dan lignin yang terdapat pada bahan baku. Proses pirolisis antara lain menghasilkan produk asap cair, arang, ter, minyak nabati, dan lain-lain. Dalam penelitian digunakan bahan baku meliputi serbuk bambu pada suhu 110-500°C selama 5 jam. Penelitian ini secara umum bertujuan menghasilkan asap cair melalui proses pirolisis dan memperoleh fraksi-fraksi komponen kimia potensial dari limbah bambu. serta memformulasikan berbentuk model kinetika pirolisis

Kadar asam yang tertinggi pada hasil pirolisis serbuk bambu dengan reaktor listrik ditunjukkan pada suhu pirolisis 400°C adalah 23,02%. Sedangkan total fenol tertinggi suhu pirolisis 500°C adalah 205,711 (mg/l). Rendemen arang yang dihasilkan 33,28 %. Penggunaan asap cair - arang - kompos hasil konversi limbah bambu dapat digunakan untuk pestisida nabati. Identifikasi GC-MS serbuk bambu dapat didapatkan senyawa yang sebagian besar adalah golongan asam yang terbesar adalah asam asetat. Arang merupakan salah satu sumber energi penting. Selain itu, arang juga memiliki fungsi yang efektif untuk fiksasi dan inaktivasi karbon di atmosfer serta konservasi lingkungan. Kinetika pirolisis umumnya dipengaruhi oleh proses perpindahan panas dan massa. Kinetika pirolisis limbah bambu dilihat pengaruh suhu dan waktu terhadap perolehan asam asetat model kinetik pirolisis pada asam asetat pada suhu 283-773 K dari persamaan *Arrhenius* diperoleh nilai energi aktivasi sebesar 6,28 J/mol. faktor eksponensial (A) sebesar 0,45 /menit. Waktu paruh bambu mengalami kenaikan pada model *Arrhenius* dan sebaliknya turun pada model *Tsamba* dan *Sampath*.

**Kata Kunci :** *Limbah Bambu, Pirolisis, Asap cair dan Arang, Pestisida Nabati, kinetik model*

## SUMMARY

### THE GROWTH KINETIC CHEMISTRY MODEL OF BAMBOO WASTE BY PYROLYSIS WITH APPLICATION BAMBOO VINEGAR CHARCOAL-COMPOST AS NATURAL PESTICIDE

(Mohammad Wijaya M, 2009, 56 Pages)

To using bamboo of sawdust it make wood vinegar after attention, and usually produced by pyrolysis. Pyrolysis of process become decomposition from hemiceluloce, cellulose, and lignin compound have it raw material. Pyrolysis process tec production wood vinegar and bamboo vinegar, charcoal, ter, biofuel etc. The research is used raw material : bamboo sawdust at time pyrolysis 110-500° C it 5 at Hours. This research as usually produced bamboo vinegar also pyrolysis. and compound chemistry at fraksination potensial with bamboo. sawdyst

Bamboo vinegar having condensate higher the compared with tectonic vinegar and pines vinegar. Also can see from analysis pH, acid ratio and fenol total.. That the Bamboo vinegar yield obtained 12,91 %, 18,18 %, 14,94 %, 14,17% and 1,15% Acid yield of result pyrolysis bamboo sawdust with reactor produced at temperature 400 C as 17,58 %, also phenol total of pyrolysis bamboo sawdust at temparture 500 C as 206,711 (mg/l) Although charcoal produced form pyrolysis process have yield char higher as 33,28 % bamboo,

Analysis DTA ( *Diferential Thermal Analysis*) of Bamboo sawdust showed thermal decomotition of three occurs at 209,8 ; 281,3 and 340,2°C,.the decomposition process hemiceluloce, seluloce and lignin Using Bamboo vinegar od conversi result wood and bamboo sawdust can used for Pesticide natural . Identification GC-MS bamboo sawdust product compound potential as acid group is acetate acid. Charcoal were only one alternatife energy at country. Also, char have using efectiv of fictation and in aktivasi carbon for environmental conservation. Resident time of teak experienced increase at *Arrhenius* model and contradictively decrease at Tsamba and Sampath models.

**Kata Kunci :** *Bamboo Waste, Pyrolysis, Bamboo Vinegar, and Charcoal, Compost, Natural Pesticide i*

## PRAKATA

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., karena atas segala limpahan Rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Selanjutnya, ucapan terima kasih kepada Direktur Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional atas kepercayaan yang diberikan untuk melakukan penelitian ini, dari penelitian Hibah Bersaing tahun pertama sesuai dengan surat keputusan Rektor universitas Negeri Makassar No. 3353/H36/PL/2009 Tanggal 29 April 2009

Selama melaksanakan penelitian ini, penulis banyak mendapatkan bantuan baik moril maupun materil serta bimbingan dari berbagai pihak, sehingga kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Rektor, Ketua Lembaga Penelitian dan Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), beserta staf pengajar jurusan kimia UNM Makassar yang telah berkenan memberi izin dan bantuan kepada penulis untuk mengikuti tugas belajar ini.
2. Dr. Gustan Pari, M.Si, APU., selaku Kepala Laboratorium Terpadu Kimia Kayu dan Energi Biomassa Balitbang Kehutanan Bogor yang telah memberikan ijin untuk pemakaian prasarana dan telah meluangkan waktunya untuk memberi bimbingan dan arahan serta saran demi kemajuan penulis dan lebih sempurnanya tulisan ini.
3. Staf Laboratorium kimia Instrumen Jurusan Kimia FPMIPA UPI Bandung yang telah membantu penulis dalam menganalisis GC-MS asap cair dari bahan baku tersebut.
4. Staf Laboratorium Pascapanen Departemen Pertanian Cimanggu-Bogor yang telah membantu penulis dalam menganalisis kadar asam dan total fenol.
5. Staf Laboratorium Kimia kayu Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan IPB Bogor.

Akhir kata, semoga semua bantuan yang telah diberikan, penulis hanya dapat diberi ganjaran yang setimpal oleh Allah SWT, dan dinilai sebagai amal jariah serta ilmu yang bermamfaat. Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih belum sempurna dan dengan

segala kerendahan hati menerima masukan, kritikan, dan saran agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi pemerintah terutama masyarakat dan pengusaha yang bergerak di bidang perikanan dan usaha tahu serta dunia ilmu pengetahuan dan pihak lain yang membutuhkannya.

Makassar, November 2009

Ketua Peneliti

**Mohammad Wijaya.M**

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Pengesahan</b>	i
<b>Ringkasan dan Summary</b>	ii
<b>Prakata</b>	vi
<b>Daftar Tabel</b>	ix
<b>Daftar Gambar</b>	xi
<b>Daftar Lampiran</b>	xiii
<b>Bab I PENDAHULUAN</b>	1
A. Latar Belakang	1
B. Hasil yang Diharapkan	4
<b>Bab II TINJAUAN PUSTAKA.</b>	5
A. Kayu	5
B. Mekanisme Proses Pirolisis	9
C. Asap Cair	10
D. Kinetika Reaksi Kimia	16
E. Pengomposan	19
<b>Bab III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN</b>	20
A. Tujuan Khusus	20
B. Manfaat Penelitian	21
<b>Bab IV METODE PENELITIAN</b>	22
A. Waktu dan Lokasi Penelitian	22
B. Bahan dan Alat	22
C. Tahapan Penelitian	24
<b>Bab V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	29
A. Hasil Penelitian Tahun Pertama	29
B. Pembahasan Hasil Penelitian	45
<b>Bab VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	51
A. Kesimpulan	51
B. Saran	51
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	53
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	57
<b>DRAFT ARTIKEL ILMIAH</b>	86



## DAFTAR TABEL

No.tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1	Komponen kimia lima jenis bambu dan kayu (%b/b )	6
2.2	Sifat fisik empat jenis bambu	6
2.3	Komposisi Kimia Asap Cair	12
2.4	Sifat kimia asap Cair.	13
2.5	Produksi Asap Cair.	15
2.6	Beberapa model kinetika pirolisis pada berbagai bahan baku	19
5.1	Hasil analisis termal TG serbuk bambu	29
5.2	Kandungan lignin, hemiselulosa dan alfa selulosa serbuk bambu	30
5.3	Rendemen serbuk bambu	31
5.4	Rataan nilai pH, kadar fenol, kadar asam ascabam dengan reaktor pirolisis	33
5.5	Karakteristik hasil pirolisis serbuk bambu dengan rektor listrik	36
5.6	Hasil pemurnian dengan ekstraksi	38
5.7	Senyawa hasil pirolisis asap cair pada berbagai hasil deteksi GC-MS	39
5.8	Pengelompokan senyawa berdasarkan PCA serbuk bambu	41
5.9	Menentukan waktu, laju pemanasan dan yield asam asetat bambu	42
5.10	Perbandingan nilai ln k hasil prediksi menggunakan berbagai model dengan nilai ln k hasil percobaan pada serbuk bambu	43
5.11	Penentuan waktu paruh ( $t_{1/2}$ ) kinetika asam asetat.	45

## DAFTAR GAMBAR

No.Gambar	Judul Gambar	Halaman
2..1	Bambu( <i>Gigantochloa apus</i> ) dan daun bambu .	6
2.2	Potensi pengolahan bambu dan limbahnya	8
2.3	Mekanisme proses pirolisis	9
4.1	Tanur untuk membuat asap cair yang terbuat dari baja tahan karat yang dilengkapi dengan <i>Termokopel</i>	23
4.2	Alat GC-MS ( <i>Gas Chromatography Mass Spectrometry</i> )	23
4.3	Diagram alir rencana kegiatan penelitian	24
5.1	Hasil analisis DTA/TGA pada serbuk bambu	29
5.2	Bahan baku (a) serbuk bambu (b) asap cair bambu	31
5.3	Fraksinasi asap cair bambu	37
5.4	<i>Scree plot</i> pengelompokkan senyawa pada asap bambu	41
5.5	Perbandingan $\ln k$ terhadap $1/T$ pada berbagai model dengan percobaan asam asetat bambu	44

## DAFTAR LAMPIRAN

No.lampiran	Judul Tabel	Halaman
1	Data dan Analisis Data Hasil Penelitian	57
2	Instrumen Penelitian	63
3	Surat Perjanjian Pelaksanaan Pekerjaan Penelitian Tahun Anggaran 2009, antara Ketua Lembaga Penelitian UNM dengan Ketua Peneliti , Nomor 382,D/H36.9/PG/2009	71
4	Personalia Tenaga Peneliti dan Riwayat Hidup Peneliti	76

## LAMPIRAN-LAMPIRAN

1. Foto Dokumentasi kegiatan penelitian

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan tujuan dan hasil penelitian tahap pertama yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pirolisis limbah bambu dipengaruhi oleh perubahan suhu dan waktu serta laju alir panas.. Asap cair yang mempunyai rendemen tertinggi berada pada serbuk bambu 62,89 %, Sedangkan arang yang dihasilkan dari proses pirolisis yang mempunyai rendemen tertinggi adalah bambu 33,28 %.
2. Identifikasi GC-MS serbuk bambu dapat didapatkan komponen kimia asap cair yang sebagian besar adalah golongan asam yaitu asam asetat.
3. Model kinetika pirolisis asam asetat menghasilkan energi aktivasi ( $E_a$ ) untuk bambu adalah  $-6,2762 \text{ J/mol}$  dan pre eksponensial ( $A$ ) adalah  $0,4465 \text{ menit}^{-1}$
4. Model Tsamba lebih sesuai untuk menggambarkan mekanisme kinetika pirolisis asam asetat pada bambu. Perpaduan kadar karbon asap cair dan arang dapat direkomendasikan sebagai upaya mengurangi emisi karbon yang ada di alam demi kelestarian lingkungan sebagai akibat perubahan iklim

#### **B. Saran**

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, sebagai implikasi dari kesimpulan maka disarankan beberapa hal berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengembangan model kinetika pirolisis arang dan ter, serta jenis bahan baku pengasap lain seperti tongkol

jagung, ampas tebu, dan jerami padi. Kondisi suhu pirolisis yang berbeda seperti 250, 350, 450, dan 550°C

2. Perlu dilakukan penelitian mengenai arang dan arang aktif dengan menggunakan analisis FTIR, SEM dan XRD dan aplikasi lain untuk perkembangan teknologi kimia yang ramah lingkungan
3. Perlu dilakukan analisis rasion C/N, P,C dan N untuk kompos lebih lanjut dengan ekstraksi menggunakan berbagai macam perbandingan antara pelarut dengan sampel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2001. Wood Vinegar. Forest Energy Forum No. 9. FAO.
- Aboulkas.A., Harfi, K EL and Bouadilf, A.EL. 2009. Pyrolysis of Olive Residu /Low Density Polyethylene Mixture : Part I Thermogravimetric Kinetic. J. Bioresource. Technology, Vol 100 : 3134-3139
- Bukle, K.A.,R.A. Edwards, G.H. Fleet, and M.Wootan. 1985. Ilmu Pangan H.Purnomo dan Adiono (Penerjemah). Terjemahan dari Food Science. UI Press. Jakarta
- Budi, .S.A .2003. Pembuatan Briket Arang dari Temputung Kelapa sebagai Alternatif Sumber Energi.
- Caballero,J.,Font,R.,nd Marcilia,A.1996. Study of primary of kraft lignin at high heating rates; yield and kinetics , J. Analytical and Applied Pyrolysis, 36(2), 159-178.
- Chacha, M., Bojase-Moleta, G. and.Majinda. R.R.T 2005. Antimicrobial and Radical Scavenging Flavonoids from the Steam Wood of *Erythrina latissima*. Phytochemistry , 66:99-104.
- Darmadji, P. 2002. Optimasi Pemurnian Asap Cair dengan Metode Redistilasi. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan.,13 :3
- Daun, H. 1979. Interaction of Wood Smoke Component and Foods. Journal Food Technology. 33 (5) 66-71.
- Demirbas,A. 2005. Pyrolysis of Ground Beech Wood in Irregular Heating Rate Conditions. J. Analytical and Applied Pyrolysis ,73: 39-43
- Dunlop, P.J., Bignell, C.M., Jackson,J.F., Hibber,D.B.. 2000. Chemometric Anaysis of Gas Chromatografi Data oils Eucalyptus Spesies, Departemen Chemiastry, University of Adelaide, Adelaide
- Fatimah .I, dan Jaka. N. 2005. Identifikasi Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Jati Menggunakan Principal Component Analysis, Jurnal Ilmu Dasar, 6 (1) : 41-47
- Feride, T and Hasan, F.G. .2004. Production and Characterization of Pyrolysis Oils From *Euphorbia Macroclada*. Energy Sources, 26, 761-710
- Ferdous,D., Dalai, A.K., Bej, S.K., and Thring, R. W.2002. Pyrolysis of lignins Experimental and kinetic studies, journal energy and Fuels 6(6), 1405-1412

- Gani, A. 2007. Konversi Sampah Organik Pasar Menjadi Kompos (Kompos, arang aktif dan asap cair) dan Aplikasinya pada Tanaman Daun Dewa. Disertasi Program Doktor. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Gasparovic, L., Korenova, Z., and Jelemensky, L. 2009. Kinetic study of wood chips decomposition by TGA. 36<sup>th</sup> International Conference of SSCHE.
- Girard, J.P. 1992. Technology of Meat and Meat Products. Ellis Horwood. New York, :195-201
- Imamura, E, Yamanashi, JP, Watanabe, Y. 2005. Anty-allergy composition comprising wood vinegar or bamboo vinegar-distilled solution. *US Patent Application Kind Code* :1-17.
- Indriani, Y.H. 2005. Membuat Kompos Secara Kilat. Cetakan VII. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Jinhe, Fu .2005. Bamboo charcoal and bamboo vinegar. *International Network of Bamboo and Rattan Beijing*, PR China
- Kartal S.N ; Imamura.Y, Tsuchiya.F and Ohsato.K. 2004. Preliminary Evaluation of Fungicidal and Termiticidal Activity of Filtrates from Biomassa Sharry Fuel Production. *J. Bioresouce Technology*, 95 : 41-47
- Koufapanos, C.A., Papayannos, N., Marchio, G. and Lucchesi, A. 1991. Modelling The Pyrolysis of Biomassa Particle: Studies on kinetics, thermal and heat Transfer Effects. *The Canadian Journal Of Chemical Engineering*. 69 : 907-915
- Labuza, T.P. 1983. Reaction Kinetics and Accelerated Test Simulation as Function of Temperature. Into I.Saguy (ed) Computer Aided Techniques in Food Technology, Marcel Dekker, Inc New York.
- Luditama, C. 2006. Isolasi dan Pemurnian Bahan Pengawet Alami Berbahan Dasar Tempurung dan Sabut Kelapa Secara Pirolisis dan Distilasi, Skripsi. Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB Bogor.
- Lopes Pasquali, C.E., and Herrera, H. 1997. Pyrolysis of lignin and IR analysis of residues, *Thermochimica Acta* , 293(1-2), 39-46.
- Maga, J.A. 1988. Smoke in Food Processing, CRC Press- Inc Boca Rotan Florida. 1-3 ; 113 -138
- Murugan, P., Mahinpey, N., Johnson, K.E., and Wilson, M .2008. Kinetics of the pyrolysis of lignin using thermogravimetric and differential scanning calorimetry methods , *Energy and Fuels*, 22(4): 2720-2724.
- Nurhayati, T. 2000. Sifat Destilat Hasil Destilasi Kering 4 jenis kayu dan Kemungkinan Pemanfaatannya sebagai Pestisida. *Buletin Penelitian Hasil Hutan* 17 ; 160-168

- Nurhayati, T. 2000. Produksi Arang dan Destilat Kayu Mangiun dan Tusam dari Tungku. *Buletin Penelitian Hasil Hutan* 18 (3) : 137 -151.
- Nurhayati, T. Desviana dan Sofyan, K. 2005. Tempurung Kelapa Sawit (TKS) sebagai Bahan Baku Alternatif untuk Produksi Arang Terpadu dengan Pyrolegneous Asap Cair. *Jurnal Ilmu & Teknologi Kayu Tropis*. 3.:2
- Pszczola, D.C.1995. Tour Highlights Production and Uses if smoke base flavors-food tech (49) : 70 -74
- Rocha,,J.D...Coutinho, A.R and..Luengo. C.A 2002.Biopitch Produced from Eucaliptus Wood Pyrolysis Liquids as a Renewable Binder for Carbon Electrode Manufacture. *Brazilian J. Chemical Eng.* 19.( 02) : 127-132.
- Sadhukhan A K, and Gupta P.2009. Modelling of pyrolysis of Large wood particles. *J. resource Technology*. 100(12) : 3134-3139
- Sampath. S.S and Babu.B.V.2006. Kinetic Parameter Estimation of Gelatin Waste by Termogravimetry. *Proceedings of National Conference on Environmental Conservation (NCEC)* , 573-579
- Syafii, W. 2001, Eksplorasi dan Identifikasi Komponen Bioaktif Beberapa Jenis Kayu Tropis dan Kemungkinan Pemanfaatannya sebagai Bahan Pengawet Alami, Laporan Akhir Hasil Penelitian Hibah Bersaing VII Perguruan Tinggi. Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor
- Sjöström E., 1993. *Kimia Kayu: Dasar-Dasar dan Penggunaan*, Edisi 2, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta.
- Sulaiman, O : Murphy, R.J, ; Hashim, R ; Gritsch, C.S. 2005 .The Inhibiton of Microbial Growth by Bamboo Vinegar *J. Bamboo and Rattan*, 4(1) : 71-80
- Sutin, 2008. Pembuatan Asap cair dari tempurung dan sabut kelapa secara pirolisis serta fraksinasinya dengan ekstraksinya. Fakultas Teknologi Pertanian IPB
- Supriadi, D. 2001. Ketersediaan Bambu sebagai Bahan Baku Industri dan Kerajinan. Seminar Meningkatkan Nilai Komersial Bambu dan Potensi Pasokannya. 34 Tahun LIPI, Jakarta.
- Steinfeld, J.I., Francisco, J.S. and Hase. W.L 1989. *Chemical kinetics and Dynamics*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Touler. 2000. *Chemometric in Anaytical Chemistry*, Barcelona University, Barcelona, Spain



- Tsamba A.J., Yang, W and Blasiak. W. 2006. Pyrolysis characteristics and global kinetics of cocconut and cashew nut shells. *J. Fuel Processing Techol* . 87 :523-530
- Tranggono, S., Setiadji. B. Darmadji, P. Supranto, Sudarmanto dan Armunanto. R. 1997. Identifikasi Asap Cair dalam Berbagai Jenis kayu dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* 1(2) 15-24
- Zaitsev, V., 1969. Fish Curing and Processing. Mir Publishers. Moskow. 722.
- Yulistiani, R. 1997. Kemampuan penghambatan asap cair terhadap pertumbuhan bakteri patogen dan perusak pada lidah sapi. Tesis Program Magister. Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Xiu, S., Yi, W. and Li, B. 2005. Flash Pyrolysis of Agricultural Residues using Plasma Heted Laminer Entrated Flow Reactor, *Biomass and Bioenergy* 29(2), 135-141.