

MIPA

**LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING  
TAHUN KEDUA**



**PENGEMBANGAN MODEL KINETIKA KIMIA LIMBAH BAMBU  
BERBASIS PIROLISIS SERTA APLIKASI ASAP CAIR-ARANG-KOMPOS  
SEBAGAI PESTISIDA NABATI (TAHAP II)**

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: 0151/023-04.2/XXXIII/2010  
Sesuai Surat Keputusan Rektor Universitas Negeri Makassar  
Nomor : 907/H36/PL/2010 Tanggal 06 April 2010**

**UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR  
NOVEMBER 2010**



KEMENTERIAN 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
- \* Puslit Pemuda dan Olah Raga

SURAT KETERANGAN  
No.978/H36.9/PL/2010

Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Makassar menerangkan bahwa :

Nama : Mohammad Wijaya.M., S.Si., M.Si  
NIP : 19730927 199903 1 001  
Fakultas/Jurusan : FMIPA UNM

Telah melaksanakan penelitian dengan judul :  
*Pengembangan Model Kinetika Kimia Limbah Bambu Berbasis Pirolisis Serta Aplikasi Asap Cair-Arang-Kompos Sebagai Pestisida Nabati (Tahap II)*

Penelitian ini dilaksanakan selama 8 bulan ( April s.d November 2010 )

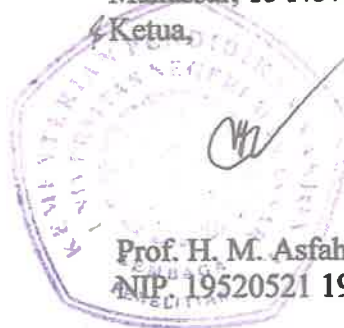
Anggota Peneliti :1. Dra.Hj. Army Auliah, M.Si  
2. Muhammad Syahrir, S.Pd, M.Si

Lembaga Penelitian Universitas Negeri Makassar mendokumentasikan Laporan Penelitiannya pada bulan November 2010

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 15 November 2010

Ketua,



Prof. H. M. Asfah Rahman, M.Ed., Ph.D  
NIP. 19520521 197602 1 001

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN AKHIR  
HIBAH BERSAING TAHUN 2010**

1. Judul Penelitian : Pengembangan Model Kinetika Kimia Limbah Bumbu Berbasis Pirolisis Serta Aplikasi Asap Cair-Arang-Kompos Sebagai Pestisida Nabati (Tahap II)
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. 84.000.000,-**
  - c. Biaya yang disetujui tahun 2009 : **Rp. 40.000.000,-**
  - d. Biaya yang diusulkan tahun 2010 : **Rp. 44.000.000,-**

Makassar, November 2010

Ketua Peneliti,



**Prof. Dr.H. Hamzah Upu, M.Ed**  
NIP. 19669801 198903 1 001

  
**Mohammad Wijaya.M.,S.Si,M.Si**  
NIP. 19730927 199903 1 001

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian UNM Makassar

  
**Prof. H. M. Asfah Rahman, M.Ed, Ph.D**  
NIP. 19520521 197602 1 001

## RINGKASAN

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

(Mohammad Wijaya M, 2010, 57 halaman)

Pemanfaatan limbah bambu pada pembuatan asap cair dan arang telah mendapat perhatian pada beberapa tahun belakangan ini, yang umumnya diproduksi secara pirolisis. Proses pirolisis pada penelitian ini dilakukan terhadap bambu. Tujuan penelitian ini adalah Tujuan dan manfaat penelitian tahap kedua ini dari rujukan tersebut, kita dapat melihat kontribusi penelitian dalam mengembangkan (1) Proses pirolisis dengan menggunakan reaktor (2) Metode pemisahan asap cair dan (3) Model kinetika pirolisis (4) Proses pengomposan (5) Aplikasi asap cair-arang-kompos, maka pada penelitian ini akan dirancang pembuatan asap cair dan arang melalui proses pirolisis, kompos dengan proses pengomposan serta mengembangkan model kinetika pirolisis untuk mendapatkan komponen kimia potensial seperti asam asetat, fenol, karbonil dan sebagainya Hasil yang ditargetkan dari penelitian tahap kedua ini adalah memperoleh asap cair yang potensial yang berasal dari limbah bambu melalui proses pirolisis mampu memperkaya produk asap cair, arang dan kompos sebagai pestisida nabati ramah lingkungan.

Rendemen asap cair serbuk bambu yang dihasilkan pada proses pirolisis, yang dihasilkan pada pirolisis serbuk bambu berkisar 1,15 – 18,18 %. Hasil GC-MS dapat diketahui kandungan asap cair bambu adalah aseton, asam asetat, asam propanoat, 3 hidroksi 2 butanon, butil isosianida, asetaldehida, asam isosianat dan *n*- butan. Karakteristik arang hasil pirolisis limbah bioamassa bahwa rendemen baik bambu mengalami kenaikan, Sebagaimana besar perlakuan pengomposan sudah menghasilkan kompos matang dalam waktu berkisar 21-30 hari. Model Arrhenius kinetika pirolisis asam asetat pada suhu 283-773K menghasilkan energi aktivasi rata-rata untuk asam asetat bambu 6,28 kJ/mol. Nilai ln A untuk asam asetat 0,45/menit. dan model Tsamba diperoleh energi aktivasi rata-rata untuk asam asetat bambu 15,04 kJ/mol dan faktor pre eksponensial asam asetat bambu  $2,96 \cdot 10^{-3}$ /menit.

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

## SUMMARY

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

(Mohammad Wijaya M, 2010, 57 Pages)

Utilization of bamboo wastes in liquid smoke and charcoal-making has received attention in recent years, which is generally produced by pyrolysis. Pyrolysis process in this study carried out on bamboo. The purpose of this research is objective and benefits of this second phase of research such referral, we can see the contribution of research in developing (1) pyrolysis process using a reactor (2) Method of separation of liquid smoke and (3) pyrolysis kinetics model (4) The composting process ( 5) Application of liquid smoke-charcoal-compost, so in this study will be designed making liquid smoke and charcoal through the pyrolysis process, compost with composting process and develop a kinetic model of pyrolysis for a potential chemical components such as acetic acid, phenol, carbonyl, etc Targeted Results from the second phase of this research is to obtain the potential of liquid smoke coming from the pyrolysis of waste bamboo through a process capable of enriching liquid smoke products, charcoal and compost as an environmentally friendly bio pesticide

Rendement bamboo powder liquid smoke produced in the pyrolysis process, resulting in pyrolysis of bamboo powder ranged from 1.15 to 18.18% .2. Results GC-MS can know the content of liquid smoke bamboo is acetone, acetic acid, propanoate acid, 3 hydroxy 2 butanon, butyl isosianida, acetaldehyde, acid isocyanate and n-butane. Characteristics of the pyrolysis of waste charcoal bioamass that yield both bamboo has increased, The bulk of the composting treatment already produce mature compost ranged within 21-30 days. Model Arrhenius pyrolysis kinetics of acetic acid at a temperature of 283-773K yield an average activation energy for acetic acid bamboo 6:28 kJ / mol. Value of  $\ln A$  for acetic acid 0.45/menit. Tsamba model and obtained an average activation energy for acetic acid bamboo 15.04 kJ / mol and pre-exponential factor bamboo 2,96.10<sup>-3</sup> acetic acid / min.

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

## 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. 138/H36.9/PL/2010 Tanggal 08 April 2010

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. Prof. Dr. Gustan Pari, M.Si, 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 untuk asap cair dan FT-IR untuk arang bambu.
4. Staf Laboratorium Pusat studi Geologi Bandung yang telah membantu penulis dalam menganalisis derajat kristalinitas X-RD arang bambu.
5. Staf Laboratorium Kimia kayu Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan IPB Bogor dalam analisis kandungan hemiselulosa, selolusa dan lignin serbuk bambu.
6. Staf Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian IPB Bogor untuk analisis ratio C/N, N, P, dan K untuk kompos.

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 2010

Ketua Peneliti

**Mohammad Wijaya.M**

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Pengesahan</b> .....	ii
<b>Ringkasan dan Summary</b> .....	iii
<b>Prakata</b> .....	v
<b>Daftar Isi</b> .....	vii
<b>Daftar Tabel</b> .....	ix
<b>Daftar Gambar</b> .....	x
<b>Daftar Lampiran</b> .....	xii
<b>Bab I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Hasil yang Diharapkan.....	2
<b>Bab II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
A. Bambu.....	4
B. Potensi Limbah Bambu.....	6
C. Mekanisme Proses Pirolisis.....	7
D. Pengomposan.....	14
E. Model Kinetika Pirolisis.....	14
F. Pestisida Nabati.....	16
<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.....	23
D. Metode Analisis.....	27
E. Model Kinetika Pirolisis.....	31
<b>Bab V HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	34
A. Hasil Penelitian Tahun Pertama.....	34
B. Pembahasan Hasil Penelitian.....	54
<b>Bab VI KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	57
A. Kesimpulan.....	57
B. Saran.....	57



<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN.....</b>	<b>95</b>
<b>DRAFT ARTIKEL ILMIAH.....</b>	<b>98</b>
<b>SINOPSIS .....</b>	<b>114</b>

## DAFTAR TABEL

No.tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1	Komponen kimia lima jenis bambu dan kayu (%b/b ).....	5
2.2	Sifat fisik empat jenis bambu.....	5
2.3	Produk asap cair.....	13
2.4	Beberapa model kinetika pirolisis pada berbagai bahan baku.....	16
5.1	Karakteristik arang hasil pirolisis serbuk bambu dengan reaktor listrik.....	36
5.2	Senyawa hasil pirolisis asap cair bambu berbagai suhu hasil deteksi GC-MS.....	39
5.3	Rataan perubahan perubahan suhu kompos seminggu pertama pengomposan.....	41
5.4	Rataan perubahan perubahan suhu kompos seminggu kedua pengomposan.....	42
5.5	Rataan perubahan perubahan suhu kompos setelah minggu kedua pengomposan.....	43
5.6	Rataan perubahan suhu kompos setelah minggu kedua pengomposan.....	45
5.7	Kadar unsur hara makro kompos.....	46
5.8	Bilangan gelombang serapan IR dari arang bambu pada suhu 400 dan 500° C .....	47
5.9	Diamater permukaan pori pada arang bambu 400 dan 500 °C.....	48
5.10	Derajat kristalinitas arang bambu 400 dan 500 °C.....	49

## DAFTAR GAMBAR

No.Gambar	Judul Gambar	Halaman
2..1	Pohon bambu ( <i>Gigantochloa apus</i> ) yang sangat bermanfaat untuk pengembangan kompos dan limbah bambu.....	4
2.2	Potensi hasil pengolahan industri bambu dan limbahnya.....	6
2.3	Mekanisme proses pirolisis.....	8
2.4	Beberapa hasil pirolisis limbah biomassa menjadi komponen kimia asap cair, arang dan bio-oil.....	12
4.1	Tanur untuk membuat asap cair yang terbuat dari baja tahan karat yang dilengkapi dengan <i>Termokopel</i> .....	22
4.2	Retort pembuatan arang aktif .....	23
4.3	Diagram alir rencana kegiatan penelitian.....	33
5.1	Proses pirolisis dari (a) serbuk bambu (b) asap cair bambu.....	34
5.2	Pengaruh suhu pirolisis terhadap yield asap cair, ter dan arang serbuk bambu.....	35
5.3	Proses pengomposan limbah bambu selama 30 hari dengan (a) penambahan 3 jenis perlakuan serbuk bambu + arang + asap cair + kotoran domba dan EM4 (b) kompos yang telah matang setelah diuji kualitas kompos.....	41
5.4	Perubahan pH kompos seminggu pertama pengomposan .....	44
5.5	Perubahan pH kompos hari ke 12-hingga ke 30 pengomposan.....	45
5.6	Bilangan gelombang serapan IR dari arang bambu pada suhu 400 dan 500° C.....	47
5.7	Topografi permukaan arang hasil aktivasi panas pada limbah bambu (a) bambu 400° C, (b) Bambu 500 °C.....	48
5.8	Difraktogram arang serbuk bambu 400 dan 500° C.....	49

5.9	Hubungan laju reaksi terhadap waktu pirolisis pada model kinetika kimia limbah bambu.....	51
5.10	Hubungan antara $\ln k$ terhadap $1000/T$ menggunakan asam asetat bambu (a) model Arrhenius (b) model Tsamba.....	51
5.11	Aplikasi Asarkom untuk mengatasi hama penyakit pada tanaman Coklat sebagai pestisida nabati.....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

No.lampiran	Judul Lampiran	Halaman
1	Data dan Analisis Data Hasil Penelitian.....	58
2	Instrumen Penelitian.....	75
3	Surat Perjanjian Pelaksanaan Pekerjaan Penelitian Tahun Anggaran 2010, antara Ketua Lembaga Penelitian UNM dengan Ketua Peneliti Nomor 138//H36.9/PL/2010.....	77
4	Personalia Tenaga Peneliti dan Riwayat Hidup Peneliti.....	84

## LAMPIRAN-LAMPIRAN

1.	Foto Dokumentasi kegiatan penelitian.....	95
----	---	----

## BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Sementara yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Rendemen asap cair serbuk bambu yang dihasilkan pada proses pirolisis, yang dihasilkan pada pirolisis serbuk bambu berkisar 1,15 – 18,18 %.
2. Hasil GC-MS dapat diketahui kandungan asap cair bambu adalah aseton, asam asetat, asam propanoat, 3 hidroksi 2 butanon, butil isosianida, asetaldehida, asam isosianat dan *n*-butan.
3. Karakteristik arang hasil pirolisis limbah bioamassa bahwa rendemen baik bambu mengalami kenaikan, Hal ini disebabkan adanya pengaruh ukuran partikel baik kadar zat terbang dan abu, karon terikat dari bahan baku
4. Sebagian besar perlakuan pengomposan sudah menghasilkan kompos matang dalam waktu berkisar 21-30 hari
5. Model Arrhenius kinetika pirolisis asam asetat pada suhu 283-773K menghasilkan energi aktivasi rata-rata untuk asam asetat bambu 6.28 kJ/mol. Nilai ln A untuk asam asetat 0.45/menit. dan model Tsamba diperoleh energi aktivasi rata-rata untuk asam asetat bambu 15,04 kJ/mol dan faktor pre eksponensial asam asetat bambu  $2,96 \cdot 10^{-3}$ /menit.

### 6.2. SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang arang aktivasi pada suhu 700 dan 800°C serta aplikasi pestisida nabati untuk tanaman palawija.
2. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut dengan analisis ter untuk mengetahui komponen kimia yang potensial sebagai pestisida nabati.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2001. Wood Vinegar. Forest Energy Forum No. 9. FAO.
- Agustina,S. 2004. Kajian Proses Aktivasi Ulang Arang Aktif Bekas Adsorpsi Gliserin Dengan Metode Pemanasan (Tesis Program Magister). Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Aho, A., Kumar, N., Eranen, K.,Holmbom, B.,Hup, M.,Salmi, T. and Murzin,D.Y.,2008. Pyrolysis of Softwood Carbohydrates in a Fluidized Bed Reactor.Int. *J.Mol Sci.* 9: 1665-1675.
- Ayed, O., Matouq, M., Anbar,Z., Khaleel,A.M.. and Nameh, E.A. 2009, “ Oil Shale Pyrolysis Kinetics and Variable Activation Energy Principle”, *J. Appl Energy*
- (BSN) Badan Standarisasi Nasional. 1995. Arang Aktif Teknis. Jakarta (SNI 06-3730-95)
- 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
- Bhuiyan, M.NA, Murakami. K, and Ota. M. 2008. On Thermal Stability and Chemical Kinetic of Water Newspaper by Thermogravimetric and Pyrolysis Analysis. *J. Environ and Eng*, 3 (1).
- Darmadji, P. 2002. Optimasi Pemurnian Asap Cair dengan Metode Redistilasi. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Vol 13 :3 .
- Darmaji P, dan Supryadi, H. 1999. Produksi asap Rempah dari Limbah Padat dengan cara pirolisis. *Agritech* 19 (1) : 11-14. Majalah Ilmu dan Teknologi Pertanian. Fak. Pertanian UGM Yogyakarta
- Demirbas,A. 2005. Pyrolysis of Ground Beech Wood in Irregular Heating Rate Conditions. *J. Analytical and Applied Pyrolysis* ,73: 39-43
- DjuarnaniN., Kristian, dan Setiawan.B.S. 2006. Cara membuat kompos. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Fatimah .I, dan Jaka. N. 2005. Identifikasi Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Jati Menggunakan Principal Component Analysis, *Jurnal Ilmu Dasar* Vol. 6 :1, 41-47.
- Fengel D, and Wegener. G. 1995. Kimia Kayu, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi. Terjemahan Hardjono Sastrohamidjono dari Wood Chemistry.

- 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.
- Gaur, A.C. 1983. A. Manual Rural of Composting. Project Field Document. Food and Agricultural Organization United Nations.Rome
- Girard, J.P. 1992. Technology of Meat and Meat Products. Ellis horwood. New York, :195 -201
- Gusmailina, dan Pari.G. 2002. Pengaruh Pemberian Arang terhadap Pertumbuhan Tanaman Coklat Kompos dari Limbah Pembalakan dan Industri Kayu Skala Kecil. Laporan Penelitian Puslitbang. Teknologi Hasil Hutan. Bogor.
- Gustaffson.C, and Richards.T, 2009. Pyrolysis Kinetic of Washed Precipitated Lignin. J. Bioresources 4(1),.26-27.
- Harada.,Y.K. Haga, Tosada and Koshino. 1993. Quality Compost Produced From Animal Waste. Japan Agric. Res. Quarterly, 26(4) : 238-246.
- Hendawy,A.N.A. 2003. Influence of HNO<sub>3</sub> Oxidation on The Structure and Adsorptive Properties of Corn-cob-Based Activated Carbon. Carbon. 41: 713-722
- Ishizuka T., Yaoita Y., and Kikuchi M. 1997. Sterol Constituents from the Fruit Bodies of *Grifola frondosa* (Fr.) S. F. Gray, *Chem Pharmaceut Bull*, 45, 1756-1760.
- Info ristek. 2005. Prospek dan Potensi tempurung Kelapa Sawit. PDII.LIPI. Vol 3 No1.
- 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. *Journal Bioresouce Technology* Vol 95 : 41-47.
- Komilis, D.P. 2006. A Kinetic Analysis of Solid Waste Composting at Optimal Conditions, *Waste Management*, 26 :82-91
- Kumala S.D.2005. Pemanfaatan Asap Cair dengan Bahan Pengasap Kayu Jati pada Produk Lidah Asap. Skripsi. Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan. Fakultas Peternakan. IPB Bogor.
- 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.
- Labuza, T.P. and Riboh, 1982. Theory and Application of Arrhenius Kinetics to the Prediction Losses in Food. *J. Food technology*, 66



- Laurence.B.F., Norman G.L, and Tashiaki U.1992. Phenylpropanoid Metabolism: Biosynthesis of Monolignols. Lignans and Neolignans, lignins and Suberin
- Lathouwers.D and Bellen J. 2001. Modeling of Biomass Pyrolysis for Hydrogen Production : The fluidized Bed Reactor. Proceeding of the DOE Hydrogen Program Review.
- 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
- Nurhayati, T. 2000. Produksi Arang dan Destilat Kayu Mangiun dan Tusam dari Tungku. *Buletin Penelitian Hasil Hutan* 18 (3) : 137 -151.
- Paris, O.,C. Zolfrank, and G.A. Ziekler.2005. Decomposition and carbonization of wood biopolymer microstructural study of softwood pyrolysis. *Carbon* 43 : 53-66.
- Priyanto, G. 1991. Karakteristik Transfer Panas dan Massa serta Kinetika Pembentukan Warna Kerak selama Proses Pemanggangan Roti, Tesis. Program Pascasarjana IPB Bogor
- 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.*. Vol. 19.: 02. 127-132.
- 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
- Sevim.T, Demir.F, and Okur. H. 2006. Kinetic Analysis of Thermal Decomposition of Boric Acid from Thermagravimetric Data. *Korean J, Chem Eng.* 23(5) : 736-740
- Shakeel-Ur-Rehman, Farkye, N. Y. and Drake, M. A, 2003. The Effect of Application of Cold Natural Smoke on the Ripening of Cheddar Cheese. *American Dairy Science Association.*, *J. Dairy Sci.* 86:1910–1917.
- She Q. B., Ng T. B., and Liu W. K. 1998. A novel lectin with potent immunomodulatory activity isolated from both fruiting bodies and cultured mycelia of the edible mushroom *Volvariella volvacea*. *Biochem Biophys Res Commun*, 247,106-111.

- Sheth.P.N and Babu. B.V..2006.Kinetic Modelling of The Pyrolysis of Biomassa .Proceeding of Natural Comperence on Environmental Conservation.,453-458
- Soudais.Y., L. Moga, J.Blazek and F,Lemort. 2006. Coupled DTA-TGA-FTIR Investigation of Pyrolytic Dekomposition of EVA, PVC and Cellulose. *J.I Analitical and Apllied Pyrolysis.*
- 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.
- Solichin, M; N. Tedjaputra. 2004. Deorub Liquid Smoke as a New Innovation for the future of Natural Rubber Industry and Others Industry.
- 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
- Supriadi, D. 2001. Ketersediaan Bambu sebagai Bahan Baku Industri dan Kerajinan. Seminar Meningkatkan Nilai Komersial Bambu dan Potensi Pasokannya. 34 Tahun LIPI, Jakarta.
- Supriadi, B.; Wahyono R.,. 2002. Potensi Kayu *Acacia mangium* serta Pemanfaatannya Secara Luas. Prosiding Seminar Nasional MAPEKI V, Bogor, 618-622.
- Steinfeld, J.I., Francisco, J.S. and Hase. W.L 1989. Chemical kinetics and Dynamics. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Tanaiki,o., and Inagaki.M. 1999. Degradation of Carbon Material by Intercalation *Carbon*. 37 : 1759- 1769.
- Tsamba A.J.,.Yang, W and Blasiak. W. 2006. Pyrolysis characteristics and global kinetics of cococnut and cashew nut shells. *J. Fuel Processing Techolm* . 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. *J.I Ilmu dan Teknologi Pangan* 1(2) 15-24
- Wirakartakusumah, M.A., 1981. Kinetics of Starch Gelatinization and Water Absorption in Rice. PhD Tesis. University of Wisconsin Madison

- Wei,L.G., Xu,S.P., and Zhang.L,.2006. Characteristic of Fast Pyrolysis of Biomass in a Free Fall Reactor. *J.Fuel Proc Technol.* 87. 863-871.
- 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
- Yudono B. 1999. Analisis Komponen Asap Cair dari kayu keras di Sumatera. Lembaga Penelitian UNSRI.
- Ye.N.,Li. D., Chen.L, Zhang.X, and Xu. D. 2010. Comparative Studies of the Pyrolytic and Kinetic Characteristics of Maize Straw and The Seaweed *Ulva Pertusa*. *PIOs One.* 5(9).e12641.
- Xiu,S.,Yi, W. and Li, B. . 2005, "Flash Pyrolysis of Agricultural Residues using Plasma Heated Laminar Entrained Flow Reactor", *J. Biomass and Bioenergy* 29(2), pp 135-141.