

MIPA

**LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING
TAHUN KETIGA**



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

Oleh

**Dr .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: 0762/023-04.2.01/23/2011
Sesuai Surat Keputusan Rektor Universitas Negeri Makassar
Nomor : 1114C/UN36/PL/2011 Tanggal 20 April 2011**

**UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR
NOVEMBER 2011**



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.65/UN 36/PL/2012

Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Makassar menerangkan bahwa :

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

Telah melaksanakan penelitian dengan judul :

“Pengembangan Model Kinetika Kimia Limbah Bambu Berbaris Pirololisis Serta Aplikasi Asap Cair Arang-kompos Sebagai Pestisida Nabati (Tahap III)”

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan, 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 November 2011

Demikian surat keterangan dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya..



Makassar, 17 Januari 2012

(plh. Ketua,

Prof. Dr. H. Jufri, M.Pd
NIP. 19591231 198503 1016

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN AKHIR
HIBAH BERSAING TAHUN 2011**


1. Judul Penelitian : Pengembangan Model Kinetika Kimia Limbah Bumbu Berbasis Pirolisis Serta Aplikasi Asap Cair-Arang-Kompos Sebagai Pestisida Nabati (Tahap III).
2. Ketua Peneliti
- a. Nama : **Dr.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 : Sekretaris Puslit Kependudukan dan Lingkungan
 - 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 dan Pangan	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 : 3 (Tiga) tahun
 - b. Biaya total : Rp. 108.000.000,-
 - c. Biaya yang disetujui Tahun 2009 : Rp. 40.000.000,-
 - c. Biaya yang disetujui Tahun 2010 : Rp. 44.000.000,-
 - d. Biaya yang diusulkan Tahun 2011 : Rp. 24.000.000,-

Makassar, 14 November 2011

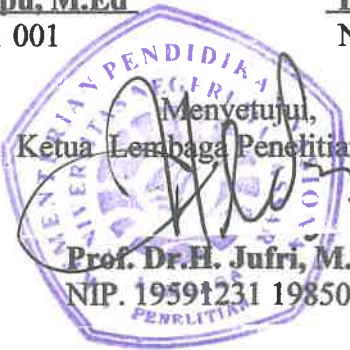
Ketua Peneliti,


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




Prof. Dr.H. Hamzah Upu, M.Ed
 NIP. 19660801 198903 1 001

Menyetujui,
 Plh. Ketua Lembaga Penelitian UNM Makassar


Prof. Dr.H. Jufri, M.Ed.
 NIP. 19591231 198503 1 016

RINGKASAN

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

(Mohammad Wijaya M, 2011, 58 halaman)

Potensi limbah bambu dalam proses pirolisis memberikan dampak yang sangat besar bagi perkembangan teknologi yang ramah lingkungan, diantara produk pirolisis tersebut adalah asap cair dan arang. Dasar untuk mengetahui kompoenen kimia terlebih dahulu dengan mengetahui kandungan hemiselulosa, selulosa dan lignin. 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. Tujuan penelitian ini adalah 1) memperoleh asap cair terbaik melalui pirolisis dengan rekayasa proses fisik (suhu dan laju pemanasan), 2 menentukan energi aktivasi dari model kinetika pirolisis. Asap cair yang mempunyai rendemen 18,18% pada suhu 200° C. Kadar asam yang tertinggi pada hasil pirolisis serbuk bambu dengan reaktor listrik ditunjukkan pada suhu pirolisis 400°C adalah 7,89 %. Identifikasi hasil GC-MS dapat diketahui kandungan asap cair dalam serbuk bambu selain asam dan yang dominan adalah asam asetat, Dalam penelitian ini dengan menggunakan kiln drum dan bahan baku campuran kayu dan bambu dengan berat 60 kg diperoleh rendemen arang 18.54% dengan lama pengarangan selama 6 jam dengan kecepatan 10 kg/jam. Perpaduan asap cair dan arang dari industri pengolahan bambu dapat mengurangi emisi karbon sebesar 10-37% tanpa polusi udara. Teknologi tepat guna hasil penelitian yang ramah lingkungan yang dapat dikembangkan adalah teknologi "two in one" yaitu teknologi produk arang yang terpadu dengan produk destilat dalam satu proses. Model teknologi ini memadai untuk dikembangkan dengan pertimbangan bahwa bahan baku dan peralatan dari komponen lokal, tersedia dan mudah didapat dengan harga relatif terjangkau.

Kata Kunci : *Limbah Bambu, Pirolisis, Asap cair dan Arang, Pestisida Nabatii, 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, 2011, 58 Pages)

To using bamboo of sawdust it make wood vinegar after attention, and usually produced by pyrolysis. Pyrolysis of process become decomposition from hemiseluloce, 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. Sawdust 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, Intgrated 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

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 Lanjutan Tahun Anggaran 2011 sesuai dengan surat keputusan Rektor universitas Negeri Makassar Nomor : 1114C/UN36/PL/2011 Tanggal 20 April 2011

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.(R) 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. Bapak Suprihatin sebagai Staf Laboratorium Kimia Kayu Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan IPB Bogor dalam analisis kandungan hemiselulosa, selulosa 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 2011

Ketua Peneliti

Mohammad Wijaya.M

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan	ii
Ringkasan dan Summary	iii
Prakata	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	x
Daftar Lampiran	xii
Bab I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Hasil yang Diharapkan.....	2
Bab II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Bambu.....	4
B. Potensi Limbah Bambu.....	6
C. Mekanisme Proses Pirolisis.....	8
D. Pengomposan.....	13
E. Model Kinetika Pirolisis	15
F. Pestisida Nabati.....	17
Bab III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	20
A. Tujuan Khusus.....	20
B. Manfaat Penelitian.....	21
Bab IV METODE PENELITIAN	22
A. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	22
B. Bahan dan Alat.....	22
C. Tahapan Penelitian.....	23
D. Metode Analisis.....	26
Bab V HASIL DAN PEMBAHASAN	31
A. Hasil Penelitian Tahun Ketiga.....	31
B. Pembahasan Hasil Penelitian.....	48
Bab VI KESIMPULAN DAN SARAN	52
A. Kesimpulan.....	52
B. Saran.....	52

DAFTAR PUSTAKA.....	54
DAFTAR LAMPIRAN.....	59
DRAFT ARTIKEL ILMIAH.....	85

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	Beberapa model kinetika pirolisis pada berbagai bahan baku.....	16
5.1	Karakteristik arang hasil pirolisis serbuk bambu dengan reaktor listrik.....	36
5.2	Rataan perubahan perubahan suhu kompos seminggu pertama pengomposan.....	39
5.3	Rataan perubahan perubahan suhu kompos seminggu kedua pengomposan.....	40
5.4	Rataan perubahan perubahan suhu kompos setelah minggu kedua pengomposan.....	41
5.5	Rataan perubahan suhu kompos setelah minggu kedua pengomposan.....	43
5.6	Kadar unsur hara makro kompos.....	44
5.7	Bilangan gelombang serapan IR dari arang bambu pada suhu 400 dan 500° C	45
5.8	Diamater permukaan pori pada arang bambu 400 dan 500 °C.....	46
5.9	Jumlah daun tananam cabe pada perlakuan penambahan asap cair-arang dan kompos	48
5.10	Jumlah Tinggi batang (cm) tanaman cabe pada perlakuan penambahan asap cair-arang dan kompos.....	48

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.....	7
2.3	Mekanisme proses pirolisis.....	8
2.4	Beberapa hasil pirolisis limbah biomassa menjadi komponen kimia asap cair, arang dan bio-oil.....	13
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.....	30
5.1	Proses pirolisis dari (a) serbuk bambu (b) asap cair bambu.....	31
5.2	Pengaruh suhu pirolisis terhadap yield asap cair,ter dan arang serbuk bambu.....	32
5.3	Cara pembuatan arang dengan cara kiln drum (a) pembakaran dengan memakai sumpung agar supaya dapat menampung destilat (asap cair) (b). Arang yang dihasilkan, sedangkan asap cair terus naik ke atmosfer dalam bentuk gas CO, CO ₂ ,CH ₄ dan lain (Wijaya <i>et al.</i> 2011).....	33
5.4	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.....	39
5.5	Perubahan pH kompos seminggu pertama pengomposan	42
5.6	Perubahan pH kompos hari ke 12-hingga ke 30 pengomposan.....	43
5.7	Bilangan gelombang serapan IR dari arang bambu pada suhu 400 dan 500° C.....	45
5.8	Topografi permukaan arang hasil aktivasi panas pada limbah bambu (a) bambu 400° C, (b) Bambu 500 °C.....	46
5.9	Produk aplikasi asarkom.....	47

5.10 Uji Coba asap cair –arang dan kompos pada pertumbuhan tanaman
cabe.....

48

...

DAFTAR LAMPIRAN

No.lampiran	Judul Lampiran	Halaman
1	Data dan Analisis Data Hasil Penelitian.....	60
2	Instrumen Penelitian.....	65
3	Surat Perjanjian Pelaksanaan Pekerjaan Penelitian Hibah Bersaing Lanjutan Tahun Anggaran 2011, antara Ketua Lembaga Penelitian UNM dengan Ketua Peneliti Nomor 66A//UN36.9/PL/2011 Tanggal 20 April 2011.....	67
4	Personalia Tenaga Peneliti dan Riwayat Hidup Peneliti.....	74

LAMPIRAN-LAMPIRAN

1.	Foto Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	84
----	---	----

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, Dengan menggunakan kiln drum dan bahan baku campuran kayu dan bambu dengan berat 60 kg diperoleh rendemen arang 18.54% dengan lama pengarangan selama 6 jam dengan kecepatan 10 kg/jam 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. Aplikasi asap cair- arang dan kompos mampu meningkatkan kesuburan tanaman Cabe pada umur 30 hari dengan mengukur tinggi dan jumlah daun

6.2. SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang arang aktivasi pada suhu 600,700 dan 800°C serta aplikasi pestisida nabati untuk tanaman cengkeh dan tanaman palawija lain.

2. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut dengan analisis ter oil 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.
- Akao S, Yamada M, Kodera T, Ogihara T. 2010. Mass Production of LiFePO₄/C Powders by Large Type Spray Pyrolysis Apparatus and its Application to Cathode for Lithium Ion Battery. Int. *J. Chem Eng.* Article 175914.1-5.
- Akalin MK, Karagoz S. 2011. Pyrolysis of Tobacco Residue : Part 1. Thermal. *J. Biores* 6(2) : 1520-1531.
- 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)
- Badger P, Badger S, Puettmann M, Steele P, Cooper J. 2011. Techno-Analysis : Preliminary Assesment of Pyrolysis Oil Production Costs and Material Energy Balance Associated With Transportable Fast Pyrolysis System. *J.Biores* 6(1): 34-47.
- 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 Komarasca (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. 36th International Comference 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. Inffluence of HNO₃ Oxidation on The Structure and Adsorptive Properties of Cornorb-Based Activated Carbon. *Crbon*. 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.
- Kantarelis E, Liu J, Yang W, Blasiak W. 2010. Sustainable Valorization of Bamboo via High-Temperature Steam Pyrolysis for Energy Production and Added Value Materials. [Abstract]. *J. Energy Fuels* 24(2) ; 6142-6150.
- 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
- 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 Arhenius Kinetics to the Prediction Losses in Food. *J. Food technology*, 66
- Lathouwers.D and Bellen J. 2001. Modeling of Biomass Pyrolysis for Hydrogen Production : The fluidized Bed Reactor. *Proceeding of the DOE Hydrogen Program Review*.
- Liu JY, Wu SB, Lou R. 2011. Chemical Structure and Pyrolysis Response of β -O-4 Lignin Model Polymer. *J. Biores* 6(2) : 1079-1093
- 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.
- Lv L, Zhang DQ, Guo, LL, Liu, QM, Peng, WX, and Wu, YQ. 2010. 600 C Pyrolysis GC-MS Analysis of Biomedical and Biactive Constituent in Extract Oil Of Moso Bamboo Root. *Bioinformatics and Biomedical Engineering (iCBBE), 2010 4th International Conference on.* 1-4. ISSN 2151-7614
- Lopes Pasquali, C.E., and Herrera, H.1997. Pyrolysis of lignin and IR analysis of residues, *Thermochimica Acta* ,293(1-2), 39-46.
- Lv GJ, Wu SB, Lou R. 2010. Characteristic of Corn Stalk Hemicellulose Pyrolysis in a Tubular Reactor. *J.Biores* 5(4) : 2051-2062.
- 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.
- Nurhayati T , Syahri M. 1997. Pembuatan Arang Aktif dari 3 Macam Bahan Baku dan Penggunaannya Sebagai Penyerap pada Pemurnian Minyak Goreng. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*. 15(1) : 68-78.
- Pari G. 2010. Peran dan Masa Depan Arang yang Prospektif Untuk Indonesia. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Pengolahan Hasil Hutan. Kementerian Kehutanan, Balitbang Hasil Hutan. Jakarta.
- Pearson AM, Tauber FW. 1973. *Processed Meats*, Second Edition. AVI. Publisihing Company Inc, Wesport Connecticut 69-86.

- 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 of smoke base flavors-food tech (49) : 70 -74
- Rocha, J.D...Coutinho, A.R and..Luengo. C.A 2002. Biopitch Produced from Eucalyptus Wood Pyrolysis Liquids as a Renewable Binder for Carbon Electrode Manufacture. *Brazilian J. Chemical Eng.*. Vol. 19.: 02. 127-132.
- Sevim.T, Demir.F, and Okur. H. 2006. Kinetic Analysis of Thermal Decomposition of Boric Acid from Thermogravimetric 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 terhadapPpertumbuhan Bakteri Patogen dan Perusak pada Lidah Sapi. Tesis Program Magister.Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Ye.N.,Li. D., Chen.L, Zhang.X, and Xu. D. 2010. Comparative Studies pf the Pyrolytic and Kinetic Charateristic of Maize Straw and The Seaweed *Ulva Pertuza*. *PIOs One*. 5(9).e12641.
- Xiu,S.,Yi, W. and Li, B, . 2005, “ Flash Pyrolysis of Agricultural Residues using Plasma Heted Laminer Entrated Flow Reactor”, *J. Biomass and Bioenergy* 29(2), pp 135-141.
- Zhao Y, Bie R, Lu J, Xiu T. 2010. Kinetic Study on Pyrolysis on NSSC Black Liquor in a Nitrogen Atmosphere. [Abstract]. *J. Chem Eng Chem* 197 : 1033-1047.