

**LAPORAN PENELITIAN
HIBAH BERSAING**



**MODEL KINETIKA PIROLISIS LIMBAH KAYU
DAN BAMBU SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI BAHAN PENGAWET ALAMI**

Peneliti:

**Mohammad Wijaya, M, S.Si., M.Si.
Muhammad Syahrir, S.Pd., M.Si.**

*Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional,
sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan penelitian
Nomor: 02SP/PP/DP2M/III/2008 Tanggal 6 Maret 2008*

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR
OKTOBER 2008**



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR (UNM)
LEMBAGA PENELITIAN

Menara Pinisi UNM Lt. 10 Jalan A. Pangerang Pettarani, Makassar

Telepon: 869834 - 869854 - 860468 Fax. 868794 - 868879

Laman: www.unm.ac.id Email: lemlitunm@yahoo.co.id

- * 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

Nomor 058/UN36.9/PL/2016

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Prof. Dr. H. Jufri, M.Pd
NIP : 19591231 198503 1 016
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian UNM

Dengan ini menerangkan bahwa,

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

Telah melaksanakan penelitian dengan judul:

"Model Kinetika Pirolisis Limbah Kayu dan Bambu Serta Pemanfaatannya sebagai Bahan Pengawet Alami"

Penelitian ini dilaksanakan selama 8 (delapan) bulan

Skema Penelitian: Penelitian Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2008

Anggota Peneliti : Muhammad Syahrir, S.Pd, M.Si

Demikian surat keterangan dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya

Makassar, 04 Februari 2016


Ketua

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

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

1. Judul Penelitian : Model Kinetika Pirolisis Limbah Kayu dan Bambu serta Pemanfaatannya sebagai Bahan Pengawet Alami
2. Ketua Peneliti
- a. Nama : Mohammad Wijaya.M.,S.Si.,M.Si.
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. NIP : 132236072
 - d. Jabatan Fungsional/ Struktural : Lektor / -
 - f. Bidang Keahlian : Kimia Fisik dan Lingkungan
 - g. Fakultas / Jurusan : MIPA / Kimia
 - h. Tim Peneliti :

No.	N a m a	Bidang Keahlian	Fakultas / Jurusan	Perguruan Tinggi
1.	Mohammad Wijaya.M.,S.Si.,M.Si. (Ketua)	Kimia Fisik & Lingkungan	MIPA / Kimia	UNM
2.	Muhammad Syahrir, S.Pd.,M.Si. (Anggota)	Kimia Anorganik	MIPA / Kimia	UNM

3. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Makassar
4. Pendanaan dan Jangka Waktu Penelitian
- a. Jangka waktu Penelitian yang diusulkan : 2 tahun
 - b. Biaya total : Rp. 100.000.000,-
 - c. Biaya yang disetujui thp I tahun 2008 : Rp. 35.000.000,-
 - d. Biaya yang diusulkan thp I tahun 2008 : Rp. 40.000.000,-
 - e. Biaya yang diusulkan thp II tahun 2009 : Rp. 60.000.000,-

Makasar, 8 Oktober 2008



Prof. Dr. Hamzah Upu, M.Ed.
NIP. 131 844 191

Ketua Peneliti,

Mohammad Wijaya.,M., S.Si.,M.Si.
NIP. 13226072



Prof. Drs. H.M. Arif Tiro, M.Pd., M.Sc., Ph.D.
NIP. 130604547

R I N G K A S A N
**MODEL KINETIKA PIROLISIS LIMBAH KAYU
DAN BAMBUSERTA PEMANFAATANNYA
SEBAGAI BAHAN PENGAWET ALAMI**
(Mohammad Wijaya, 2008, 79 halaman)

Penelitian pada tahun pertama ini, memanfaatkan limbah kayu dan 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. Perbedaan komposisi dan jumlah senyawa hasil pirolisis berkenaan dengan jenis bahan baku kemungkinan terkait dengan jenis komponen penyusun yang terdapat pada bahan baku. Dalam penelitian digunakan bahan baku meliputi serbuk kayu jati, serbuk kayu pinus dan 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 kayu dan bambu, serta memformulasikan berbentuk model kinetika pirolisis.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut (1) Asap cair yang diperoleh dari limbah kayu dan bambu melalui proses pirolisis mampu memperkaya produk pengawet. (2). Model kinetika pirolisis yang dihasilkan dapat digunakan untuk mendapatkan senyawa yang diinginkan dalam jumlah yang tinggi. (3): Model kinetika pirolisis diharapkan memberikan manfaat dalam perencanaan proses, dan pengembangan produk.

Asap cair bambu mempunyai rendemen kondensat yang lebih tinggi dibandingkan dengan asap cair kayu jati dan asap cair kayu pinus. Hal ini dapat dilihat dari analisis pH, kadar asam dan total fenol. Hasil pirolisis serbuk kayu pinus yang memberikan rendemen asap cair kayu pinus tertinggi sebesar 14,46 % berada pada suhu pirolisis 200-300° C. (Tabel 5.3) pirolisis serbuk bambu yang memberikan rendemen asap cair bambu tertinggi sebesar 18,18 % berada pada suhu pirolisis 200-300° C. Kadar asam tertinggi pada hasil pirolisis serbuk bambu dengan reaktor listrik dihasilkan pada suhu pirolisis 110° C adalah 17,58 % 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 pada hasil pirolisis serbuk bambu dengan reaktor listrik ditunjukkan pada suhu pirolisis 500° C adalah 205,711 (mg/l) Sedangkan arang yang dihasilkan dari proses pirolisis yang mempunyai rendemen tertinggi adalah bambu 33,28 %, serbuk kayu jati 30,82 % dan serbuk kayu pinus 27,80 %. Destilat asap kayu jati diperoleh 3 perolehan rendemen asap cair yaitu suhu di bawah 95° C sebesar 17,15%, antara 95 sampai 105° C sebesar 8,57 dan antara suhu 105 sampai 120°C adalah 5,71 %. untuk memperoleh komponen asap cair yang diinginkan diperlukan *termokopel* agar suhu dapat diatur sesuai dengan yang diharapkan yaitu suhu di bawah 95°C sebesar 50,00 %, anantara 95 sampai 105° C sebesar 15,91% dan antara suhu 105 sampai 120 C adalah 4,5 Penggunaan asap cair hasil konversi limbah kayu dan bambu dapat digunakan untuk mengawetkan ikan . Identifikasi GC-MS serbuk kayu jati, pinus dan bambu dapat didapatkan senyawa yang sebagian besar adalah golongan asam yang terbesar adalah asam asetat..

Arang merupakan salah satu sumber energi penting di beberapa negara - negara berkembang. Selain itu, arang juga memiliki fungsi yang efektif untuk fiksasi dan inaktivasi karbon di atmosfer serta konservasi lingkungan

SUMMARY
THE PYROLYSIS KINETIC MODEL OF WOOD
AND BAMBOO WASTE WITH APPLICATION WOOD VINEGAR
AS NATURAL PRESERVATION RAW
(Mohammad Wijaya, 2008, 79 Pages)

This first year research aimed at developing a pyrolysis kinetic model with to using wood sawdust and bamboo of sawdust it make wood vinegar after attention, and usually produced by pyrolysis. Pyrolysis of process become decomposition from hemiselulose, cellulose, and lignin compound have it raw material. Pyrolysis process tec production wood vinegar and bamboo vinegar, charcoal, ter, biofuel etc. Different composition and compound number pyrolysis product with species raw material. The research is used raw material : wood tectonic of sawdust, wood pinus of sawdust and bamboo sawdust at time pyrolysis 110-500° C it 5 at Hours. This research as usually produced wood vinegar also pyrolysis and compound chemistry at fraksination potenstial with wood sawdyst and bamboo. The result of research showed that (1) Wood vinegar produced raw material preservation. (2) The Kinetic Pyrolysis Model result have compound as potential 3) The pyrolysis kinetic Model using into process planning and product developed

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 wood vinegar tectonis yield obtained 13,80 % 16,12 %; 11,99 %; 15,51 % and 0,90 % That the wood vinegar pine yield obtained 10,92 %, 14,46 %, 11,99 %, 11,32 and 0,92 %. Also 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; 30,82 % tectonic wood; and 27,80 % pine wood

The Distillation of tectonic wood vinegar result 3 wood vinegar as yield 17,15% under 95 C, 8,57 % yield between 95 until 105 C, 5,71 % yield between temperature 105 until 120 C.etc Analysis DTA (*Diferential Thermal Analysis*) of tectonis wood sawdust showed thermal decompotition of three occurs at 206,7, 281,3 and 349,7°C Analysis DTA of pine wood sawdust showed thermal decompotition of three occurs at 227, 320,2 and 349,7°C,. Analysis DTA of Bamboo sawdust showed thermal decompotition of three occurs at 209,8 C, 281,3 C and 340,2 C, the decomposition process demicelulose, seluloce and lignin Using wood vinegar od conversi result wood and bamboo sawdust can used for preservation fish. Identification GC-MS of tectonic wood, pine wood and bamboo sawdust product compound potential as acid group is acetate acid. Charcoal were only one alternatife energy at country. Also, char have using efektifiv of fietation and in aktivasi carbon for environmental conservation

PRAKATA

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T., karena atas segala limpahan Rahmad 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 Hbah Bersaing tahun pertama sesuai dengan surat perjanjian pelaksanaan Penelitian Nomor : 030/SP2/PP/DP2M/III/2008 Tanggal 6 Maret 2008

Selama melaksanakan penelitian ini yang merupakan bagian dari disertasi, 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.Ir.Erliza Noor, sebagai ketua komisi pembimbing, Prof.Dr.Ir.Tun Tedja Irawadi, MS dan Dr. Gustan Pari, M:Si; APU.; selaku anggota komisi pembimbing yang 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 ketiga jenis bahan baku tersebut. Staf Laboratorium Fisika Terapan LIPI Sangkuriang Bandung yang telah membantu penulis dalam menganalisis DTA/ TGA bahan baku tersebut
4. Staf Laboraturum Pascapanen Departemen Pertanian Cimanggu-Bogor yang telah membantu penulis dalam menganalisis kadar asam dan total fenol. Dan Staf Laboratorium Bioteknologi ICBB Situ Gede Bogor untuk menguji antikamur pada asap cair.

Akhir kata, semoga semua bantuan yang telah diberikan, penulis hanya dapat diberi ganjaran yang setimpal oleh Allah S.W.T, 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 2008

Ketua Peneliti



Mohammad Wijaya.M

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan	i
Ringkasan dan Summary	ii
Prakata	vi
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	xi
Daftar Lampiran	xiii
Bab I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Hasil yang Diharapkan	4
Bab II TINJAUAN PUSTAKA.	6
A. Kayu	6
B. Bambu	11
C. Mekanisme Proses Pirolisis	13
D. Kinetika Reaksi Kinetika dan Mutu Pangan	21
Bab III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	25
A. Tujuan Khusus	25
B. Manfaat Penelitian	26
Bab IV METODE PENELITIAN	27
A. Waktu dan Lokasi Penelitian	27
B. Bahan dan Alat	27
C. Tahapan Penelitian	29
D. Model Kinetika Pirolisis	37
Bab V HASIL DAN PEMBAHASAN	38
A. Hasil Penelitian Tahun Pertama	38
B. Pembahasan Hasil Penelitian	66
Bab VI KESIMPULAN DAN SARAN	71
A. Kesimpulan	71
B. Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN-LAMPIRAN	80
DRAFT ARTIKEL ILMIAH	115

DAFTAR TABEL

No.tabel	Judul Tabel	Halaman
2:1	Kandungan Selulosa, hemiselulosa dan lignin beberapa jenis limbah kayu (%b/b).	10
2:2	Sifat Fisik Empat Jenis Bambu	12
2.3	Hasil Analisis Senyawa Kimia Fraksi Cair dari Partikel Pohon Kayu (0,425 nm) melalui Pirolisis dalam Larutan Alkali.	16
2.4	Komposisi Kimia Asap Cair.	17
2.5	Produksi Asap Cair.	20
5.1	Karakterisasi Bahan Baku untuk Pembuatan Asap Cair	38
5.2	Karakteristik Asap Cair Kayu Jati	39
5.3	Karakteristik Asap cair kayu pinus	40
5.4	Karakteristik Asap cair bambu	40
5.5	Karakteristik Arang Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Jati dengan Reaktor Listrik	42
5.6	Karakteristik Arang Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Pinus dengan Reaktor Listrik	43
5.7	Karakteristik Arang Hasil Pirolisis Serbuk Bambu dengan Reaktor Listrik	44
5.8	Rataan Nilai pH Asap Cair Kayu Jati, Kayu Pinus, dan bambu dengan reaktor listrik	46
5.9	Rataan total fenol asap cair kayu jati, kayu pinus dan bambu dengan reaktor listrik	46
5.10	Rataan kadar asam asap cair kayu jati dengan reaktor listrik	47
5:11	Hasil pemurnian dengan ekstraksi	48
5.12	Kandungan Destilat dari ketiga fraksi asap cair.	49
5:13	Senyawa dominan asam asetat dalam hasil pirolisis asap cair kayu jati Hasil deteksi GC-MS	50

5:14	Senyawa dominan asam asetat dalam hasil pirolisis asap cair kayu pinus hasil deteksi GC-MS	54
5:15	Senyawa dominan asam asetat dalam hasil pirolisis asap cair bambu hasil deteksi GC-MS	56
5:16	Hasil analisis termal DTA/TGA serbuk kayu jati, pinus dan bambu	60
5:17	Parameter Kinetika pirolisis 3 jenis bahan baku	60
5:18	Diamater zona hambat yang terbentuk <i>Aspergillus niger</i>	61

DAFTAR GAMBAR

No.Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	Beberapa jenis (a) pohon jati (<i>Tectona grandis</i> L.f.); pohon pinus (<i>Pinus merkusii</i>) dan (c) bambu .	6
2.2	Struktur kimia Selulosa kayu	8
2.3	Proses pembentukan polimer lignin (Laurence <i>et al.</i> 1992)	9
2.4	Perpindahan panas dan massa dalam pirolisis serbuk kayu (Jännsen <i>et al.</i> , 2004)	14
4.1	Tanur untuk membuat asap cair yang terbuat dari baja tahan karat yang dilengkapi dengan Termokopel	28
4.2	Alat GC-MS (<i>Gas Chromatography Mass Spectrometry</i>)	28
4.3	Diagram alir rencana kegiatan penelitian	29
5.1	Bahan baku (a) Sampel serbuk kayu jati, (b) Serbuk kayu pinus dan (c) Serbuk bambu	38
5.2	Asap cair dari berbagai jenis bahan baku : (a) serbuk kayu jati; (b) serbuk kayu pinus dan (c) serbuk bambu dengan kondisi suhu pirolisis 110 , 200, 300, 400 dan 500° C.	39
5.3	Hubungan suhu pirolisis dengan rendemen asap cair	41
5.4	Pengaruh suhu pirolisis terhadap kadar air, zat terbang, abu dan Kadar karbon pada arang jati	43
5.5	Pengaruh suhu pirolisis terhadap kadar air, zat terbang, abu dan Kadar karbon pada arang pinus	43
5.6	Pengaruh suhu pirolisis terhadap kadar air, zat terbang, abu dan Kadar karbon pada arang bambu	44
5.7	Kromatogram GC-MS untuk asap cair kayu jati pada (a) suhu 110°C, (b) suhu 200 °C; (c) suhu 300° C (d) suhu 400°C dan (e) suhu 500° C	50
5.8	Kromatogram GC-MS untuk asap cair kayu pinus pada (a) suhu 110°C, (b) suhu 200 C, (c) suhu 300 C (d) suhu 400°C dan (e) suhu 500° C	53
5.9	Kromatogram GC-MS untuk asap cair bambu pada (a) suhu 110°C, (b) suhu 200° C; (c) suhu 300° C (d) suhu 400°C dan (e) suhu 500° C	55

5.10	<i>Scree plot</i> pengelompokkan senyawa pada asap jati	57
5.11	<i>Scree plot</i> pengelompokkan senyawa pada asap pinus	58
5.12	<i>Scree plot</i> pengelompokkan senyawa pada asap bambu	58
5.13	Hasil analisis DTA/TGA pada 3 jenis bahan baku (a) Serbuk kayu jati (b) Serbuk kayu pinus ,dan (c) serbuk bambu	59
5.14	Uji antijamur asap cair	61
5.15	Hasil percobaan ikan tongkol hari ke 1 : (a) Kontrol hijau ,dari kiri ke kanan Jati 5 JEA 20, 5 JEA 40 dan 5 JEA 60., Pinus i 5 PEA 20, 5 PEA 40 dan 5 PEA 60. Bambu 5 BEA 20, 5 BEA 40 dan 5 BEA 60. (B) 10 JEA 60, 10 PEA 60 dan 10 BEA 60	63
5.16	Hasil percobaan ikan tongkol hari ke 3 : (B) Kontrol hijau ,dari kiri ke kanan Jati 5 JEA 20; 5 JEA 40 dan 5 JEA 60.; Pinus i 5 PEA 20; 5 PEA 40 dan 5 PEA 60. Bambu 5 BEA 20, 5 BEA 40 dan 5 BEA 60. (A) 10 JEA 60, 10 PEA 60 dan 10 BEA 60	63

DAFTAR LAMPIRAN

No.lampiran	Judul Tabel	Halaman
1	Data dan Analisis Data Hasil Penelitian	80
2	Instrumen Penelitian/Hasil Perhitungan Kinetika	95
3	Surat Perjanjian Pelaksanaan Pekerjaan Penelitian Tahun Anggaran 2008, antara Ketua Lembaga Penelitian UNM dengan Ketua Peneliti ; Nomor 33/H.36:9/PG/2008	104
4	Personalia Tenaga Peneliti dan Riwayat Hidup Peneliti	108

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. Teknologi pirolisis dapat meminimalisir pencemaran udara pada proses pembakaran limbah kayu dan limbah bambu pada suhu 110-500°C selama menghasilkan asap cair, arang dan tar.
2. Asap cair yang mempunyai rendemen tertinggi berada pada serbuk bambu 62,89 %, serbuk kayu pinus 58,33 % dan serbuk kayu jati 55,20 %. Sedangkan arang yang dihasilkan dari proses pirolisis yang mempunyai rendemen tertinggi adalah bambu 33,28 %: serbuk kayu jati 30,82 % dan serbuk kayu pinus 27,80 %.
3. Kadar asam tertinggi pada hasil pirolisis serbuk kayu jati dengan reaktor listrik dihasilkan pada suhu pirolisis 200° C adalah 18,58 % Kadar asam tertinggi pada hasil pirolisis serbuk bambu dengan reaktor listrik dihasilkan pada suhu pirolisis 110° C adalah 17,58 % 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 pada hasil pirolisis serbuk bambu dengan reaktor listrik ditunjukkan pada suhu pirolisis 500° C adalah 205,711 (mg/l)
4. Penggunaan asap cair hasil konversi limbah kayu dan bambu dapat digunakan untuk mengawetkan ikan dan tahu. Asap cair tersebut diperoleh dari hasil pembakaran serbuk kayu jati, serbuk pinus dan serbuk bambu

5. Dari identifikasi GC-MS serbuk kayu jati, pinus dan bambu dapat didapatkan komponen kimia asap cair yang sebagian besar adalah golongan asam yaitu asam asetat.

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 jenis bahan pengasap lain dan kondisi suhu pirolisis yang berbeda sehingga diperoleh komponen kimia asap cair yang diharapkan.
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai arang dan arang aktif dengan menggunakan analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) dan aplikasi lain untuk perkembangan teknologi kimia yang ramah lingkungan
3. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut dengan ekstraksi menggunakan berbagai macam perbandingan antara pelarut dengan sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2001. Wood Vinegar. Forest Energy Forum No. 9. FAO.
- Bhuiyan, M.N.A, Murakami, K, and OTA, M. 2008. On Thermal Stability and Chemical Kinetic of water newspaper by Thermogravimetric and Pyrolysis Analysis. *Journal of Environmental and Engineering*. Vol 3 No 1. Tokyo-Japan
- Bintoro, M.H. 1996. Pencegahan, Pengendalian dan Pemanfaatan Limbah Organik. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. IPB Bogor
- Bisaria R., Madan M., and Vasudevan P. 1997. Utilization of agro-residues as animal feed through bioconversion. *Bioresource Tech*, 59, 5-8.
- Box, G.E.P and Drafer. N.R 1987. Empirical Model Building and Response Surface. New York. John Wiley and Sons
- Box, G.E.P, Hunter W.G. and Hunter. J.S; 1978. Statistic for experiment ; an Introduction to Design. Data Analysis and Model Building New York. John Wiley and Sons.
- Bratzler, L. T., Spooner, M. E., Weatherspoon J. B, and Maxey. J. A. 1969. Smoke flavor as related to phenols carbonyl and acid content of Bologna. *J. Food Sci*. 34:146-148.
- 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
- Chang S. T. and Buswell J. A. 1996. Mushroom nutraceuticals. *World J Microbial Biotechnol*, 12, 473-476.
- Cowd MA, Stark JG. 1991. Kimia Polimer. Alih bahasa oleh Harry Firman; Insitut Teknologi Bandung, Bandung .
- Croan, Suki C. 2000, Conversion of Wood Waste into Value-Added Products by Edible and Medicinal *Pleurotus* (Fr.) P. Karst. Species (Agaricales s.l., sidiomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, Vol. 2, pp. 73-80 .www.google.com
- Cutting, C.I, 1965. Smoking in Fish As Food. Vol. 3. Edited by Borgstorm G. New York. Academic Press. P :55-105
- Darmadji, P. 1995. Produksi Asap Cair dan Sifat-Sifat Fungsionalnya. Fakultas Teknologi Pangan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta

- Darmadji.P. 1996. Antibakteri Asap Cair dari Limbah Pertanian. *Jurnal Agritech* a6 (4) 19-22.
- Darmadji.P. 2002. Optimasi Pemurnian Asap Cair dengan Metode Redistilasi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Vol XIII No 3
- Daun, H. 1979. Interaction of Wood Smoke Component and Foods. *Food Technology*. 33 (5) 66-71.
- Demirbas,A. 2005. Pyrolysis of ground beech wood in irregular heating rate conditions. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 73:39-43
- Djarmiko, Ketaren B.,S. dan Setyakartini, 1985. Arang Pengolahan dan Kegunaannya. Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
- Fatimah .I, dan Jaka. N. 2005. Identifikasi Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Jati Menggunakan *Principal Component Analysis*, *Jurnal Ilmu Dasar Vol. 6 No. 1, 2005 : 41-47*
- Fengel D, Wegener. G. 1995. Kimia Kayu, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi. Terjemahan Hardjono Saatrohamidjono 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
- Geankoplis, C.J.1983. *Transport Processes and Unit Operations*. 2 nd ed. Allyn and Bacon, Inc., Boston
- Girard, J.P. 1992. *Technology of Meat and Meat Products*. Ellis horwood. New York; pp :195 -201
- Hamid, R.1999. Studi Perbandingan Pemanfaatan Lignin Untuk Sintesis Poliuretan. Tesis Magister Kimia Program Pascasarjana ITB Bandung.
- Harris, R.S. dan.Karmas, E 1989. Evaluasi Gizi pada Pengolahan Pangan, Terjemahan Achmadi S., ITB Bandung Press.
- Horner, B. 1992. Fish smoking: Ancient and modern. *Food Sci. Tech Today* 6:166-171.
- 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.

- Iskandar, H., K.D. Santosa, M. Kanninen and P. Gunarso. 2005. The utilization of wood waste for community - research identification and its utilization challenges in Malinau District, East Kalimantan. Report - ITTO Project PD 39/00 Rev.3 (F). CIFOR. Bogor. 27 pp.
- Janssens.M.C.2004. Modeling of The Thermal Degradation of Structural Wood Members Exposed to Fire. *Journal Fire and materials*. pp 199-207
- 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* Volume 95 issue.P : 41-47
- 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. Institut Pertanian Bogor.
- Labuza.T.P. 1980. Enthalpy entropy Composition on Food reaction. *Food Technology*. p : 67
- 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. *Food technology*, June : 66
- Laurence.B.Favin, Norman G.Lewis and Tashiaki Umezawa. 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 2001 DOE Hydrogen Program Review*.
- Lens,M.K and Lund. D.B 1980. Eksperimental processing for determining destruction kinetic of food component. *Food technology*. p: 51
- Lestari, B.I dan Soedjono E.S..2005. Pembuatan Briket Bioarang dari Sekam Padi dengan Proses Krbonisasi menggunakan Tingku Sederhana. *Jurnal Purifikasi*. Vol.6, No.2. p :163-168
- 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, Institut Pertanian Bogor.

- Maga, J.A. 1988. *Smoke in Food Processing*, CRC Press- Inc Boca Rotan Florida. 1-3 ; 113 -138
- Mu.T, naharu T and Furuno.T, 2003. Effect of bamboo vinegar on regulation of germination and radicle growth of seed planty. *Journal of Wood science official journal of the Japan wood Research Society*.
- Moniharapon, T. 1998. Kajian Fraksi Bioaktif dari Buah Atung (*Parinarium glaberimum Hassk*) Sebagai Bahan Pengawet Pangan, Program Studi Pangan Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Montgomery, D.C.1991. *Design and Anaylsis of Experiments*. Third Edition John Wiley & Sons . New York
- Montgomery, D.C.2001. *Design and Anaylsis of Experiments*. five Edition John Wiley & Sons . New York
- 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 K.Sofyan. 2005. Tempurung Kelapa sawit (TKS) sebagai Bahan Baku Alternatif untuk Produksi Arang Terpadu dengan Pyrolegneous Asap Cair. *Jurnal Ilmu & Teknologi Kayu Tropis*. Volume 3.No.2
- Poulter, R. G. 1988. Processing and storage of traditional dried and smoked fish products. Pages 85–90 in *Fish smoking and drying, the effect of smoking on nutritional properties of fish*. J. R. Burt, Ed. Elsevier Appl. Sci., London
- 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
- Rachel A. Arango, Frederick Green III*, Kristina Hintz, Patricia K. Lebow, Regis B.Miller.2006 Natural durability of tropical and native woods against termite damage by *Reticulitermes flavipes* (*Kollar International Biodeterioration & Biodegradation* 57 (2006) 146-150. www.elsevier.com/locate/lbiod
- Reina ,J. Velo E. and Puigjaner. L., 1998. Kinetic Study of The Pyrolysis of Waste Wood. *Journal Ind.Eng.Chem Resouerse* (37) 4290-4295
- 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 Journal of Chemical Engineering*. Vol. 19. No.02. pp 127-132. April- June
- Roliadi, H, Pasaribu R.A dan Siagian,. R.M 2005. Uji coba *portable chipper* untuk produksi serpih dari limbah industri penggergajian kayu *Prosiding Ekspose*

- Hasil-Hasil Litbang Hasil Hutan: Penguatan Industri Kehutanan Melalui Peningkatan Efisiensi, Kualitas dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan : Halaman 79-84 5
- Rhoades, J. and Roller, S. 2000. Anti Microbial Action of Degraded and Native Chitosan Against Spoilage Organism in Laboratory Media and Foods. *Applied and Environmental Microb*, 66(1) : 80 -86.
- Rustini, 2004. Pembuatan Briket Arang Dari serbuk Gergajian Kayu Pinus dengan Penambahan Tempurung Kelapa, [Skripsi] Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Sampath.S.S and Babu.B.V.2006. Kinetic Parameter Estimation of Gelatin Waste by Thermogravimetry. *Proceedings of National Conference on Environmental Conservation (NCEC)* pp 573-579
- 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. www.google.com
- 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*.pp 453-458
- Sikorski, Z. 1988. Smoking of fish and carcinogens *In Fish Smoking and Drying, the Effect of Smoking and Drying on the Nutritional Properties of Fish.* J.R. Burt, (Ed.). Elsevier Applied Science, London and New York. p. 73-83.
- Skodras.G, Natas P. Basinas P and Sakellaropoulos G.P.2006. Effect of Pyrolysis Temperature, Residence time on the reactivity of clean coals produced from Poor Quality Coals. *Global NEST Journal*. Vol 8 No.2. pp 89-94
www.elsevier.com/locate/jaap
- Stewart D. P. C., Cameron K. C., and Beare I. S. 1998.
- Solichin, M ; N. Tedjaputra. 2004. Deorub Liquid Smoke as a New Innovation for the Future of Natural Rubber Industry and Others Industry
- Soudais.Y., L. Moga, J.Blazek and F,Lemort. 2006. Coupled DTA-TGA-FTIR Investigation of Pyrolytic Dekomposition of EVA, PVC and Cellulose. *Journal Analitical and Applied Pyrolysis*.www.elsevier.com/locate/jaap
- 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.
- Soeparna, 1992. Ilmu dan Teknologi Daging, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- 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 Journal of Bamboo and Rattan 4(1) : 71-80
- Suprayatmi, M., S.R.R.Pertiwi, I. Iisya and K. Risna. 2005. Aplikasi Pelapis Edibel dan Film Berbahan Baku Khitosan Pada Beberapa Pangan Semi Basah, Jurnal Biorekayasa Pangan dan Gizi. Vol. 2 No.2 th 2005 : 41-47. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Juanda.
- 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, 30 Agustus-1September 2002, Bogor, pp. 618-622.
- Steinfeld, J.I., Francisco, J.S. and Hase. W.L: 1989. Chemical kinetics and Dynamics. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Tsamba A.J., Yang, W and Blasiak. W. 2006. Pyrolysis characteristics and global kinetics of cococnut and cashew nut shells. Jurnal Fuel Processing Techology 87 P:523-530 www. elsevier.com
- 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
- Wasser S. P. and Weis A. L. 1999. Medicinal properties of substances occurring in higher *Basidiomycetes* mushrooms: current perspectives (review). *Int J Med Mushr*, 1, 31-62.
- Weast, R.C.1985. Handbook of Chemistry and Physics 66 th Edition, CRC Press.Inc. Boca Rotan, Florida

- Wendorff, W. L., Riha W. E., and Muehlenkamp E.. 1993. Growth of molds on cheese treated with heat or liquid smoke. *J. Food Prot.* 56:936-966.
- Winarni I, Nurhayati, T. dan Dadang S. 2005 -Produksi integrasi arang dan wood vinegar dari limbah kayu kaliandra - Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Litbang Hasil Hutan: Penguatan Industri Kehutanan Melalui Peningkatan Efisiensi, Kualitas dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan : Halaman 159-164
- Wirakartakusumah, M.A., 1981. Kinetics of Starch Gelatinization and Water Absorption in Rice. PhD Tesis. University of Wisconsin Madison
- Wu, W.H, Foglia, T.A., Marmer, W.N dan Philip, J.G, 1999. Optimizing Production of Ethyl Ester of Grease Using 95 % etanol by Response Surface Methodology. *J. Am oil Chem Sci.* vol 76(4) : 517 -512
- Zainul, A. 2001. Pengawetan Rendemen Dingin dan Intensitas Serangan Jamur Biru Pada Kayu Pulai (*Alstonia scholaris* R.Br.). *Jurnal Ilmiah Kehutanan "Rimba Kalimantan"* Vol. 6, No. 2, Des. 2001,
- Zaitsev, V., 1969. Fish Curing and Processing. Mir Publishers. Moskow. 722.
- Zulfansyah et al. (2003) Fraksionasi Limbah Kayu dalam media Asam Asetat, *Jurnal Natur Indonesia* 4(1) :p 145-155
- Yatagai, M. 2001. Miracle Charcoal Water-wood Vinegar, Its Characteristics and New Utilization. Komunikasi pribadi. Bogor.
- 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