

OPTIMASI KADAR ASAM DALAM ASAP CAIR DARI KAYU KARET DENGAN RSM

Optimization of Acid Contents in Liquid Smoke from Rubberwood with Response Surface Methodology (RSM)

H.A. Oramahi¹, Purnama Darmadji², Haryadi²

*Program Studi Teknologi Hasil Perkebunan
Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada*

ABSTRACT

Optimization of production process of liquid smoke from rubber wood carried out by using *response surface methodology (RSM)* to optimize production of liquid smoke, phenol in liquid smoke. Response surface methodology (RSM) was a collection of mathematical and statistical techniques that were useful for the modeling and analysis of problems in which a response of interest was influenced by several variables and the objective was to optimize this response. Our objectives were to look for optimum condition of production liquid smoke, charcoal, phenol, carbonyl and acid contents in liquid smoke and analyze to component liquid smoke at optimum production.

The study was by using use RSM with three variables design as introduced by Box-Behnken. Three variable in this research were: pyrolysis temperature (x), with temperatures of 350 (-1), 400 (0) and 450 °C (1), pyrolysis times of 60 (-1), 90 (0) and 120 minutes (1) and moisture contents of 10 (-1), 15 (0) and 20 % (1) with 15 runs.

The analysis of wood gave the result of cellulose: 45,67 %, hemicellulose: 28,32 % and lignin : 16,69 %. The optimum acid contents was obtained at temperature of 388.24 °C, 91,74 minutes and moisture contents of 15.18 % and acid contents obtained was 16,93 %.

Keywords: *optimization – liquid smoke – rubber wood*

PENGANTAR

Perkiraan umur ekonomis pohon karet sekitar 30 tahun dan setelah itu produktivitas getah akan menurun, oleh karena itu perlu dilakukan peremajaan tanaman karet dengan cara menebang pohon yang tua, kemudian di gantikan dengan tanaman baru. Luas areal peremajaan atau tanaman tua yang harus dibongkar pertahunnya sebanyak 120.000 ha. Apabila jumlah tanaman karet setiap hektar sebanyak 500 pohon, maka ketersediaan kayu karet tua pertahun sebesar 60.000.000 batang.

1) Swasta

2) Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Bila perkiraan berat per batang kayu adalah 1 ton, maka potensi kayu karet tua sebesar 60.000.000 ton kayu karet tua per tahun (Darmadji dan Suhardi, 1998) sedangkan menurut Ser (1990) dalam Wardani dan Sukaton (1996) diperkirakan dua juta meter kubik per tahun kayu karet hasil peremajaan, oleh karena itu limbah kayu karet tua mempunyai potensi yang tinggi dilihat dari jumlahnya (Darmadji dan Suhardi, 1998).

Produksi asap cair dari limbah padat rempah-rempah dengan cara pirolisa sudah pernah dilaporkan, bahwa masing-masing limbah rempah menghasilkan fraksi asap cair yang bervariasi kandungan senyawa fungsionalnya, tergantung pada macam bahan dasar dan suhu pirolisa yang digunakan (Darmadji, dkk, 1998).

Darmadji dan Suhardi (1998) melaporkan bahwa asap cair mengandung asam, karbonil, dan fenol yang potensial sebagai koagulan, memberi warna coklat dan sebagai pengawet dan telah dilakukan penelitian penggunaan asap cair sebagai koagulan lateks kebun untuk produksi karet sheet dalam skala laboratorium dan dilanjutkan pengembangan proses untuk industri sheet dalam skala pabrik.

Optimasi dengan *response surface methodology* (RSM) merupakan teknik statistik untuk meneliti proses yang kompleks dan secara luas sudah diterapkan pada penelitian ilmu pangan. Konsep asli metode ini dikenalkan oleh Box and Wilson pada tahun 1951 untuk mempelajari hubungan respon dan beberapa faktor. RSM telah sukses diterapkan untuk mengoptimasi kondisi beberapa variabel pada pemelitan tentang pangan, namun sampai saat ini belum ada penelitian mengenai optimasi kadar asam dalam asap cair dari kayu karet, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian kadar asam dalam asap cair dari kayu karet.

Kayu karet termasuk kelompok kayu berdaun lebar karena termasuk dalam klas *Dicotyledoneae*. Kayu dari kelompok ini mempunyai serat berukuran pendek atau sering disebut berserat pendek dan selalu terdapat sel-sel pembuluh atau disebut juga pori-pori.

Menurut Wulandari (1995) dalam Wardhani dan Sukaton (1996) bahwa kayu karet baru ditebang mempunyai kadar air segar rata-rata 64,45 %, sedangkan menurut Hong (1985) dalam Wardhani dan Sukaton (1996) kadar air kayu karet segar antara 60-80 %. Kayu karet dengan kadar air yang tinggi mudah diserang oleh serangga dan jamur. Menurut Wardhani dan Sukaton (1996), kayu karet mempunyai

zat tepung dan gula yang tinggi dibanding dengan kayu keras lainnya (Hong, 1985 dalam Wardhani dan Sukaton, 1996).

Tiga komponen utama dari kayu yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Proporsi dari tiga polimer struktural ini bervariasi tergantung dari jenis kayu. Senyawa-senyawa lain seperti resin dan minyak esensial terdapat dalam jumlah kecil (Kollman and Cote, 1984; Girard, 1992). Pembakaran kayu yang sempurna menyebabkan terbentuknya air, gas CO₂, dan residu mineral. Produksi asap merupakan hasil pembakaran yang tidak sempurna, yang melibatkan dekomposisi, reaksi oksidasi, polimerisasi, dan kondensasi (Girard, 1992). Asap berisi sejumlah besar komponen yang terbentuk oleh pirolisis konstituen kayu diantaranya selulosa, hemiselulosa dan lignin (Hamm, 1977).

Menurut Maga (1987), sampai dengan suhu 170 °C terjadi kehilangan air dan pengeringan. Dekomposisi hemiselulosa terjadi pada suhu 200-260 °C dilanjutkan dengan dekomposisi selulosa pada suhu 260-310 °C dan dekomposisi lignin pada suhu 310-500 °C, dimana terjadi reaksi sekunder termasuk oksidasi, polimerasi, kondensasi dan pirolisis, sedangkan menurut Guillen (1996) degradasi termal kayu terjadi saat proses endotermik pengurangan air dihasilkan pada suhu 120-150 °C dan reaksi eksotermik hemiselulosa pada suhu 200-250°C, selulosa pada suhu 280-320°C dan lignin pada suhu 400°C.

Gilbert and Knowles (1975) dalam Girard (1992), melaporkan bahwa pirolisis selulosa terdiri dua tahap yaitu : (a) reaksi pertama merupakan hidrolisis asam yang diikuti dengan dehidrasi untuk menghasilkan glukosa, (b) reaksi kedua adalah pembentukan asam asetat dan homolognya, bersama-sama dengan air dan kadang-kadang sejumlah furan dan fenol, walaupun pembentukan ini lebih sering berhubungan dengan pirolisis hemiselulosa dan lignin.

Selama pirolisis akan terbentuk berbagai macam senyawa. Senyawa-senyawa yang terdapat di dalam asap dapat dikelompokkan menjadi beberapa golongan yaitu fenol, karbonil (terutama keton dan aldehid), asam, furan, alkohol dan ester, lakton, hidrokarbon alifatik dan hidrokarbon polisiklik aromatis (Girard, 1992), namun komponen utama yang menyumbang dalam reaksi pengasapan hanya tiga senyawa yaitu fenol, karbonil dan asam.

Asap cair mengandung senyawa lebih dari 300 senyawa yang dapat diisolasi dari asap kayu di antara lain

... dan ester, 15 jenis laktan dan 27 jenis hidrokarbon aromatik pirosiklis (HPA). Daun (1979) menyatakan bahwa lebih dari 200 komponen yang terdapat dalam asap (Hamm, 1976)

Komposisi asap cair menurut Maga (1987) terdiri dari air 11-92 %, fenol 0,2-2,9 %, asam 2,8-4,5 %, karbonil 2,6-4,6 %, dan tar 1,17 %. Menurut Bratzler, dkk. (1969) komponen utama kondensat asap kayu karbonil adalah 24,6 %, asam karboksilat 39,9% dan fenol 15,7%.

Penelitian ini bertujuan menentukan kondisi optimum kadar asam dalam asap cair dari hasil pirolisis kayu karet.

CARA PENELITIAN

Bahan baku kayu karet diperoleh dari PTPN. IX Batu Jamus Jawa Tengah. Asap cair diproduksi dengan cara pirolisis. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah: NaOH, H₂SO₄, NaCO₃ alkalis dan aquades.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini untuk pembuatan asap cair yaitu reaktor, dapur pemanas listrik, pipa penyalur asap, kolam kondensasi, penampung asap cair, dan pipa penyalur asam cair. Reaktor tersebut berbentuk silinder dengan tinggi 40 cm dan diameter 20 cm serta dilengkapi 2 buah termokopel yang dihubungkan dengan readout-meter. Dapur pemanas listrik berbentuk selubung reaktor dengan kapasitas 3 kW. Pipa penyalur asap berdiameter 2,5 cm dan panjang sekitar 150 cm, sedang pipa penyalur asam sisa diameternya 1,5 cm. Kolom pendingin tersebut memiliki diameter 20 cm dan tinggi 100 cm termasuk tipe *double pipe heat exchanger* dengan air yang dialirkan pada sisi pipa luar. Sebagai penampung digunakan botol kaca standar ukuran 1000 ml.

Alat yang digunakan untuk analisa bahan baku dan asap cair yaitu beaker glass, pipet, labu takar, erlenmeyer, botol timbang.

Kayu karet dianalisa kadar hemiselulosa, selulosa dan lignin. Kayu karet dipotong dengan ukuran 4 x 4 x 3 cm, kemudian kadar air ditentukan sebesar 10,15 dan 20%. Asap cair dibuat dengan memasukkan potongan kayu karet ke dalam reaktor kemudian ditutup dan rangkaian kondensor dipasang. Selanjutnya dapur pemanas dihidupkan dengan suhu yang dikehendaki. Suhu yang digunakan dalam penelitian adalah 350, 400, 450 °C, selama 60, 90, 120 menit. Waktu pirolisis dihitung setelah suhu yang diinginkan sudah tercapai, kemudian asap yang keluar dari reaktor disalurkan ke kolom pendingin

melalui pipa penyalur, kemudian ke dalam kolom pendingin ini dialirkan air dingin dengan menggunakan pompa. Embunan berupa asap cair ditampung dalam botol, sedangkan asap yang tidak dapat diembunkan dibuang melalui pipa penyalur asap sisa. Produksi asap cair termasuk di dalamnya tar dan arang yang diperoleh dihitung sebagai % berat. Selanjutnya asap cair dianalisa kandungan fenol, karbonil dan asam.

Analisis Bahan Baku Kayu Karet dan asap cair meliputi (a) analisis kadar air kayu (AOAC,1990), (b) analisis selulosa, hemiselulosa dan lignin (Choosen dalam Datta, 1981), dan (c) analisis Analisis asam (AOAC,1990)

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini untuk penentuan kondisi kadar asam dalam asap cair digunakan *Response Surface Methodology (RSM)* dengan 3 variabel Box-Behnken dan 15 percobaan. Kondisi optimum atau titik stasioner pada saat turunan model matematik sama dengan nol, kemudian untuk menentukan nilai maksimum, minimum atau sadel ditentukan dengan persamaan kanonik.

Tabel 1. Desain Tiga Variabel Box - Behnken

Run	X ₁	X ₂	X ₃
1	-1	-1	0
2	-1	1	0
3	1	-1	0
4	1	1	0
5	-1	0	-1
6	-1	0	1
7	1	0	-1
8	1	0	1
9	0	-1	-1
10	0	-1	1
11	0	1	-1
12	0	1	1
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0

Sumber: Montgomery, D.C, 1991

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis bahan baku kayu karet

Hasil analisa bahan baku kayu karet (kadar air, selulosa, hemiselulosa dan lignin) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisa (kadar air, kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin pada kayu karet

Bahan	Kadar Air (%)	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)
Kayu katet (bb)	12,51	39,96	24,78	14,61
(bk)	45,67	28,32	16,69	

Menurut Fengel dan Wegener (1995), kandungan selulosa pada kayu secara umum sebesar 40-50 % dan hemiselulosa sebesar 15-35 % (% berat kering) pada kayu keras dan 20-23 % pada kayu lunak. Maga (1987) melaporkan bahwa kandungan selulosa pada kayu keras 44,5 – 56,6 % pada kayu keras dan 45-48,6 % pada kayu lunak, sedangkan kandungan lignin pada kayu keras sebesar 16,3-24 % dan pada kayu lunak sebesar 27,4 – 32,5 %. Pada Tabel 2 terlihat bahwa kandungan selulosa dan hemiselulosa sesuai dengan laporan tersebut. Selulosa merupakan komponen yang seragam pada semua kayu (Fengel dan Wegener, 1995). Sedangkan kandungan lignin sebesar 18-25 % (% berat kering) pada kayu keras dan 25-35 % pada kayu lunak (Kolmann dan Cote, 1968). Menurut Fengel dan Wegener (1995) kandungan lignin yang terdapat dalam tumbuhan yang berbeda sangat bervariasi, meskipun dalam spesies kayu kandungan lignin berkisar antara 20 hingga 40 %. Tabel 5 menunjukkan bahwa kandungan lignin yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih kecil dari penelitian Kolmann dan Cote (1968), dan Fengel dan Wegener (1995), hal ini disebabkan karena perbedaan jenis kayu yang digunakan. Perbandingan dan komposisi kimia lignin dan hemiselulosa berbeda pada kayu lunak dan kayu keras (Fengel dan Wegener, 1995). Wardhani dan Sukaton (1996) melaporkan bahwa kandungan lignin kayu karet antara 22-29 %. Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa kandungan lignin lebih kecil dari hasil penelitian Wardhani dan Sukaton (1996), hal ini disebabkan karena distribusi lignin didalam dinding sel dan kandungan lignin pada bagian pohon yang berbeda akan menghasilkan kandungan lignin yang berbeda pula (Fengel dan Wegener, 1995).

Tabel 4. Prediksi kondisi optimum (titik stasioner) kadar asam dalam asap cair

Variabel	Simbol Kode	Level	
		Kode	Tak Kode
Suhu Pirolisis	X1	-0,2352	388,24°C
Waktu Pirolisis	X2	0,0581	91,74 menit
Kadar Air Kayu	X3	0,1533	15,12 %
Produksi Asap Cair	Y		16,93 %

Tabel 4 menunjukkan bahwa kondisi optimum (titik stasioner) kadar asam dalam asap cair adalah suhu 388,24°C, waktu 91,74 menit dan kadar air 15,18 % dan kadar asam sebesar 16,93 %.

Menurut Gilbert dan Knowles (1975) dalam Girard (1992) bahwa dekomposisi termal selulosa menghasilkan asam asetat dan homolognya, bersama-sama dengan air, kadang sejumlah fenol dan furan. Dekomposisi selulosa terjadi saat suhu 260-310°C (Maga, 1987), 280-320°C (Guillen, 1996).

Menurut Maga (1987) bahwa dekomposisi utama lignin terjadi saat suhu antara 300-480°C dan maksimum 485°C. Komponen yang terbentuk pada kondisi tersebut antara lain: metanol, CO₂, karbon monoksida, air, metana, guaiacol, 2-metoksi-4-alkil-substitusi fenol, aseton, dan asam asetat. Diduga bahwa asam terbentuk dari pirolisis kayu karet yang mengandung selulosa dan lignin. Saat dekomposisi selulosa akan terbentuk asam saat suhu 260-320°C, kemudian dilanjutkan dengan dekomposisi lignin akan juga terbentuk asam asetat pada saat suhu 385°C. Pirolisis kayu karet menghasilkan asam yang optimal pada suhu 388°C.

Tranggono, dkk (1996) yang menyatakan bahwa kadar asam pada asap cair yang dihasilkan pada bermacam-macam kayu dan tempurung kelapa adalah 4,27 - 11,39 %. Kadar asam menurut Maga (1987) sebesar 2,8-4,5 %

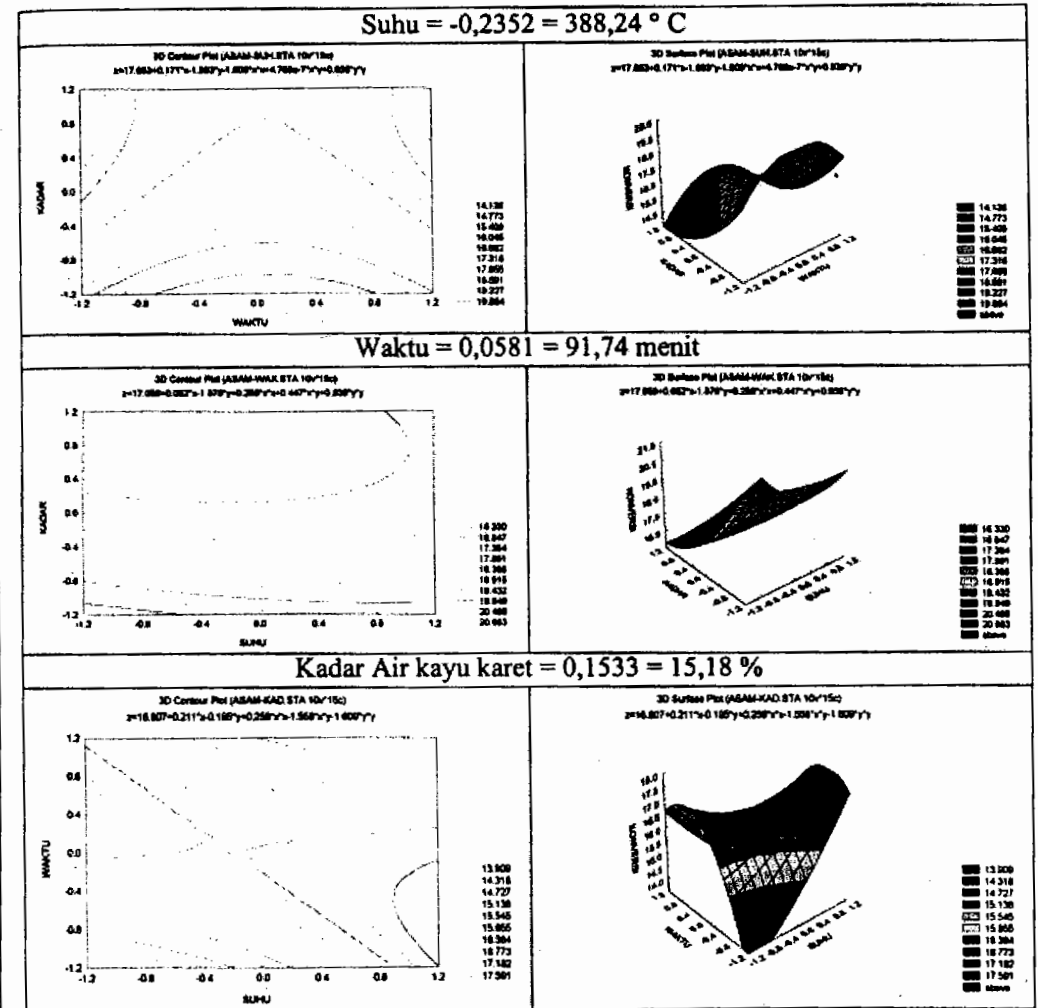
Menurut Maga (1987), Girard (1992) komposisi asap dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya jenis kayu, kadar air kayu dan suhu pembakaran yang digunakan. Kadar asam optimal yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih tinggi dari penelitian Tranggono, dkk, (1996) dan Maga (1987), hal ini disebabkan karena perbedaan jenis kayu, kadar air kayu dan suhu pembakaran yang digunakan dalam penelitian.

Jenis kayu yang berbeda akan menyebabkan kandungan selulosa yang berbeda sehingga pirolisis kayu yang berbeda menyebabkan kadar asam yang berbeda. Kandungan selulosa pada kayu karet cukup tinggi, sehingga pirolisis kayu karet menghasilkan kadar asam yang cukup tinggi. Suhu optimal pirolisis kayu karet yaitu 388°C oleh karena itu

kemungkinan selulosa dan lignin pada suhu tersebut telah terdekomposisi untuk menghasilkan asam. Di duga kayu yang mempunyai kandungan selulosa tinggi, bila di pirolisis akan menghasilkan kadar asam yang tinggi pula.

Kadar asam bervariasi sampai 16 %. Kadar asam optimal yang dihasilkan dalam penelitian ini mendekati kadar asam seperti laporan laporan dari Hawley, (1986) dalam Tranggono, dkk, (1996).

Kondisi optimum kadar asam dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Contour dan surface kondisi optimum kadar asam dalam asap cair

Analisis kanonik untuk kadar asam adalah:

$$Y = 16,9332 - 1,8967 W_1^2 + 0,4614 W_2^2 + 1,019 W_3^2$$

Nilai dari persamaan tersebut bertanda campuran yaitu bertanda negatif dan positif berarti grafik yang dihasilkan berbentuk sadel seperti terlihat pada Gambar 14.

Percobaan pada kondisi optimum kadar asam pada asap cair: suhu pirolisis 388,24°C, waktu 91,74 menit dan kadar air 15,18 % didapatkan kadar asam sebesar 16,64 %, sedangkan dari perhitungan kadar asam sebesar 16,93 % dengan error sebesar 0,34 %. Kadar asam hasil percobaan masih dalam kisaran kadar asam hasil perhitungan dengan standar error sebesar 0,34 %.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian optimasi kadar asam dalam asap cair yang diproduksi dengan cara pirolisis kayu karet, dapat disimpulkan bahwa: kondisi optimum kadar asam pada suhu 388,24°C, waktu 91,74 menit dan kadar air 15,18 % serta kadar asam sebesar 16,93 %.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi komponen kadar asam yang optimal dalam asap cair yang diperoleh dari pirolisis kayu karet.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC, 1990. *Association of Analytical Chemist, Official Method of Analysis*, 18th edition, Benyamin Franklin, Washington DC.
- Barly, 1988. *Masalah Dalam Pengolahan Kayu Karet*. Duta Rimba. No. XIV. Perhutani Unit I. Semarang
- Bratzler, L.J., Spooner, M.E., Weatherspoon, J.B., and Maxel, J.A., 1969, Smoke Flavor as Related to Phenol, Carbonyl and Acyd Content of Bologna, *J. Food Sci.* (33), 626-632.
- Darmadji, P., 1997, Aktivitas Antibakteri Asap Cair yang Diproduksi dari Berbagai Macam Limbah Pertanian, *Agritech*, vol 16. No. 4, 19-22.
- Darmadji, P., dan Suhardi., 1998. Produksi Karet Sheet dengan Menggunakan

- Darmadji., Supriyadi., dan Hidayat, C., 1998, *Produksi Asap Cair dari Limbah Padat Rempah dengan Cara Pirolisa*, *Agritech*, Yogyakarta, 11-15.
- Daun, H., 1979, Interaction of Wood Smoke Component and Food, *Food Technol.* (5), 66-70.
- √ Draudt, H.N., 1963, The Meat Smoking Process, *Review Food Technol.* (17), 1557.
- Fengel, D., dan Wagener, G., 1995, *Kayu: Kimia, Ultra Struktur, Reaksi-reaksi*. Hardono Sastrohamidjojo (Penerjemah), Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- √ Girard, J.P., 1992, *Technology of Meat and Meat Product Smoking*. Ellis Harwood, New York, London, Toronto, Sydney, Tokyo, Singapore, 162-201.
- Guillen, M.D, Manzanos, M.J and Zabala, L. 1995. Study a Commercial Liquid Smoke Flavoring by Means of Gas Chromatography/Mass Spectrometry and Fourier Transform Infrared Spectroscopy, *J. Agric. Food Chem.* 1995. (43), 463-368.
- Hamm, R., 1977., Analysis of Smoke and Smoked Foods, *Pure and Appl Chem.* Vol. 49, Paroman Press, 1655-1666.
- Kollman, F.P and Cote, W.A., 1968, *Principles of Food Science and Technology*. Vol.1, Solid Wood. Reprint Springer-Verlag. Berlin, 118.
- Maga, J.A., 1987, *Smoke in Food Processing*, Bacarotan, CRC Press, Florida, 1-9.
- Montgomery, D.C, 1991. *Design and Analysis of Experiments*. Third Edition. John Wiley and sons. New York
- √ Tranggono, Suhardi, Setiadji, B., Darmadji, P., Supranto., dan Sudarmanto., 1996, Identifikasi Asap Cair dari Berbagai Jenis Kayu dan Tempurung Kelapa, *J. Ilmu dan Teknologi Pangan*, vol. 1, No.2, Yogyakarta 15-24.
- Wardhani, I.Y dan Sukaton, E., 1996, Potensi dan Pemanfaatan Kayu Karet, *Frontir*, No. 18, 77-88.