

**RANCANG BANGUN ASAP CAIR DARI TONGKOL JAGUNG  
MENGUNAKAN PROSES PYROLYSIS**

**SKRIPSI**

**Disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia (ST)**

**OLEH:**

**FAJAR HARY SANSAKA  
2008510003**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TRIBHUWANA TUNGGADEWI MALANG  
MALANG  
2013**

**RANCANG BANGUN ASAP CAIR DARI TONGKOL JAGUNG  
MENGUNAKAN PROSES PYROLYSIS**  
*Plant Design Liquid Smoke From Corn Cob  
Using Pyrolysis Process*

**Fajar Hary Sansaka<sup>1)</sup>, SP Abrina Anggraini<sup>2)</sup>, Taufik Iskandar<sup>3)</sup>**

**ABSTRACT**

*Liquid smoke obtained by burning dry biomass with high temperatures and little air (pyrolysis). Liquid smoke from corn cobs able to turn waste into food preservatives plantation substitute hazardous chemicals namely formaldehyde. fuel conversion efficiency is quite good, the energy density (energy content per unit volume) is quite high, and the ease of storage and distribution. Liquid smoke is used as a substitute for eating preservative chemicals or formaldehyde with a simple and inexpensive technology. Smoke-making process begins with the drying process, the enumeration process, the pyrolysis process and the process of purification, then after the final purification of smoke packed and marketed. Design of liquid smoke is expected to be in production with: 100 tons / year, while operating 300 days / year, 24 hours per day, divided into 3 shifts. Industrial locations will be built in the village Dadaprejo, District Junrejo, Batu, East Java. Form of industry is a Limited Liability Company (PT). Judging from the calculation of economic analysis to the design of liquid smoke, the obtained data is as follows: Total Capital Investment (TCI): Rp 2,171,285,991.14; Return Of Investment (ROIat): 34.06%; Play Out Time (POT) : 2.33 years. Break Even Point (BEP): 32.34%.; Shut Down Point (SDP): 4.83 tons / year; Internal Rate Of Return (IRR): 33.77%. It can be concluded that the design and construction of liquid smoke corn cob with fast pyrolysis process capacity of 100 tons / year worth to set up.*

*Keywords: corn cobs, liquid smoke, and fast pyrolysis*

**ABSTRAK**

*Asap cair diperoleh dengan membakar biomassa kering dengan suhu tinggi dan sedikit udara (pirolisis). Asap cair dari tongkol jagung mampu mengubah limbah perkebunan menjadi pengawet makanan pengganti bahan kimia berbahaya yaitu formalin. bahan bakar dengan efisiensi konversi cukup baik, densitas energi (kandungan energi per satuan volume) cukup tinggi, serta kemudahan dalam hal penyimpanan dan pendistribusian. Asap cair ini digunakan sebagai bahan pengawet makan pengganti bahan kimia atau formalin dengan teknologi yang sederhana dan murah. Proses pembuatan asap diawali dengan proses pengeringan, proses pencacahan, proses pirolisis dan proses pemurnian, kemudian setelah pemurnian asap dikemas dan terakhir dipasarkan. Rancang bangun asap cair ini diharapkan dapat berproduksi dengan: 100 ton/tahun, waktu operasi 300 hari/tahun, 24 jam per hari, terbagi menjadi 3 shift. Lokasi Industri akan dibangun di Desa Dadaprejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu, Jawa Timur. Bentuk industri adalah Perseroan Terbatas (PT). Ditinjau dari perhitungan analisa ekonomi terhadap rancang bangun asap cair ini, maka diperoleh data sebagai berikut: Total Capital Investment (TCI): Rp 2.171.285.991,14; Return Of Investment (ROIat): 34,06 %; Play Out Time (POT): 2,33 tahun. Break Even Point (BEP): 32,34 %.; Shut Down Point (SDP): 4,83 ton/tahun; Internal Rate Of Return (IRR): 33,77%. Maka dapat disimpulkan bahwa rancang bangun asap cair dari tongkol jagung dengan proses fast pyrolysis kapasitas 100 ton/tahun layak untuk didirikan.*

*Kata kunci: tongkol jagung, asap cair, dan fast pyrolysis*

## PENDAHULUAN

Meningkatnya penyalahgunaan bahan-bahan kimia berbahaya untuk pengawet berbagai bahan pangan dan produk olahannya seperti formalin apabila masuk kedalam tubuh dapat menyebabkan dapat menyebabkan rasa terbakar pada tenggorokan dan perut bahkan kematian sehingga dilarang untuk digunakan. (Yefrida dkk, 2009).

Pengawetan makanan dapat dilakukan dengan pengasapan karena asap mengandung senyawa yang bersifat antibakteri, antioksidan, dan antijamur. Namun proses pengasapan makanan menggunakan asap secara langsung memiliki beberapa kelemahan antara lain terdepositnya tar pada permukaan makanan sehingga berbahaya serta berpotensi pengaruh buruk untuk kesehatan dan juga menyebabkan pencemaran lingkungan (Refilda dkk, 2010). Oleh karena itu, mendorong usaha pencarian bahan pengawet pangan yang lebih aman yaitu penggunaan asap cair yang diharapkan dapat menggantikan penggunaan pengasapan tradisional dan bahan kimia sebagai pengawet berbagai bahan pangan segar dan olahan.

Asap cair merupakan bahan kimia hasil destilasi asap hasil pembakaran menggunakan suhu tinggi dan sedikit udara (pirolisis). Asap cair mampu menjadi desinfektan sehingga bahan makanan dapat bertahan lama tanpa membahayakan konsumen. (Amritama, 2007). Asap cair mengandung asam, karbonil dan fenol dimana kandungan asam dalam asap cair yang dapat mempengaruhi citarasa, pH dan umur simpan produk asapan; karbonil yang bereaksi dengan protein dan membentuk pewarnaan coklat dan fenol yang merupakan pembentuk utama aroma dan menunjukkan aktivitas antioksidan (Pranata, 2005).

Proses yang digunakan adalah proses pirolisis. Pirolisis adalah proses dekomposisi termal dari biomassa dengan oksigen terbatas sehingga terjadi

penguraian komponen-komponen penyusun kayu keras dan menghasilkan zat dalam tiga bentuk yaitu padatan, cairan dan gas. (Pranata, 2007).

Tongkol jagung digunakan sebagai bahan baku untuk produksi asap cair karena ketersediaannya yang melimpah namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Indonesia merupakan negara agraris sehingga Indonesia memiliki sumber energi biomassa yang melimpah dimana banyak terdapat kebun jagung, baik milik pemerintah, swasta, ataupun rakyat, sehingga dapat memenuhi kebutuhan bahan baku. Dari data yang ada diketahui bahwa pada tahun 2011 jumlah produksi jagung di kota Batu mencapai 2.675 ha dengan rata-rata pertambahan produksi 8% pertahun. (BPS Jatim, 2010).

Tujuan rancang bangun ini adalah untuk mengoptimalkan potensi limbah perkebunan tongkol sebagai bahan untuk pembuatan asap cair, sehingga dapat menekan penggunaan formalin dalam pengawetan makanan.

## A. METODOLOGI

- Tongkol jagung merupakan bagian paling keras pada komponen yang terdapat pada jagung. Tongkol jagung berjumlah 40% dari produksi jagung. Tongkol Jagung terdiri atas terdiri atas 42,6% selulosa, 31,8% hemiselulosa, dan 23,3% lignin (Lachke, dkk, 2002).
- Menurut Fatimah (1998) asap cair dari tongkol jagung mempunyai kandungan fenol 0,2-2,9%, asam 2,8-9,5%, karbonil, 2,6-4,0%, air 11-92% dan tar 1-7%. Asap cair memiliki sifat berbentuk cair, bau menyengat, berwarna kuning kecoklatan. Densitas asap cair dari tongkol jagung adalah 1,2 Kg/L. (Hambali, 2007)

Proses pembuatan asap cair meliputi 4 tahap yaitu:

### **1. Pengeringan**

Pengeringan bahan baku tongkol jagung dilakukan secara manual menggunakan bantuan energi matahari dengan tujuan untuk mengurangi kadar air. Pengeringan dilakukan selama 3 hari hingga dapat kadar air yang terkandung didalam bahan baku mencapai 10%. Kadar air yang rendah dapat meningkatkan kualitas asap cair dan mempercepat proses produksi.

### **2. Pencacahan**

Pencacahan tongkol jagung dilakukan secara manual. Pencacahan dilakukan untuk mendapatkan bahan baku yang berukuran lebih dari 5 mm. Tujuannya agar mempercepat dan mempermudah reaksi pirolisis di dalam reaktor.

### **3. Proses pirolisis**

Tongkol jagung yang telah dicacah yang terdapat didalam storage tongkol jagung (F-111) dimasukan ke dalam reaktor secara manual menggunakan pembakaran manual dengan bantuan blower. Keluaran dari reaktor pirolisis yaitu berupa gas dan padatan arang. Padatan arang ditampung di tangki penampung arang (F-212). Sedangkan gas diteruskan ke cooler dengan tujuan untuk menurunkan suhu dari 450 °C menjadi 195 °C dan tekanan dari 4 atm menjadi 1,8 atm dengan bantuan air pendingin pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm. Kemudian keluaran dari cooler akan di teruskan ke cyclone. Pada cyclone tar dipisahkan dari gas, pemisahan tersebut terjadi karena pengaruh gaya gravitasi. Tar tersebut dikeluarkan dari bagian bawah cyclone dan di tampung di penampungan tar (F-211) sedangkan gas di teruskan ke kondensor. Di dalam kondensor gas dengan suhu 195 °C diturunkan menjadi 35 °C. Hasil keluaran dari kondensor berupa gas yang dapat terkondensasi dan gas yang tidak dapat terkondensasi. Kedua gas tersebut dipisahkan dengan menggunakan knock out drum (D-120). Gas yang dapat dikondensasi akan dikondensasikan

menjadi asap cair sedangkan gas yang tidak dapat dikondensasi akan dikembalikan ke kondensor untuk diproses ulang dengan bantuan blower (L-123). Hasil kondensasi berupa asap cair yang terbentuk akan keluar dari bawah dan di pompakan (L-121) ke tangki penampungan asap cair (F-122).

### **4. Proses Pemurnian**

Proses pemurnian asap cair dilakukan dengan cara mengendapkan asap cair yang telah dihasilkan selama satu minggu, kemudian cairan yang terdapat pada bagian atas diambil dan dimasukkan ke dalam alat destilasi. Destilasi dilakukan pada suhu 130°C, hasil destilasi kemudian ditampung. Hasil destilasi ini diperoleh grade 2 (warna kuning kecoklatan) yang dapat dimanfaatkan untuk pengawet ikan (Setiawan *et al.*, 1997; Hadiwiyoto *et al.*, 2000, Haras, 2004), pengawetan lidah sapi (Yulistiani *et al.*, 1997) dan bahan pangan segar lain. proses ini yaitu untuk mempermudah proses pencampuran.

Dari asap cair grade 2 dilakukan destilasi ulang dan penyaringan dengan zeolit untuk mendapatkan grade 1 (warna kuning pucat) yang dapat digunakan dalam bidang pangan sebagai penambah citarasa pada saus, sup, sayuran dalam kaleng, bumbu, rempah-rempah dan lain-lain (Tranggono *et al.*, 1997).

### **Reaktor Pyrolysis**

Reaktor merupakan alat untuk proses dekomposisi termal tongkol jagung menjadi bio-arang, bio-oil dan sin-gas minim oksigen. Prinsip kerja dari reaktor pirolisis adalah proses pembakaran biomassa tanpa udara (O<sub>2</sub>). Naiknya temperatur maka akan terjadinya dekomposisi bahan organik. Tahapan proses dekomposisi bahan organik dimulai dari pengeringan dengan pemanasan (dehidrasi) dan diikuti hilangnya cairan dan karbon dioksida. Tahapan selanjutnya adalah terdekomposisi hemisellulosa pada temperatur 200 – 250 °C. Hemisellulosa merupakan polimer dari beberapa

monosakarida seperti pentosan ( $C_5H_8O_4$ ) dan heksosan ( $C_6H_{10}O_5$ ). Pirolisis pentosan menghasilkan furfural, furan dan derivatnya beserta satu seri panjang asam-asam karboksilat. Pirolisis heksosan terutama menghasilkan asam asetat dan homolognya, sedangkan selulosa terdekomposisi pada temperatur 280 °C dan berakhir pada 300 – 350 °C. Pirolisis selulosa berlangsung dalam dua tahap, yaitu: (1) Reaksi hidrolisis menghasilkan glukosa. (2) Merupakan reaksi yang menghasilkan asam asetat dan homolognya, bersama-sama air dan sejumlah kecil furan dan fenol. Tahap selanjutnya adalah dekomposisi lignin pada temperatur 300 – 350 °C dan berakhir pada 400 – 500 °C. (Masramdhani, 2010).

## B. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Neraca Massa

#### a. Reaktor (R-110)

Fungsi: Untuk proses dekomposisi termal tongkol jagung menjadi bio-arang, bio-oil dan sin-gas.

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg)	Komponen	Massa (Kg)
Dari Storage: Tongkol Jagung	158,73	Ke Reaktor:	
		C	26,967
		H <sub>2</sub> O	1,673
		Impuritis	0,2003
		Jumlah	28,842
		Ke Cooler:	
		H <sub>2</sub>	0,0357
		H <sub>2</sub> O	31,452
		CH <sub>4</sub>	0,425
		CO	8,496
CO <sub>2</sub>	37,119		
CH <sub>2</sub> O	19,845		
CH <sub>3</sub> OH	6,498		
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	16,017		
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	8,225		
Impuritis	1,625		
Jumlah	129,888		
Jumlah Masuk	158,73	Jumlah Keluar	158,73

#### b. Cooler (E-113)

Fungsi: untuk mendinginkan cairan atau gas dengan mempergunakan air sebagai media pendingin.

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg)	Komponen	Massa (Kg)
Dari Reaktor:		Ke Cyclone :	
H <sub>2</sub>	0,036	H <sub>2</sub>	0,033
H <sub>2</sub> O	31,452	H <sub>2</sub> O	28,935
CH <sub>4</sub>	0,425	CH <sub>4</sub>	0,391
CO	8,496	CO	7,817
CO <sub>2</sub>	37,119	CO <sub>2</sub>	34,149
CH <sub>2</sub> O	19,845	CH <sub>2</sub> O	18,257
CH <sub>3</sub> OH	6,498	CH <sub>3</sub> OH	5,978
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	16,017	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	14,735
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	8,225	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	7,567
Impuritis	1,625	Impuritis	1,495
Jumlah	129,888	Jumlah	119,497

#### c. Cyclone (C-114)

Fungsi: untuk memisahkan fraksi berat (tar) dengan fraksi ringan (gas).

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg)	Komponen	Massa (Kg)
Dari Storage: Cooler	119,497	Ke Tangki Tar:	
		Tar	2,3899
		Jumlah	2,3899
		Ke Kondensor:	
		H <sub>2</sub>	0,032
		H <sub>2</sub> O	28,357
		CH <sub>4</sub>	0,383
		CO	7,660
		CO <sub>2</sub>	33,466
		CH <sub>2</sub> O	17,892
		CH <sub>3</sub> OH	5,858
		C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	14,441
		C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	7,415
Impuritis	1,465		
Jumlah	117,107		
Jumlah Masuk	119,497	Jumlah Keluar	119,497

**d. Partial Kondensor (E-115)**

Fungsi : untuk mendinginkan uap atau campuran uap, sehingga berubah fasa menjadi cairan. Media pendingin yang dipakai biasanya air atau udara.

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa (Kg)	Komponen	Massa (Kg)
Dari Cyclone:		Ke Storage Asap Cair :	
H <sub>2</sub>	0,032	H <sub>2</sub>	0,030
H <sub>2</sub> O	28,357	H <sub>2</sub> O	26,939
CH <sub>4</sub>	0,383	CH <sub>4</sub>	0,364
CO	7,660	CO	7,277
CO <sub>2</sub>	33,466	CO <sub>2</sub>	31,793
CH <sub>2</sub> O	17,892	CH <sub>2</sub> O	16,998
CH <sub>3</sub> OH	5,858	CH <sub>3</sub> OH	5,565
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	14,441	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	13,719
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	7,415	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	7,0447
Impuritis	1,465	Impuritis	1,392
Jumlah	117,107	Jumlah	111,11

**2. Neraca Panas**

**a. Reaktor (R-110)**

Panas Masuk (Kkal)	Panas Keluar (Kkal)
H <sub>1</sub> = 481,662	H <sub>2</sub> = 33249,880
Q = 104667,404	HR = 66665,816
	Q <sub>loss</sub> = 5233,370
Jumlah = 105149,066	Jumlah = 105149,066

**b. Cooler (E-113)**

Panas Masuk (Kkal)	Panas Keluar (Kkal)
H <sub>1</sub> = 25616,313	H <sub>2</sub> = 9022,958
H <sub>3</sub> = 0	H <sub>4</sub> = 16593,355
Jumlah = 25616,313	Jumlah = 25616,313

**c. Partial Kondensor (E-115)**

Panas Masuk (Kkal)	Panas Keluar (Kkal)
H <sub>1</sub> = 8868,020	H <sub>2</sub> = 463,935
H <sub>3</sub> = 0	H <sub>4</sub> = 8404,085
Jumlah = 8868,020	Jumlah = 8868,020

**3. Instrumentasi dan Keselamatan Kerja**

Untuk mendapatkan kualitas dan kuantitas produksi yang diinginkan, perlu adanya alat untuk mengontrol jalannya

proses. Selain itu peranan sumber daya manusia juga sangat penting dalam menentukan suatu produksi. Dengan pertimbangan tersebut, maka perlu adanya suatu bagian yang berfungsi untuk mengontrol peralatan dan keselamatan kerja.

Instrumentasi merupakan bagian yang sangat penting dalam pengendalian suatu proses produksi. Hasil dengan kondisi tertentu dari suatu peralatan proses dapat diperoleh dengan kondisi tertentu pula. Hal ini dapat tercapai dengan bantuan instrumentasi. Pengendalian proses meliputi keseluruhan unit pabrik maupun hanya pada unit pabrik yang benar-benar harus diperlakukan secara cermat dan akurat. Variable-variabel yang dikendalikan adalah suhu, tekanan, laju alir dan tinggi permukaan cairan.

Keselamatan kerja dalam suatu pabrik harus mendapatkan perhatian yang cukup besar dan tidak boleh diabaikan karena menyangkut keselamatan manusia dan kelancaran kerja. Dengan memperhatikan keselamatan kerja dengan baik dan teratur, secara psikologis akan membuat para pekerja merasa aman dan senang sehingga meningkatkan konsentrasi para pekerja terhadap pekerjaannya, dengan demikian produktifitas dan efisiensi kerja akan meningkat.

**4. Utilitas**

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalanya proses produksi dalam suatu industri kimia. Unit utilitas yang diperlukan pada pra rancang bangun asap cair ini, yaitu:

- a) Air yang berfungsi sebagai air sanitasi, air untuk pemadam kebakaran, dan air cooler.
- b) Listrik yang berfungsi untuk menjalankan alat-alat produksi, utilitas dan untuk penerangan.
- c) Bahan bakar untuk mengoperasikan burner dan generator.

Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi 3 unit, yaitu:

- a) Unit penyediaan air.
- b) Unit penyediaan tenaga listrik.
- c) Unit penyediaan bahan bakar.

## 5. Analisa Ekonomi

Perencanaan suatu industri perlu ditinjau dari faktor-faktor ekonomi yang menentukan apakah industri tersebut layak didirikan atau tidak. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan rancang bangun ini adalah sebagai berikut:

- Pay Out Time (POT)
 
$$POT = \frac{FCI}{\text{Cash Flow}} \times 1 \text{ Tahun}$$
- Return on Investment (ROI)
 
$$ROI_{bt} = \frac{\text{laba kotor}}{\text{modal tetap}} \times 100\%$$

$$ROI_{lat} = \frac{\text{Laba bersih}}{\text{modal tetap}} \times 100\%$$
- Break Even Point (BEP)
 
$$BEP = \frac{FPC + 0,3 \text{ SVC}}{S - 0,7 \text{ SVC} - VC} \times 100\%$$
- Shut Down Point (SDP)
 
$$SDP = \frac{0,3 \text{ SVC}}{S - 0,7 \text{ SVC} - VC} \times 100\%$$
- Net Present Value (NPV)
 
$$NPV = CA.Fd$$
- Internal Rate of Return (IRR)
 
$$IRR = i + \frac{NPV1}{NPV1 - NPV2} \times (i2 - i1)$$

## C. KESIMPULAN

Berdasarkan seleksi proses pembuatan tata letak pabrik serta pertimbangan lainnya, maka Rancang Bangun Asap Cair dari Tongkol Jagung Menggunakan Proses Pirolisis ini direncanakan di bangun di Desa Dadaprejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu, Jawa Timur pada tahun 2017 dengan kapasitas 100 ton/tahun dengan memperhatikan beberapa aspek berikut:

### 1. Tinjauan Segi Teknik

Bila ditinjau dari segi teknik proses pembuatan asap cair ini mempunyai kadar

produk sesuai yang dipasarkan. Pedoman memilih lokasi industri berdasarkan pada:

- Dekat dengan bahan baku
- Dekat dengan daerah pemasaran
- Persediaan air yang memadai
- Tenaga kerja yang cukup tersedia
- Persediaan listrik dan air yang memadai
- Tersedianya sarana transportasi yang memadai

## 2. Tinjauan Segi Ekonomi

Berdasarkan analisa ekonomi, industri asap cair ini layak untuk didirikan dilihat dari aspek ekonomi berikut:

Metoda analisa	Hasil	Keterangan
ROI <sub>lat</sub> (%)	34,06	Semua metode telah memenuhi syarat kelayakan
POT (tahun)	2,33	
BEP (%)	32,34	
IRR (%)	33,77	

## D. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2011. *Budidaya Jagung*. <http://blogku-agroteknologi.blogspot.com/2011/07/budidaya-jagung.html>. Diakses pada tanggal 17 Oktober 2012.
- Astuti, dkk. 2000. *Optimization condition of bio-process for phenol degradation in oil refinery wastewater*. *Biology* 2(10): 553-565.
- Cole, BJW and Fort, RCC. 2007. [Http://Chemistry\\_umeche\\_main.e.edu/Fort/cole-Fort.html](http://Chemistry_umeche_main.e.edu/Fort/cole-Fort.html). Diakses pada tanggal 17 Oktober 2012.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2011. <http://bpsjatim.go.id>. [15 Juli 2013].
- Darmadji P. 2002. *Optimasi Pemurnian Asap Cair dengan Metode Redistilasi*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 13 (3).
- Darmadji, dkk. 1999. *Potensi Pencoklatan Fraksi-fraksi Asap Cair*

- Tempurung Kelapa*. Prosiding Seminar Nasional Pangan, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta.
- Darmadji. 1997. *Penurunan Kandungan Benzo (A) Pyrene Asap Cair dengan Zeolit dalam Upaya Meningkatkan Keamanan Pangan*. IPB.
- De Ruiter, H.R., dkk. 1979. *The redshift dependence of colour and space density of radio galaxies*. Nature, 280, 20
- Draudt, H. N. 1963. *The Effect Of Heating Time And Temperature On The Shear Of Beef Semitendinosus Muscle*. J. Food Sci. 28:711.
- Fatimah, Sri. 1998. *Papan-Ijuk-Sekam Padi*. Teknik Kimia UGM (Media Teknik Edisi N0.1 Tahun XI Desember 1998 – Maret 1989 No.ISSN 0216.3012).
- Fengel, D. dan Wegener, G. 1995. *Kayu: Kimia, Ultra Struktur, Reaksi*. Penerjemah Hardjono Sastrohamidjojo, Gadjah Mada University Press, 317-446.
- Fowles, Ian. A. 1988. *Gas Chromatography – Analytical Chemistry By Open Learning*. Chichester ; New York : Published on behalf of ACOL (University of Greenwich) by Wiley.
- Girard, J.P., 1992. *Technology of Meat and Meat Products*. Ellis Horwood, New York.
- Hadiwiyoto, et al. 2000. *Perbandingan Pengasapan Panas Dan Penggunaan Asap Cair Pada Pengolahan Ikan: Tinjauan kandungan benzo(a)piren, fenol dan sifat organoleptik ikan asap*. Agritech. 20:14-19.
- Haras, A. 2004. *Pengaruh Konsentrasi Asap Cair Dan Lama Perendaman Terhadap Mutu Fillet Cakalang (Katsuwonus pelamis L) Asap Yang Disimpan Pada Suhu Kamar [skripsi]*. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Huda, T. 2009. *Tongkol Jagung Sebagai Bahan Plastik Masa Depan*. Prosiding Seminar Nasional FMIPA UII.
- Maga, J.A. 1987. *Smoke in Food Processing*. CRC Press Inc. Boca Raton. Florida.
- Maga, J.A. 1988. *Smoke in Food Processing*. CRC Press, Inc. Boca Raton, [Florida](#): 1-3, 131-138.
- Nishizawa, K. 1989. *Degradation of cellulose and Hemicelluloses*. Biomass Handbook. Gordon & Breach Science Publisher, New York.
- Novita, S.A. 2011. *Kinerja dan analisis tekno-ekonomi alat Penghasil asap cair dengan bahan baku limbah Pertanian*. Program Pascasarjana Universitas Andalas Padang.
- Pavia, dkk. 2006. *Carotenoid Biotechnology In Plants For Nutritionally Improved Foods*. Physiologia Plantarum 126: 369–381.
- Ratnawati, S. 2008. *Produktivitas Jagung Lamuru pada Lahan Pasca Penanaman Leguminosa di Desa Naibonat, Nusa Tenggara Timur*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Timur.
- Setiawan et al. 1997. *Pengawetan Ikan dengan Pencelupan Dalam Asap Cair*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan. Bali.
- Shink, J.D. and E.A. Wsu. 1977. *Chemical Effects of Smoked Processing on Frdfrttr Manufacture and Storage Characteristic*. J. Food Sci. 42(6): 1489-1491.
- Solichin, M. 2007. *Penggunaan Asap Cair*

- Deorub dalam Pengolahan RSS.* Jurnal Penelitian Karet, Vol.25 (1) : 1-12.
- Sunarsih, S., dkk. 2012. *Pengaruh Suhu, Waktu dan Kadar Air Pada Pembuatan Asap Cair Dari Limbah Padat Pati Aren (Studi Kasus Pada Sentra Industri Sohun Dukuh Bendo, Daleman, Tulung, Klaten).* Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III, Yogyakarta.
- Suprpto, H.S. dan Rasyid, M.S. 2002. *Bertanam Jagung.* Penebar Swadaya, Jakarta.
- Tranggono S, dkk. 1997. *Identifikasi Asap Cair dalam Berbagai Jenis kayu dan Tempurung Kelapa.* J. Ilmu dan Teknologi Pangan 1(2) 15-24.
- Yulistiani et al. 1997. *Kemampuan Penghambatan Asap Cair Terhadap Pertumbuhan Bakteri Patogen dan Perusak pada Lidah Sapi.* Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan. Bali.