

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/344896590>

# Sri Widayastuti dkk: Optimasi proses pembuatan ... 48 OPTIMASI PROSES PEMBUATAN ASAP CAIR DARI TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI PENGAWET MAKANAN DAN PROSPEK EKONOMISNYA OPTIMATION PROCESS OF...

Article · October 2020

CITATIONS

0

READS

194

5 authors, including:



**Satrijo Saloko**

University of Mataram

35 PUBLICATIONS 192 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Analog Rice [View project](#)



Food Packaging [View project](#)

**OPTIMASI PROSES PEMBUATAN ASAP CAIR DARI TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI  
PENGAWET MAKANAN DAN PROSPEK EKONOMISNYA**

***OPTIMIZATION PROCESS OF THE PRODUCTION LIQUID SMOKE FROM COCONUTSHELL  
AS FOOD PRESERVATIVES AND ITS ECONOMICAL PROSPECT***

Sri Widyastuti<sup>1)</sup>, Satrijo Saloko<sup>1)</sup>, Murad<sup>1)</sup> dan Rosmilawati<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Fakultas Teknologi Pertanian dan Agroindustri (FATEPA), Universitas Mataram

<sup>2)</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Mataram

**ABSTRAK**

Penyalahgunaan bahan-bahan kimia berbahaya untuk pengawet makanan, semakin meresahkan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah asap cair dari tempurung kelapa, sebagai pengawet alami bahan pangan segar maupun olahan. Pembakaran tempurung kelapa dilakukan dalam tabung hampa (pirolisator), yang dilanjutkan dengan tahapan pemurnian untuk mendapatkan asap cair yang sesuai standar pengawet pangan. Percobaan dilakukan untuk melihat pengaruh suhu proses dan kadar air bahan baku terhadap rendemen (volume asap cair). Kadar benzopyrene merupakan senyawa yang sangat menentukan keamanan asap cair sebagai pengawet pangan. Percobaan optimasi proses dan kinerja pirolisator menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu semakin cepat proses pembakaran dan semakin banyak rendemen yang dihasilkan. Variasi kadar air bahan tidak secara nyata mempengaruhi rendemen. Secara fisik asap cair yang dihasilkan berwarna bening kemerahan sampai bening kekuningan. Kandungan bezopyrene dalam asap cair grade1, grade2 dan grade 3 masing-masing adalah tidak terdeteksi, 2,64 ppm dan 9,72 ppm. Analisa Kelayakan Usaha menunjukkan nilai B/C ratio 1,48 dengan IRR (39,93%).

**ABSTRACT**

*Misuse of dangerous substances as food preservative is a big concern in the society. This research was aimed at processing Liquid Smoke (LS) from burning coconut shell, for natural food preservative. Burning of coconut shell was done in a pilot plant scale Pirolisator which then followed by purification steps to obtain a food standard LS. Experiments were conducted to determine the effect of temperature of the process and water content of the shells on the yield (volume of liquid smoke). Besides, the concentration of benzopyrenes is the most important factor determining the safety of the LS as food preservatives. The performance of the pyrolisator used was determined, showed that increasing temperature not only reducing the process time but also increasing the yield. While the variety in water content of the raw material did not significantly affect the volume of LS. Physically, the LS produced looks clear reddish up to yellowish. The HPLC experiments showed that benzopyrene residue of the liquid smoke Grade 1, 2 and 3 are not detected, 2,64 ppm dan 9,72 ppm respectively. Economical analysis showed that the process have a B/C ratio of 1,48 with IRR value of 39,93%.*

Kata kunci: Pengawet makanan, asap cair, tempurung kelapa

*Keywords: Food preservatives, liquid smoke, coconut shell*

**PENDAHULUAN**

Meningkatnya penyalahgunaan bahan-bahan kimia berbahaya untuk pengawet berbagai bahan pangan dan produk olahannya, mendorong usaha pencarian bahan pengawet pangan yang lebih aman. Asap bersifat sebagai pengawet karena mengandung komponen senyawa antibakteri, antioksidan, dan antijamur. Selain itu, pengasapan juga dapat memberikan pengaruh rasa dan aroma yang spesifik pada makanan. Akan tetapi proses pengasapan makanan menggunakan asap secara langsung, selain berbahaya juga

berpotensi pengaruh buruk untuk kesehatan dan lingkungan. Oleh karena itu penggunaan asap cair diharapkan selain dapat mengurangi penggunaan pengasapan tradisional tersebut juga sebagai pengawet berbagai bahan pangan segar dan olahan.

Tempurung merupakan limbah industri kopra yang hanya sebagian diolah menjadi arang tempurung secara tradisional dengan menyebabkan polusi udara. Dalam kegiatan ini tempurung kelapa dibakar dalam keadaan hampa udara (pirolisator) menghasilkan banyak asap yang selanjutnya dikondensasikan menjadi asap

cair. Tempurung mengandung senyawa lignin yang tinggi dan kadar air sekitar 6 – 9% berat kering (Tilman, 1981) bila dibakar dapat menghasilkan asap yang dapat diproses menjadi asap cair. Secara komersial, asap cair diperdagangkan dalam 3 macam sesuai dengan sifat fisik dan kimiawinya. Asap cair yang dihasilkan langsung dari pirolisator merupakan asap cair Grade 3 yang selanjutnya melalui proses destilasi dan penyaringan untuk menjadi Grade 2 dengan destilasi ulang dan penyaringan zeolit diperoleh Grade 1. Penggunaan dalam bidang pangan, asap cair Grade 1 dimaksudkan sebagai penambah citarasa pada saus, sup, sayuran dalam kaleng, bumbu, rempah-rempah dan lain-lain (Tranggono *et al.*, 1997). Grade 2 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. Sedangkan Grade 3 digunakan pada bidang non-pangan seperti untuk pengawetan Rubber Smoked Sheet (Tranggono *et al.*, 1997) atau pengawetan kayu (Darmadji, 1999).

Peran asap cair dalam pengawetan pangan dipengaruhi oleh kandungan senyawa fenol (guaicol dan 1.3-0-0 dimethyl phyragallo) yang berfungsi sebagai antioksidan dan bakteriostatik (Person dan Tauber, 1984; Maga, 1987; Burt, 1988; Girard, 1992), serta komponen asam yang mempengaruhi pH juga citarasa. Sedangkan pembentukan warna coklat produk asap terjadi karena adanya reaksi senyawa karbonil dengan protein. Kadar ketiga komponen tersebut dalam asap cair bervariasi tergantung pada jenis bahan baku, kadar air (Rusz dan Miler, 1976), species, umur dan kondisi pertumbuhan dari tanaman

(Pszczola, 1995). Tranggono *et al.* (1996) menyatakan bahwa asap cair dari tempurung kelapa mengandung fenol 4,13%, karbonil 11,3% dan asam 10,2%. Sementara dari Eklund *et al.*, (1982) kandungan fenol 9 – 16%, karbonil 12 - 16% dan asam 10 - 11%. Produk komersial asap cair dari Griffith Laboratories Smoke AA dan Smoke 16 berkadar senyawa fenol 10 – 11%, karbonil 14,6 - 16% dan asam 10,5 - 11%.

Dalam proses pirolisis, suhu menentukan kualitas kimiawi asap cair, misalnya pada suhu sekitar 600°C kandungan fungsional dalam asap cair mencapai maksimum (Tranggono *et al.*, 1996) dan pada suhu 400°C kadar benzo(a)-pyrene dapat terbentuk sebesar 41,14 ppb (Jaya *et al.*, 1997). Penelitian lain menunjukkan bahwa penurunan suhu pirolisis, proses destilasi dan penyaringan dapat menurunkan kadar bezopyrene (Gorbatov *et al.*, 1971 ; Jaya *et al.* (1997), Daun, 1979).

Penelitian ini ditujukan untuk menentukan pengaruh suhu, kadar air terhadap volume asap cair yang dihasilkan, kondisi optimum pembuatan asap cair dari tempurung, penentuan kualitas asap cair berdasar kadar benzopyrene dan analisis kelayakan usahanya.

## METODE PENELITIAN

### *Persiapan Sampel*

Tempurung kelapa dibersihkan dari kotoran yang menempel karena dapat menurunkan efisiensi proses. Analisa bahan baku meliputi kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin.



Gambar 1. a. Bahan baku, b. Proses pembakaran dan kondensasi Grade 3, c. Asap cair Grade 1 (kiri) dan Grade 2 (kanan).

### ***Proses Pembuatan Asap Cair***

Tempurung kelapa yang berbelah dua dimasukkan ke dalam tungku pirolisator. Pembakaran dilakukan dengan menyulut bahan dengan api dari bagian bawah tungku kemudian ditutup rapat untuk menjaga keadaan vakum. Rangkaian alat kondensor dipasang dan air dingin dialirkan ke dalam tabung agar asap yang terbentuk mengalami kondensasi menjadi asap cair dan ditampung dalam wadah. cairan yang diperoleh merupakan campuran antara asap cair dengan tar. Cairan ini kemudian didiamkan selama satu minggu (7 hari) untuk memberikan kesempatan tar dan senyawa tidak larut lainnya mengendap. Proses dihentikan pada saat aliran cairan dari kondensor sudah sangat sedikit atau tidak menetes lagi. (Gambar 2). Cairan tersebut merupakan asap cair Grade 3. Hasil destilasi kemudian dianalisa kadar senyawa fungsionalnya. Metode penyaringan dilakukan dengan Zeolit aktif (zeolit khlorida, zeolit fluorida dan zeolit amonium) dan arang aktif. Zeolit ditambahkan ke dalam kolom kaca 1:10 (b/v). Filtrat ini akan dimurnikan untuk mendapatkan Grade 2 dan Grade 1 yang akan digunakan sebagai pengawet makanan.

### ***Uji performansi alat pirolisator***

#### ***Pengaruh suhu pirolisis.***

Pembakaran dilakukan dalam berbagai suhu Pirolisator (200, 250 dan 300°C). Parameter thermal yang ditentukan meliputi: Energi untuk menurunkan temperatur uap asap dari suhu pirolisis ( $Q_1$ , kJ), Energi untuk perubahan uap asap menjadi cair ( $Q_2$ , kJ), Energi untuk menurunkan temperatur asap cair dari temperatur titik didih air ( $Q_3$ , kJ), Total Energi yang dibutuhkan ( $Q_{tot}$ , kJ), Massa air yang dibutuhkan (M, kg), Efisiensi Hasil (%) dan Efisiensi Bahan Bakar (%).

### ***Pengaruh Kadar air tempurung pada berbagai suhu pembakaran terhadap volume destilat***

Sampel tempurung kelapa diambil secara random pada berbagai bagian dan ditentukan kadar airnya menggunakan metode pengeringan menggunakan oven.

#### ***Rendemen***

Parameter yang diamati: 1. Rendemen arang, 2. Rendemen cairan, 3. Berat gas yang tidak terkondensasi (berat bahan awal- berat arang dan berat cairan).

#### ***Analisa Kadar benzo(a)pyrene (Spektroskopi fluorosensi).***

Kandungan benzo(a)pyrene dianalisa menggunakan Spektrofluorometer (Hitachi F-4000) dengan dobel ekstraksi menggunakan heksan : eter (4 : 1). Lapisan yang terbentuk ditampung dan dipekatkan dalam *water bath* (50°C) dan dimasukkan ke dalam kolom kaca (30 x 15 mm) berisi 15g  $AlO_2$  dan 10g  $Na_2SO_4$  *anhydrous* dan eluen dibuang. Eluen kedua hasil elusi dengan eter, ditera pada panjang gelombang eksitasi 295 nm dan emisi 403nm.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### ***Uji performansi pirolisator***

Dari Tabel 1 dan Grafik 1 di atas terlihat bahwa semakin tinggi suhu maka semakin tinggi pula energi yang diperlukan dalam proses.

#### ***Pirolisis Suhu 200°C, 250°C, dan 300°C***

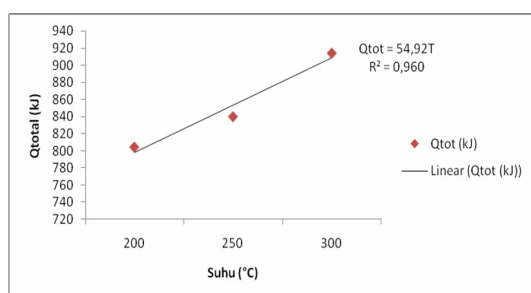
Pada suhu ( $T= 200^\circ C$ ), kebutuhan total energi yang terkecil yaitu dengan  $Q_{total}$  sebesar  $\pm 800$  kJ, sedangkan pada suhu ( $T= 300^\circ C$ ) merupakan suhu dengan kebutuhan total energi yang terbesar yaitu dengan  $Q_{total}$  sebesar  $\pm 920$  kJ.

Tabel 1. Kinerja Pirolisator

Suhu (°C)	Parameter						
	Persentase destilat (%)	Produksi arang (%)	Komponen Yang hilang (%)	Panjang kondensor (meter)	Waktu Pirolisis (menit)	Total destilat (gr)	Kinerja (gr/ menit.m)
200	48.8	29.17	22.03	13.56	190.83	48800	18.86
250	51.28	26.33	22.39	13.56	175	51280	21.61
300	53.3	23.5	23.2	13.56	162.5	53300	24.19

Tabel 2. Pengaruh Suhu terhadap berbagai parameter termal

Suhu (T, °C)	Parameter Termal						
	Energi untuk menurunkan temperatur uap asap dari suhu pirolisis (Q <sub>1</sub> , kJ)	Energi untuk perubahan uap asap menjadi cair (Q <sub>2</sub> , kJ)	Energi untuk menurunkan temperatur asap cair dari temperatur titik didih air (Q <sub>3</sub> , kJ)	Total Energi yang dibutuhkan (Q <sub>tot</sub> , kJ)	Massa air yang dibutuhkan (M, kg)	Efisiensi Hasil (%)	Efisiensi Bahan Bakar (%)
200	19,96	768,65	15,97	804,58	22615,41	47,7	37,86
250	30,89	792,82	16,47	840,18	8604,2	49,2	34,17
300	44,28	852,44	17,71	914,44	5655,63	52,9	33,48



Gambar 1. Grafik Hubungan Antara Suhu dengan Total Energi Selama Pirolisis

Tabel 3. Hasil Pirolisis pada Suhu 200°C, 250°C, dan 300°C

Perlakuan Suhu (°C)	Kadar air (%)	Parameter	
		Waktu pembakaran (t, menit)	Volume asap cair (v, liter)
200	8,7	150	46,2
	10,8	170	48
	10,9	180	50,4
	10,9	200	49,8
	13,43	210	52,2
	42,9	235	46,2
250	8,7	130	48,6
	10,8	160	52,8
	10,9	165	51,6
	10,9	175	52,8
	13,43	195	53,4
	42,9	225	48,5
300	8,7	110	49,8
	10,8	150	56,4
	10,9	150	55,2
	10,9	170	54
	13,43	185	54
	42,9	210	50,4

Pada proses pirolisis diperlukan sejumlah udara yang dapat dihitung dengan menggunakan metode penentuan komposisi tempurung kelapa. Menurut Suhardiyono dan Woodroff dalam Darmadji (2002), tempurung kelapa dan kayu mempunyai komponen-komponen utama yang relatif sama yaitu selulosa sekitar 26,6 - 33,6%, hemiselulosa 27,7 - 29,3% dan lignin. Dari data analisis dengan jumlah tempurung kelapa 100 kg, maka reaksi kimianya adalah sebagai berikut Karbon (C), Oksigen (O), Hidrogen (H), Hemiselulosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>), dan Selulosa (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>) dengan masing-masing berat molekul (kg/kg mol) 12, 16, 368, 1, 180, dan 150. Serta massa jenis udara 0,6084 kg/m<sup>3</sup>. Oksigen total yang dibutuhkan sebesar 287,73 kg/m<sup>3</sup>. Oksigen yang sudah ada dalam bahan bakar tempurung kelapa 100 kg yakni 74,819 kg/m<sup>3</sup> sedangkan oksigen tambahan yang diperlukan sebesar 362,557 kg/m<sup>3</sup>. Jumlah udara kering yang diperlukan (udara mengandung 23% berat oksigen) sebesar 1576,331 kg/m<sup>3</sup>. Jadi, dari hasil perhitungan diperoleh, untuk membakar setiap kg tempurung kelapa, diperlukan udara 15,762 kg/m<sup>3</sup>.

Dari hasil analisis (ANOVA) dengan menggunakan *statgraph* diketahui P-nilai kurang dari 0,05; berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95% sehingga dapat dibuat suatu model regresi untuk menjelaskan hubungan antara kadar air tempurung kelapa dan 2 variabel independen pada suhu 200°C yaitu waktu pirolisis dan volume produksi asap cair.

P-nilai kurang dari 0,01; berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 99% sehingga dapat dibuat suatu model regresi untuk menjelaskan hubungan antara kadar air tempurung kelapa dan 2 variabel independen pada suhu 250°C yaitu waktu pirolisis dan volume produksi asap cair.

P-nilai kurang dari 0,1; berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 90% sehingga dapat dibuat suatu model regresi untuk menjelaskan hubungan antara kadar air tempurung kelapa dan 2

variabel independen pada suhu 300°C yaitu waktu pirolisis dan volume produksi asap cair.

Dari hasil pengamatan dan perhitungan yang telah dilakukan untuk mengetahui laju perpindahan massa selama dilakukan proses pirolisis, maka diperoleh beberapa nilai yang menunjukkan hasil pengukuran aktual (secara manual) yang tidak berbeda nyata dengan pengukuran hasil (persamaan 5 sampai persamaan 15). Persamaan tersebut divalidasi dengan suatu metode numerik (Newton-Rhapon). Jika tebakan awal dari akar adalah  $x_i$ , sebuah garis singgung dapat diperluas dari titik  $[x_i, f(x_i)]$ . Titik di mana garis singgung ini memotong sumbu  $x$  menunjukkan sebuah taksiran perbaikan dari akar. Metode Newton-Rhapon dapat diturunkan berdasarkan interpolasi geometrik seperti yang disampaikan oleh Subakti (2006).

Laju pirolisis dapat ditentukan menggunakan pendekatan pada persamaan model matematika.

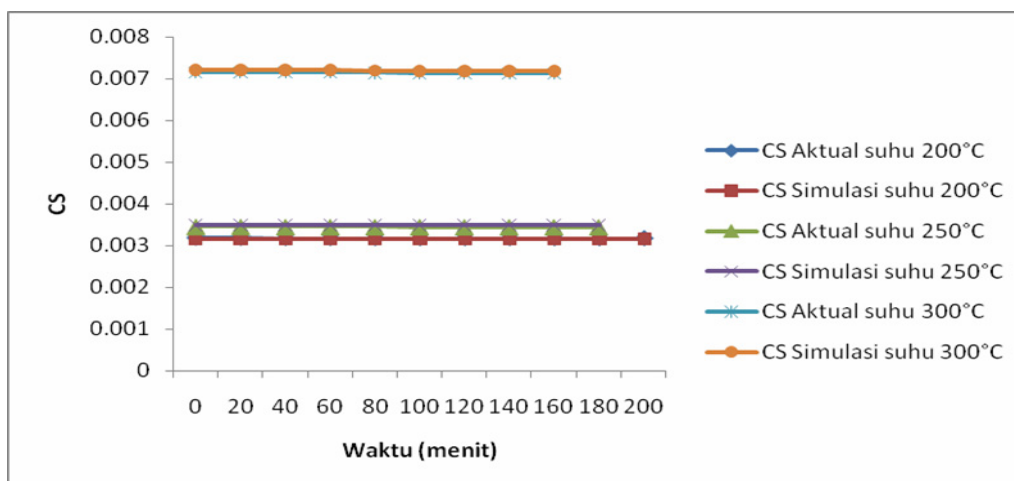
Berikut ini adalah grafik dari perhitungan laju pirolisis setiap suhu berdasarkan waktu (Gambar 3)

Dari grafik pada Gambar 3 diketahui semakin lama waktu pembakaran maka konsentrasi produk (asap cair) dalam bahan semakin menurun. Gambar 3 juga menjelaskan konsentrasi asap cair yang diperoleh setiap waktunya akan bertambah dengan meningkatnya suhu pirolisis.

Grafik pada Gambar 4 menunjukkan kenaikan nilai konsentrasi asap cair dipengaruhi oleh volume asap cair, waktu pirolisis, dan volume unggun pembakaran. Secara umum dari

grafik-grafik di atas dapat diketahui laju perpindahan massa selama dilakukan proses pirolisis adalah untuk suhu 200°C sebesar 0.000074 gr/cm<sup>3</sup> detik, suhu 250°C sebesar 0.000096 gr/cm<sup>3</sup> detik, dan suhu 300°C sebesar 0,000173 gr/cm<sup>3</sup> detik. Perbedaan nilai laju tersebut dikarenakan adanya perbedaan suhu dan lama proses pirolisisnya, yang menjadi faktor terpenting dalam proses pirolisis, di mana semakin besar suhu yang digunakan maka nilai laju yang dihasilkan juga semakin besar. Selain itu volume semakin bertambah, dan waktu pirolisis yang semakin cepat. Akan tetapi dengan suhu yang semakin besar ada kemungkinan terdapat asap yang tidak terkondensasi secara sempurna. Sehingga dapat mengurangi nilai efisiensi dari pirolisator.

Adapun hasil penelitian ini hampir mendekati dengan teori yang disajikan oleh Kamaruddin *et al.* (1999), dimana laju pirolisis pada penelitian ini bisa digolongkan sebagai pirolisis primer yaitu pirolisis yang terjadi pada bahan baku dan berlangsung pada suhu kurang dari 600°C, hasil penguraian yang utama adalah karbon (arang). Pirolisis primer dibedakan atas pirolisis primer lambat dan cepat. Pirolisis primer lambat terjadi pada proses pembuatan arang. Pada laju pemanasan lambat (suhu 150°C-300°C) reaksi utama yang terjadi adalah dehidrasi (kehilangan kandungan air), dan hasil reaksi keseluruhan adalah karbon padatan (C=arang), air (H<sub>2</sub>O), karbon monosikda (CO) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Pirolisis primer cepat terjadi pada suhu lebih dari 300°C dan menghasilkan gas, karbon padatan (arang) dan uap.



Gambar 3. Grafik Neraca Bahan dalam Pirolisator

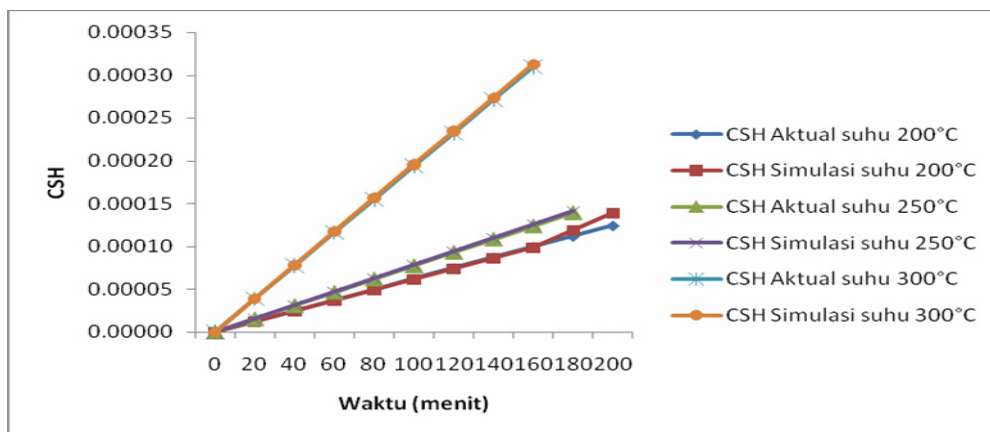
### Pengaruh suhu terhadap volume

Menurut Somaatmadja (1978) dalam Fatimah (1998), persentase destilat hasil proses destilasi akan mengalami kenaikan dengan kenaikan suhu proses. Namun demikian suhu pirolisis yang terlalu tinggi juga akan menurunkan jumlah produk degradasi monomer organik. Adapun produksi arang yang semakin kecil berhubungan dengan semakin berkurangnya komponen-komponen organik dalam sel-sel tempurung kelapa akibat bertambah besarnya suhu pirolisis.

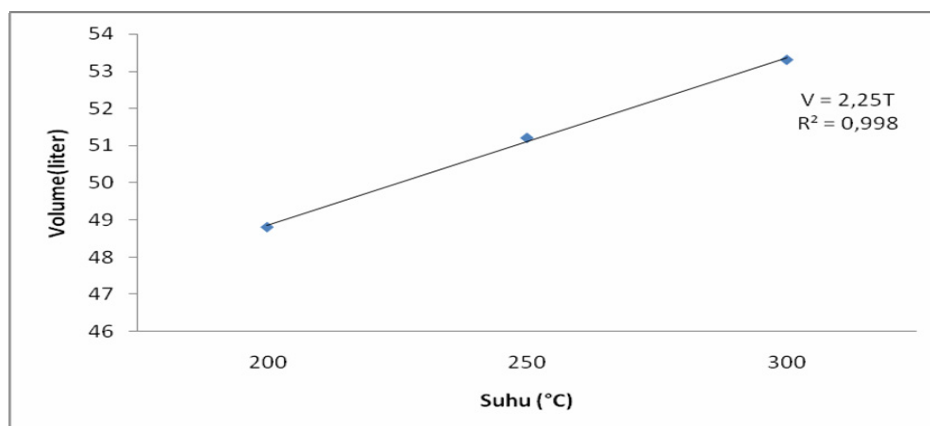
Dari analisa tersebut diketahui perbedaan kadar air tempurung kelapa, suhu dan lama pembakaran berpengaruh terhadap volume asap cair, dimana untuk kadar air sebesar 8,7%; 10,8%; 10,9%; 13,43%; 42,9 % menghasilkan volume asap cair yang disajikan secara berurutan sebagai berikut 48,2 liter, 52,4 liter, 52,3 liter, 53,2 liter, dan 48,3 liter.

Suhu pirolisis 200°C menghasilkan persentase destilat 48.8% dengan produksi arang 29.17 %. Suhu pirolisis 250°C menghasilkan persentase destilat 51.28% dengan produksi arang 26.33% sedangkan suhu pirolisis 300°C menghasilkan persentase destilat 53.3% dengan produksi arang 23.5%. Dari hasil pengamatan di atas diketahui bahwa pada suhu pirolisis yang lebih tinggi, persentase destilat yang diperoleh juga lebih tinggi tetapi dengan produksi arang yang lebih rendah. Selain itu peningkatan suhu pirolisis juga ternyata meningkatkan komponen asap yang hilang. Pada suhu 200°C komponen yang hilang sebesar 22.03%, pada suhu 250°C komponen yang hilang sebesar 22.39%, sedangkan pada suhu 300°C komponen yang hilang sebesar 23.2%.

Secara jelas pengaruh suhu pirolisis terhadap peningkatan volume asap cair diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Grafik Nilai Konsentrasi Asap Cair yang Keluar dari Pirolisator



Gambar 5. Grafik Hubungan Suhu Terhadap Volume

Hasil kondensat yang diperoleh pada penelitian ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Tranggono (1996) yaitu sebesar 52,85 % pada suhu 300°C. Menurut Simon *et al.* (2005) suhu merupakan salah satu parameter yang sangat berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas asap. Degradasi komponen kayu (bahan pengasap) dalam proses pirolisis terjadi secara bertahap. Pada suhu rendah degradasi yang terjadi baru sebagian, tetapi dengan semakin tinggi suhu semakin banyak komponen kayu yang terurai menjadi asap. Kayu mengandung tiga komponen utama yaitu hemiselulosa, selulosa dan lignin. Menurut Rojum (1999) hemiselulosa merupakan komponen utama yang mengalami dekomposisi thermal dalam pirolisis yang berlangsung pada suhu antara 200-250°C, sehingga pada suhu ini jumlah asap yang dikondensasikan sedikit. Selanjutnya pada suhu 280-320°C terjadi penguraian selulosa, dimana jumlah asap yang terbentuk lebih banyak sehingga mempengaruhi jumlah destilat.

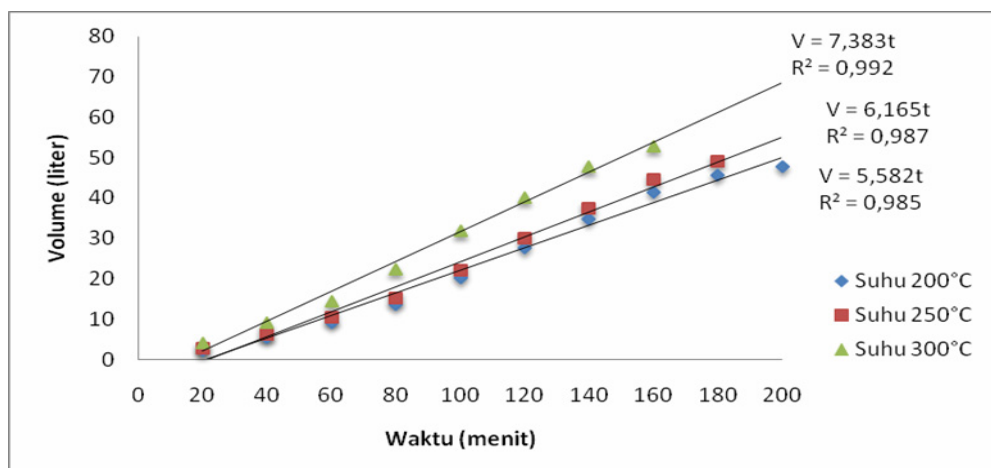
Pada suhu pirolisis 200°C produksi asap cair meningkat secara tajam sampai menit ke 120 yaitu sebanyak 27,6 liter, selanjutnya peningkatan mulai melambat hingga akhir pirolisis. Pada suhu pirolisis 250°C produksi asap cair meningkat secara tajam sampai menit ke 100 dengan volume sebanyak 22,1 liter, selanjutnya mulai melambat sampai akhir pirolisis. Sedangkan pada suhu pirolisis 300°C produksi asap cair meningkat secara tajam sampai menit 80 dengan volume mencapai 22,4 liter dan selanjutnya mulai melambat sampai akhir pirolisis, asap cair akan semakin meningkat.

Walaupun semakin tinggi suhu, volume asap cair makin banyak tetapi dengan bertambahnya waktu pirolisis volume asap cair cenderung menurun, bahkan sampai akhir pirolisis 220 menit asap cair sudah tidak keluar.

Pada suhu pirolisis 200°C, perubahan suhu selama waktu pirolisis masih tidak stabil. Awal pirolisis terjadi peningkatan suhu dengan cepat yang diikuti dengan peningkatan produksi asap cair yang cukup besar, selanjutnya suhu turun naik sampai akhir pirolisis, dimana produksi asap cair masih terus meningkat tetapi secara lambat. Suhu perlakuan tercapai pada menit ke 120, tetapi pada menit ke 200 terjadi peningkatan suhu pirolisis melebihi suhu perlakuan yakni mencapai 210°C.

Pada suhu pirolisis 250°C, peningkatan suhu awal berlangsung cepat selanjutnya mulai melambat dan akhirnya cenderung stabil sampai akhir pirolisis. Peningkatan suhu pirolisis diikuti dengan peningkatan produksi asap cair, dimana awal pirolisis peningkatan produksi cukup besar tetapi pada akhir waktu pirolisis produksinya mulai melambat. Suhu perlakuan tercapai pada menit ke 100, tetapi pada menit ke 120 terjadi peningkatan suhu pirolisis melebihi suhu perlakuan yakni mencapai 252°C.

Pada suhu pirolisis 300°C, perubahan suhu selama waktu pirolisis cukup stabil. Pada awal pirolisis suhu naik secara tajam sampai menit 60 yang langsung mencapai suhu perlakuan. Selanjutnya cenderung stabil pada kisaran suhu 300°C. Pada menit ke 100 suhu pirolisis naik melebihi suhu perlakuan yakni 302°C. Naiknya suhu diikuti dengan peningkatan volume asap cair yang cukup besar sampai menit ke 80, selanjutnya melambat sampai akhir pirolisis.



Gambar 6. Grafik Perubahan Volume Asap Cair Terhadap Waktu Pirolisis



Pada awal pirolisis suhu naik dengan cepat, hal ini menyebabkan degradasi komponen tempurung kelapa juga berlangsung cepat sampai batas tertentu dimana degradasi akan maksimal akibat batasan suhu pirolisis yang digunakan. Berdasarkan gambar di atas terlihat ujung grafik volume asap cair dari ketiga suhu pirolisis (200°C, 250°C dan 300°C) agak sedikit berbeda. Pada suhu 200°C ujung grafik pada akhir pirolisis masih agak naik, pada suhu 250 °C ujung grafik mulai agak menurun, dan pada suhu 300°C ujung grafik mendatar. Hal ini menunjukkan bahwa pada pirolisis suhu 200°C masih banyak komponen tempurung kelapa yang belum terdegradasi sehingga volume asap cair cenderung masih agak naik, sedangkan pada suhu 300°C degradasi komponen tempurung sudah cukup maksimal sehingga tidak ada lagi tetesan destilat yang keluar sampai akhir pirolisis.

Berdasarkan data di atas suhu yang tinggi, waktu pirolisis cenderung semakin pendek untuk menghasilkan asap cair dengan volume maksimal. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Guillen dan Ibargoitia (1999) yang menyatakan bahwa lama waktu emisi (produksi asap) akan lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi. Dalam penelitian ini, terjadi kenaikan suhu pirolisis melebihi suhu perlakuan. Hal ini disebabkan karena reaksi eksoterm bahan pengasap sehingga pembentukan bara api menghasilkan panas tambahan dan akan meningkatkan suhu walaupun telah tercapai suhu perlakuan.

Simon *et al.*, (2005) menyatakan selama pirolisis akan terjadi beberapa proses yaitu proses endotermik dan eksotermik. Proses endotermik pada bahan pengasap akan melepaskan air bahan, sedangkan proses eksotermik akan menguraikan komponen lain dalam bahan sehingga akan menghasilkan panas yang lebih tinggi. Ditambahkan oleh Kamaruddin *et al.* (1999) bahwa peningkatan suhu yang tinggi selama pirolisis dapat disebabkan oleh permukaan arang pada sisi luar mempunyai temperatur lebih tinggi dari bagian dalam akibat pirolisis primer cepat yang terjadi pada suhu lebih dari 300°C.

#### **Sub Sistem Kondensor**

Semua sistem pendinginan melakukan pertukaran kalor dengan cara melepaskan kalor ke udara, tetapi ada juga dengan cara lain yaitu dengan melepaskan kalor ke udara melalui kontak langsung dengan air. Kondensor berfungsi sebagai tempat kondensasi refrigeran pada saat proses desorpsi, yaitu untuk membuang kalor dan mengubah wujud bahan pendingin dari gas menjadi cair.

Kondensor merupakan alat untuk membuat kondensasi dengan suhu dan tekanan tinggi. Kondensor didinginkan dengan udara dingin dari air yang dipompakan dan disirkulasikan dalam tabung pada suhu ruang sewaktu bahan pendingin berbentuk gas dengan suhu dan tekanan yang tinggi mengalir dalam pipa sepanjang kondensor. Gas tersebut dari luar didinginkan oleh udara dingin sehingga suhunya turun. Setelah suhunya mencapai suhu kondensasi kemudian terjadi proses pengembunan. Wujudnya sedikit demi sedikit berubah menjadi cair tetapi tekanannya masih tetap tinggi. Waktu bahan pendingin keluar dari bagian bawah kondensor wujudnya telah seluruhnya berubah menjadi cairan.

Menurut Illyas (1993) untuk efisiensi *heat exchanger* suhu yang besar justru memberikan nilai efisiensi yang tinggi karena dengan efisiensi yang tinggi maka volume yang tertampung juga semakin banyak. Kondensor adalah bagian dari metode pendinginan yang menerima uap berupa bahan panas lalu menghilangkan panas pengembun tersebut dengan cara mendinginkan uap ke titik embunnya. Hilangnya panas laten pada uap bahan itu mengembun menjadi cairan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kondensor antara lain adalah luas permukaan, waktu, dan suhu kondensasi, serta panjang kondensor.

Fatimah (1998) dan Firmansyah (2004) menyatakan pada waktu tungku pembakaran dinyalakan hingga 30 menit setelah proses berlangsung, terjadi penyebaran asap yang keluar dari pirolisator dan mengalir melalui pipa penyalur asap menuju kondensor untuk didinginkan sehingga dihasilkan kondensat berupa asap cair dan tertampung dalam bak penampung. Sebagian asap yang tidak terkondensasi merupakan komponen asap yang hilang.

#### **Kadar benzopyrene.**

##### **Analisa kualitas kimiawi asap cair**

Senyawa PAH di dalam asap merupakan hal yang penting untuk diperhatikan mengingat toksisitasnya pada produk pangan. Menurut Tsai *et al.*, (2007), PAH merupakan suatu kelompok senyawa organik dengan dua atau lebih cincin aromatik yang saling bergabung. Maga (1988) dan Guillen *et al.*, (2000) mengemukakan bahwa PAH terbentuk selama pembakaran yang tidak sempurna dari bahan organik yang mengandung karbon dan hidrogen seperti kayu, arang, batu bara, minyak, gas, sampah dan berbagai bahan organik lainnya. Selain itu, PAH juga dapat terbentuk dari pirolisis yang menggunakan suhu tinggi.

Hasil penelitian Guillen *et al.*, (2000) membuktikan bahwa produksi PAH khususnya Benzo(a)pyrene dan Benzo(k)fluoranthene yakni  $0,80 \pm 0,13 \mu\text{g/kg}$  B(a)P dan  $0,31 \pm 0,020 \mu\text{g/kg}$  B(k)P pada suhu pirolisis  $500^\circ\text{C}$  lebih tinggi dibandingkan B(a)P dan B(k)P pada suhu pirolisis  $300^\circ\text{C}$  yakni  $0,50 \pm 0,25 \mu\text{g/kg}$  B(a)P dan  $0,12 \pm 0,024 \mu\text{g/kg}$  B(k)P. Terdapat sekitar 47 senyawa PAH yang telah dideteksi di dalam asap, namun tidak ada korelasi antara kadar 3,4-benzopyrene yang karsinogenik dengan total PAH di dalam asam ataupun produknya (Girard, 1992).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kadar senyawa PAH di dalam asap adalah dengan menurunkan suhu pirolisis kayu dan menggunakan filter yang selektif selama difusi asam ke dalam produk (Visciano *et al.*, 2008).

Analisa kandungan benzo(a)pyrene asap cair tempurung kelapa dilakukan setelah proses penyaringan dengan zeolit dan arang aktif. Cara analisis mengacu pada metode Tonogai *et al.* (1982) yang telah dimodifikasi yaitu dengan mengekstraksi asap cair menggunakan eter. Sebanyak 5 ml asap cair ditambahkan 5 ml eter kemudian dikocok dalam corong pemisah selama 5 menit. Setelah didiamkan, fraksi atas (eter) dipisahkan dari fraksi bawah. Kemudian

fraksi atas ditampung dan ke dalam fraksi bawah ditambahkan lagi 5 ml eter, dikocok lagi ke dalam corong pemisah sebagaimana cara sebelumnya. Fraksi atas yang dihasilkan pada ekstraksi kedua ini dicampurkan dengan fraksi atas hasil pemisahan pertama, kemudian dipekatkan dengan meniupkan gas nitrogen sampai volume yang tersisa sekitar 1 ml. Hasil kemudian dideteksi dengan menggunakan GC-MS-QP2010S Shimadzu. Adapun kondisi GC-MS adalah: Menggunakan jenis pengion EI (*Electron Impact*) 70 Ev, suhu injektor  $290^\circ\text{C}$ , suhu detektor  $280^\circ\text{C}$ , jenis kolom Rtx-5MS (95% dimethyl poly siloxane; 5% diphenyl) panjang 30 meter dengan diameter dalam 0,25 mm, suhu kolom  $80^\circ\text{C}$  sampai  $290^\circ\text{C}$  dengan kenaikan suhu  $5^\circ\text{C}$  permenit, gas pembawa Helium, laju alir 80,1 ml/menit pada tekanan 16,5 kPa.

Hasil analisa laboratorium menunjukkan kadar benzopyrene sampel asap cair yang dihasilkan sebagai berikut (Table 4).

Tabel 4. Kandungan bezopyrene asap cair

Sampel asap cair	Benzopyrene ( ppm)
Grade 1	Tidak terdeteksi
Grade 2	2,649945
Grade 3	9,718784

Tabel 5. Hasil Analisis ekonomi Usaha Pengolahan Asap Cair di Desa Medana KLU (dalam jutaan rupiah)

Uraian	Tahun ke-1	Tahun ke-2	Tahun ke-3	Tahun ke-4	Tahun ke-5
<b>BIAYA</b>					
Investasi	210,80	0	0	0	0
Bahan baku	49,50	49,50	49,50	49,50	49,50
Bahan bakar	50,40	50,40	50,40	50,40	50,40
Tenaga kerja harian	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00
Gaji pimpinan	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Gaji karyawan tetap	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
Biaya pemasaran	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Biaya sewa	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00
Biaya alat tulis	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Biaya beban	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Biaya lain-lain	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
<b>Total Biaya</b>	<b>619,70</b>	<b>408,90</b>	<b>408,90</b>	<b>408,90</b>	<b>408,90</b>
<b>PENERIMAAN</b>					
Asap cair (grade 3)	379,62	379,62	379,62	379,62	318,00
Arang tempurung	214,65	214,65	214,65	214,65	82,80
Tar	10,56	10,56	10,56	10,56	10,56
<b>Total penermaan</b>	<b>604,83</b>	<b>604,83</b>	<b>604,83</b>	<b>604,83</b>	<b>604,83</b>
<b>KEUNTUNGAN</b>					
B/C - Ratio	0,98	1,48	1,48	1,48	1,48
NET CASH INFLOW	-14,87	181,06	376,99	572,92	768,85
IRR (%)	-2,00	39,93	39,93	39,93	39,93

### **Kelayakan usaha**

#### **Usaha Pengolahan Asap Cair di Desa Medana Ke Camatan Tanjung KLU**

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa usaha pengolahan asap cair di desa Medana Kecamatan Tanjung Kabupaten Lombok Utara secara Ekonomi adalah sangat layak untuk diusahakan. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis keuntungan, Nilai R/C-ratio serta nilai IRR yang diperoleh. Selengkapnya hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 5

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah energi yang dibutuhkan untuk melakukan proses pembakaran pada alat pirolisator tersebut akan semakin besar seiring dengan kenaikan suhu, yaitu suhu 200°C 804,58 kJ, suhu 250°C 840,18 kJ, dan suhu 300°C 914,44 kJ.
2. Kadar air sebesar 13,43% merupakan kadar air bahan yang bisa menghasilkan asap cair dengan volume terbanyak yakni 53,2 liter.
3. Laju pirolisis untuk suhu 200°C, 250°C, dan 300°C yakni 0.000074 gr/cm<sup>3</sup> detik, 0.000096 gr/cm<sup>3</sup> detik, dan 0,000173 gr/cm<sup>3</sup> detik.
4. Dengan perlakuan suhu yang tinggi maka volume asap cair yang tertampung dan komponen asap yang hilang akan semakin banyak sebaliknya produksi arang semakin sedikit yakni suhu 300°C volume asap cair yang tertampung 53,3%, komponen asap yang hilang 23,2% dan produksi arang 23,5% sedangkan suhu 200°C volume asap cair yang tertampung sebanyak 48,8%, komponen asap yang hilang 22,3% dan produksi arang 29,17%.
5. Proses pirolisis menghasilkan asap cair dengan kadar benzopyrene yang rendah sesuai untuk syarat pengawet pangan
6. Usaha pengolahan asap cair dari tempurung kelapa di desa medana dianggap layak sesuai dengan BC ratio dan IRR

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terimakasih ditujukan DP2M melalui Program penelitian RAPID yang telah mendanai penelitian ini, dan kepada Universitas Mataram beserta Mitra CV Usaha Bersama, Medana, Tanjung Kabupaten Lombok Utara, yang telah memberikan sharingnya sehingga kegiatan ini terlaksanakan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim, 1983, *Prototype Alat Pembuatan Arang Aktif dan Asap Cair Tempurung*, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Departemen Perindustrian.
- Burt, J.R., 1988. *Fish Smoking and Drying. The Effect of Smoking and Drying on The Nutritional Properties of Fish.* Elsevier Applied Science.
- Dadang WI, Selamat Riyanto, Faiz Faza, dan Ryan Masanto, 2008. *Rayuan kelapa yang menggiurkan.* <http://www.agrina-online.com>
- Daun, H., 1979. Interaction of Wood Smoke Components and foods. *Foods Tech.*, 33 (5): 67 – 71.
- Eklund, M.W; G.A. Pelroy; R. Paranjpye; M.E. Peterson and F.M. Teeny, 1982. Inhibition of Clostridium botulinum types A and E Toxin Production by Liquid Smoke and NaCl in Hot-Process Smoke-Flavour Fish. *J.of Food Prot.* 45 (10) : 935 - 941.
- Girard, J.P., 1992. *Technology of Meat and Meat Products*, Ellis Horwood, New York.
- Gorbatov, V.M; N.N. Krylova; V.P. Volovinskaya; Y.N, Lyaskovskaya; K.I Bazarova; R.I Khlamova and G.Y. Yakovleva, 1971. *Liquid Smokes For Use in Cured Meat.* *Food Technology* (25): 71 - 77.
- Guillen, M.D.; P. Sopolena dan M. A. Partearroyo. 2000. Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Commercial Liquid Smoke Flavorings of Different Compositions by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *J. Agric. Food. Chem.* 48 : 126 - 131
- Jaya, I Ketut; P. Darmadji dan Suhardi, 1997. *Penurunan Kandungan Benzo(a)pyrene Asap Cair Dengan Zeolit dalam Upaya Meningkatkan Keamanan Pangan.* *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan.* Bali, 16 – 17 Juli 1997.
- Maga, J.A., 1987. *Smoke in Food Processing.* CRC Press Inc. Boca Raton Florida.
- Merck, E., 1985. *The Testing of Water.* Dramstandt. E Merck Ltd.
- Palungkun, R., 2003, *Aneka Produk Olahan Kelapa*, Cetakan ke Sembilan, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Person, A.M. and F.W. Tauber, 1984. *Processed Meat. Second Edition.* Smoking. AVI

- Publishing Company Inc. Wesport. Connecticut. 69 – 85
- Pszczola, D.E., 1995, Tour Highlight Production and Uses of Smoke Based Flavors, *Food Tech*, 49 (1) : 70 – 74.
- Rusz, J and K.B.M. Miller, 1976. Physical and Chemical Process Involved in The Production and Application of Smoke. Pergamon Press. Oxford.
- Setiawan, I.; P. Darmadji dan B. Rahardjo. Pengawetan Ikan dengan Pencelupan Dalam Asap Cair. Proseding Seminar Nasional Teknologi Pangan. Bali, 16 – 17 Juli 1997.
- Suwedo H.; P. Darmadi dan S.R. Purwasari, Perbandingan Pengasapan Panas dan Penggunaan Asap Cair pada Pengolahan Ikan : Tinjauan Kandungan Benzo(a)pyren, fenol dan Sifat Organoleptik Ikan. *Jurnal Agritech*. Vol 20 No.1 Tahun no 1.
- Tilman, D., 1981, Wood Combution : Principles, Processes and Economics, Academics Press Inc., New York, 74-93.
- Tonogai, Y.; S. Ogawa; M. Toyoda; Y. Ito and M. Iwaida, 1982. Rapid Fluorometric Determination of Benzo(a)pyrene in Food. *J. of Food Prot*, 45 (2): 139 – 142.
- Tranggono; Suhardi; B. Setiadji; P. Darmadji; Supranto dan Sudarmanto, 1996. Identifikasi Asap Cair dari Berbagai Jenis Kayu dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. Vol 1 No. 2.
- Yulistiani, R.; P. Darmadji dan E. Harmayani. Kemampuan Penghambatan Asap Cair Terhadap Pertumbuhan Bakteri Patogen dan Perusak pada Lidah Sapi. Proseding Seminar Nasional Teknologi Pangan. Bali, 16 – 17 Juli 1997.