

**PENENTUAN TOTAL SENYAWA FENOLAT DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN  
PADA ASAP CAIR DARI AMPAS TEBU DAN KULIT TEBU (*Sacharum  
Officinarum*) SERTA IDENTIFIKASI KOMPONEN PENYUSUNNYA**

**Sulistiyowati<sup>a</sup>, Bambang Cahyono<sup>a</sup>, Fronthea Swastawati<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

<sup>b</sup> Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

**Abstrak:** Tebu (*Saccharum officinarum*) ialah tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula, tidak hanya untuk bahan baku gula tapi bisa juga untuk bahan asap cair. Telah dilakukan penelitian tentang penentuan total senyawa fenolat dan aktivitas antioksidan pada asap cair dari ampas tebu dan kulit tebu serta identifikasi komponen penyusunnya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kadar senyawa fenolat total, aktivitas antioksidan serta identifikasi komponen senyawa kimia pada asap cair dari ampas tebu dan kulit tebu. Asap cair dibuat dengan cara pirolisis. Pirolisis adalah proses degradasi termal yang mendekomposisi material organik pada temperatur tinggi tanpa adanya oksigen. Salah satu proses degradasi yaitu lignin yang menghasilkan senyawa fenolat. Kandungan fenolat total ditentukan dengan menggunakan reagen Folin Ciocalteu yang dinyatakan sebagai jumlah mg asam galat ekuivalen tiap g ekstrak. Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikriilhidrazil), dan identifikasi komponen penyusunnya menggunakan GCMS. Hasil penelitian menunjukkan kadar senyawa fenolat total untuk asap cair ampas tebu dan kulit tebu masing-masing 68,083 mg GE/g dan 171,417 mg GE/g sampel, serta harga IC<sub>50</sub> masing-masing sampel sebesar 283,586 ppm dan 216,58 ppm. Pada identifikasi komponen penyusunnya dengan menggunakan GCMS kedua sampel sama-sama memiliki senyawa yang dominan yaitu fenol, furan, asam asetat serta siringol.

**Kata kunci:** asap cair, ampas tebu, kulit tebu, senyawa fenolat total, aktivitas antioksidan, GCMS.

**Abstract:** Sugarcane (*Saccharum officinarum*) is a plant that is grown for raw sugar, not only for raw sugar, but it could be material for liquid smoke. A study concerning the determination of total phenolic compounds and antioxidant activity of liquid smoke sugarcane pulp and cane skin as well as the identification of its constituent components. This research was conducted to determine levels of total phenolic compounds, antioxidant activity and identification of chemical components in the liquid smoke from sugarcane pulp and sugarcane skin. Liquid smoke is made by means of pyrolysis. Pyrolysis is the thermal degradation of organic materials decompose at high temperatures in the absence of oxygen. One of the processes that result in degradation of the lignin phenolic compounds. The content of total phenolics was determined using the Folin Ciocalteu reagent were expressed as the number of mg gallic acid equivalents per g of extract. antioxidant activity assay by the method of DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) and the identification of its constituent components using GCMS. The results showed levels of total phenolic compounds for liquid smoke sugarcane pulp and cane skin respectively 68.083 mg GE / g and 171.417 mg GE / g liquid smoke, as well as price IC<sub>50</sub> of each sample at 283.586 ppm and 216.58 ppm. The identification of its constituent components using GCMS both samples have the same dominant compounds are phenol, furan, acetic acid and syringol.

**Keywords:** liquid smoke, sugarcane pulp, sugarcane skin, total phenolic compounds, antioxidant activity, GCMS

## PENDAHULUAN

Asap cair merupakan fraksi cairan hasil degradasi termal biomassa dalam suasana inert, bebas oksigen. Bahan ini dapat diproduksi dari berbagai bahan yang banyak terdapat di Indonesia, misalnya kayu keras, kayu lunak, limbah industri maupun limbah pertanian. Selain dapat digunakan sebagai pengawet makanan, khususnya pada proses pengasapan ikan. Produk ini juga digunakan sebagai penggumpal getah karet, meningkatkan kualitas tanah, penetralisir asam tanah, dan pengawet kayu (Swastawati, 2007). Asap cair sebagian besar tersusun oleh aldehid, keton, alkohol, asam karboksilat, ester, furan, turunan fenolat, hidrokarbon, dan komponen senyawa nitrogen (Manu dan Supaporn, 2009). Senyawa fenolat mempunyai aktivitas antioksidan.

Kayu keras lebih banyak digunakan oleh masyarakat untuk pengasapan, akibatnya semakin banyak perusakan lingkungan (penebangan liar) terutama untuk memenuhi kebutuhan bahan pengasapan maupun kebutuhan pengolahan lainnya. Untuk mengatasi masalah ini, alternatif yang bisa dilakukan adalah dengan memanfaatkan limbah pertanian sebagai bahan bakunya (Darmadji, 2006). Limbah pertanian merupakan bahan yang dibuang dari hasil sektor pertanian, misalnya tempurung kelapa, sabut, bonggol jagung, kulit jagung, sekam padi, dedak, ampas tebu, kulit kacang tanah, kayu ketela pohon dan sebagainya (Swastawati, 2007).

Produksi asap cair antara lain dipengaruhi oleh jenis bahan baku, tingkat kekerasan, kadar air, umur bahan baku dan suhu pada saat proses kondensasi. Semakin keras bahan bakunya maka semakin banyak asap cair yang dihasilkan. Kayu pada umumnya menghasilkan tiga komponen utama pembentuk asap, adalah selulosa, hemiselulosa dan lignin (Swastawati, 2007). Bahan baku asap cair antara lain dipengaruhi oleh kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin.

Tebu sebagian besar mengandung lignoselulosa, dimana kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin yaitu 44%, 30 % dan 18,9 % (Howard dkk., 2003). Komponen lignin dalam tebu yang cukup tinggi memungkinkan dapat dikonversi menjadi asap cair.

## METODOLOGI PENELITIAN

**Bahan:** Ampas tebu dan kulit tebu diperoleh di desa Sadang Kabupaten Kudus, 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil/DPPH (Merck), asam galat (Merck), natrium karbonat (Merck), reagen *Folin Ciocalteu*, akuades, methanol p.a (Merck), kuersetin (Merck).

**Alat:** seperangkat alat pirolisis, neraca analitik, pipet tetes, pipet ukur, gelas ukur, gelas beker, tabung reaksi, kertas saring, corong, spatula, labu ukur, erlenmeyer, botol vial, mikropipet, *waterbath*, spektrofotometer UV Shimidzu 1601, GC-MS Shimidzu QP20105.

### Cara Kerja

#### 1. Preparasi Sampel

Tanaman tebu diperoleh dari desa Sadang, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah. Batang tebu yang telah didapat dipotong, dipisahkan antara kulit dan bagian dalamnya. Setelah itu tebu bagian dalamnya digiling hingga didapatkan ampas tebunya. Kulit dan ampas tebu lalu dikeringkan dengan cara dijemur selama kurang lebih 12 jam.

#### 2. Penentuan Kadar Air

Pertama botol timbang dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 105 – 110 °C, kemudian diambil dan didinginkan dalam eksikator selama 15 menit lalu di timbang dan dicatat beratnya misal X gram. Timbang ± 1 gram sampel misalnya Y gram, kemudian dimasukkan kedalam botol timbang dan dikeringkan dalam oven selama 4-6 jam pada suhu 105-110 °C. Kemudian diambil dan didinginkan dalam eksikator selama 15 menit lalu ditimbang misal beratnya Z gram. Pengeringan diulangi sampai beratnya konstan

(selisih maksimal 0,1 gram).  
Perhitungan kadar air:

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100\%$$

### 3. Pembuatan Asap Cair

Pembuatan asap cair dilakukan dengan menggunakan metode yang telah dikembangkan Swastawati (2008). Sampel ampas tebu dan kulit tebu yang sudah dikeringkan masing-masing diambil 100 g lalu dilakukan proses pirolisis. Proses pirolisis menggunakan generator asap dengan pengontrol panas. Suhu diukur dengan alat pengatur panas dan diatur pada temperatur 300 °C. Proses ini dihentikan ketika sampel asap telah dipirolisis semuanya atau sampai tidak ada lagi cairan yang menetes.

### 4. Pemekatan Asap Cair

Asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis ditempatkan di dalam tempat gelap pada temperatur ruang lalu disaring. Filtrat kemudian dipekatan menggunakan *waterbath* pada temperatur 90 °C selama ± 1 jam.

## 5. Penentuan Senyawa Fenolat Total

### 5.1. Pembuatan Kurva Kalibrasi Asam Galat

Pembuatan kurva standar asam galat berdasarkan metode yang dikembangkan oleh Rungruang dan Suwannee (2010). Larutan asam galat dibuat dengan konsentrasi 100, 200, 300, 400 dan 500 mg/L. Dari masing-masing konsentrasi tersebut diambil 1 mL ditambahkan 10 mL akuades dan 5 mL reagen *Folin-Ciocalteu* dikocok hingga homogen. Larutan kemudian didiamkan selama 8 menit, Sebanyak 4 mL larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20% ditambahkan, kemudian dikocok hingga homogen dan didiamkan selama 30 menit pada suhu kamar. Absorbansi dari setiap larutan diukur pada panjang gelombang 760 nm, lalu dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi asam galat dengan absorbansi.

## 5.2. Penentuan Kandungan Total Senyawa Fenolat

Larutan asap cair dipipet sebanyak 1 mL ditambahkan dengan 10 mL akuades dan 5 mL reagen *Folin-Ciocalteu*, kemudian larutan dikocok dan didiamkan selama 8 menit. Sebanyak 4 mL larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20% ditambahkan, kemudian dikocok hingga homogen dan didiamkan selama 30 menit pada suhu kamar. Larutan kemudian ditentukan absorbansinya pada panjang gelombang 760 nm dengan Spektrofotometri *UV-Vis.* Kandungan fenolat total dinyatakan sebagai jumlah mg asam gallat ekuivalen tiap g ekstrak.

## 6. Uji Aktivitas Antioksidan

### 6.1. Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum DPPH

Larutan DPPH 75 µM dibuat dengan cara melarutkan serbuk DPPH sebanyak 7,393 mg ke dalam 250 mL methanol. Dipipet sebanyak 5 mL larutan tersebut dan dimasukkan ke dalam botol vial dan ditambahkan dengan 0,2 ml metanol. Larutan dikocok hingga homogen dan dibiarkan selama 30 menit di tempat gelap. Serapan larutan diukur dengan spektrofotometer *UV-Vis* pada panjang gelombang 400-600 nm. Digunakan metanol sebagai blanko (Molyneux, 2004).

### 6.2. Pemeriksaan Aktivitas Antioksidan

Sampel asap cair dibuat variasi konsentrasi 15, 30, 45, 60, dan 75 ppm dalam metanol. Asap cair yang telah divariasi konsentrasinya diambil 0,2 ml ke dalam vial dan direaksikan dengan larutan DPPH 75 µM sebanyak 5 ml. Campuran dihomogenkan dan didiamkan selama 30 menit ditempat gelap. Selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer *UV-Vis* pada panjang gelombang 516 nm. Sebagai pembanding digunakan kuersetin dengan perlakuan sama dengan sampel. Kemampuan untuk meredam radikal DPPH (% inhibisi) dihitung menggunakan persamaan :

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100\%$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan  $IC_{50}$  yang merupakan konsentrasi sampel untuk dapat meredam 50 % aktivitas radikal DPPH. Nilai  $IC_{50}$  diperoleh dari perpotongan garis antara 50% daya inhibisi dengan konsentrasi sampel (Molyneux, 2004).

### 7. Identifikasi Senyawa Asap Cair

Asap cair yang telah diperoleh kemudian di elusidasi menggunakan instrumen Gas *Cromatography-Mass spectroscopy* (GC-MS). Analisis ini dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa komponen penyusun asap cair.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembuatan Asap Cair

Pada tahap persiapan, batang tebu dipotong lalu dipisahkan antara kulit dan bagian dalamnya. Setelah itu tebu bagian dalamnya digiling hingga didapatkan ampas teburnya. Sampel dipotong kecil-kecil, kemudian dijemur dan ditentukan kadar airnya. Tahap selanjutnya pembuatan asap cair dengan cara pirolisis pada suhu  $300^{\circ}C$ .

**Tabel 1:** Hasil asap cair ampas tebu dan kulit batang tebu

Bahan Baku (100 g)	Berat asap cair (gram)	Rendemen (%)
Ampas Tebu	40,78	46,169 %
Kulit batang tebu	27,19	29,849 %

Pada tabel 1 menunjukkan bahwa asap cair dari ampas tebu hasilnya lebih banyak daripada asap cair dari kulit batang tebu, hal ini mungkin dikarenakan adanya perbedaan komponen penyusunnya dan kadar air dari masing-masing bahan baku. Hasil yang didapat pada penelitian ini

tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Swastawati dkk (2007), bahwa pirolisis kayu jati dan bonggol jagung menghasilkan asap cair 52,55 % dan 60 %.

Asap cair yang telah diperoleh dari proses pirolisis dan sudah disaring kemudian dipekatkan menggunakan *waterbath* sampai beratnya konstan. Pemekatan untuk menghilangkan senyawa-senyawa volatil yang dapat mengganggu aktivitas antioksidan. Hasil yang didapatkan pada tabel IV.2.

**Tabel 2:** Hasil pemekatan asap cair

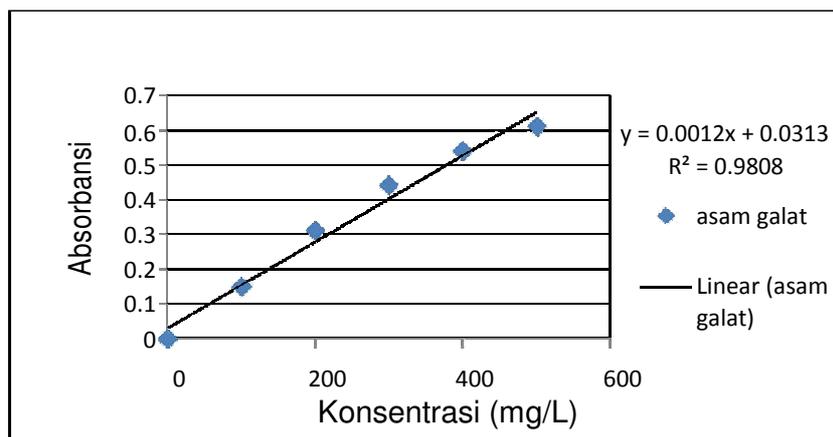
Bahan Baku	Berat Asap Cair Pekat	Kadar (%)
Ampas tebu	2,33 gram	5,713
Kulit tebu	1,68 gram	6,178

Asap cair pekat yang dihasilkan pada asap cair dari kulit tebu lebih banyak dibandingkan dengan asap cair dari ampas tebu, hal ini menunjukkan bahwa senyawa volatil pada asap cair ampas tebu lebih banyak daripada asap cair dari kulit tebu.

### Penentuan Senyawa Fenolat Total

Pada analisis ini reagen yang digunakan adalah *Folin-Ciocalteu* dan sebagai standar digunakan asam galat. Kurva kalibrasi asam galat dibuat sebagai pembanding ekivalen senyawa fenolat total yang terdapat pada sampel yang diuji. Pembuatan kurva kalibrasi berguna untuk menentukan kadar senyawa fenolat dalam sampel melalui persamaan regresi yang didapat pada kurva kalibrasi. Kurva kalibrasi asam galat dapat dilihat pada Gambar 3.

Total kandungan senyawa fenolat pada masing-masing sampel ditentukan berdasarkan persamaan regresi yang telah didapatkan pada kurva kalibrasi asam galat. Kandungan fenolat total dalam tiap sampel tersaji pada Tabel 3.



**Gambar 1.** Kurva kalibrasi asam galat dengan reagen Folin-Ciocalteu pada panjang gelombang 760 nm.

**Tabel 3:** Hasil analisis fenolat total dalam sampel

Sampel	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	Kandungan Fenolat Total (mg Asam Galat Ekuivalen tiap g asap cair)
Asap cair ampas tebu	0,113	68,083	68,083
Asap cair kulit tebu	0,237	171,417	171,417

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fenolat total yang paling tinggi terkandung dalam sampel asap cair kulit tebu, hal ini berarti sampel asap cair kulit tebu memiliki banyak senyawa-senyawa fenolat dibandingkan pada asap cair kulit tebu. Penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh Rakmai J. (2009) dimana senyawa fenolat total asap cair dari bambu dan karet sebesar 7,5 mg GE/g dan 9,5 mg GE/g.

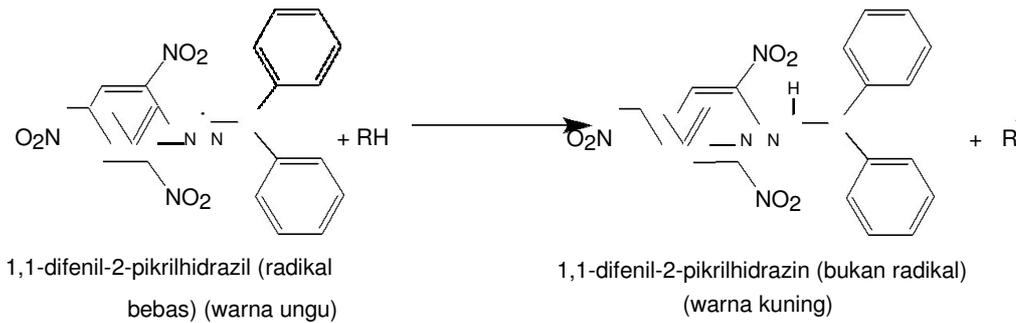
#### Penentuan Aktivitas Antioksidan

Penentuan aktivitas antioksidan dilakukan dengan uji DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrasil). DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrasil) merupakan radikal bebas yang stabil, kestabilan senyawa ini disebabkan oleh adanya delokalisasi pasangan elektron secara menyeluruh. Pengukuran aktivitas antioksidan sampel dilakukan pada panjang gelombang 516 nm yang merupakan panjang gelombang maksimum DPPH, dengan konsentrasi DPPH 75  $\mu$ M.

Aktivitas antioksidan ditunjukkan dengan harga *inhibition concentration* ( $IC_{50}$ ) yaitu konsentrasi suatu zat antioksidan yang memberikan persen inhibisi sebesar 50%. Zat dengan aktivitas antioksidan tinggi mempunyai harga  $IC_{50}$  yang rendah (Molyneux, 2004).

Nilai  $IC_{50}$  pada sampel asap cair ampas tebu dan asap cair kulit tebu yaitu sebesar 283,586  $\mu$ g/mL dan 216,58  $\mu$ g/mL, sedangkan  $IC_{50}$  pada kuersetin sebesar 37,129  $\mu$ g/mL. Hal ini menunjukkan bahwa kedua sampel asap cair mempunyai aktivitas antioksidan tetapi aktivitasnya kurang kuat karena nilai  $IC_{50}$  yang diperoleh diatas 200 ppm (Blois, 1958).

Mekanisme penangkapan radikal DPPH oleh antioksidan cukup sederhana, yaitu berupa donasi proton kepada radikal. Biasanya senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan adalah senyawa fenol yang mempunyai gugus hidroksi (-OH) yang dapat mendonorkan proton.



**Gambar 2.** Reaksi peredaman radikal DPPH (Molyneux, 2004)

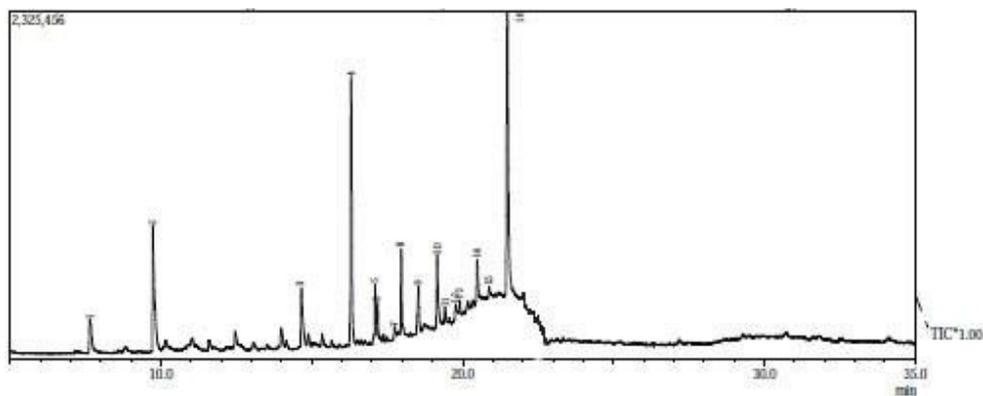
### Identifikasi Komponen Asap Cair

GCMS merupakan metode pemisahan senyawa organik yang menggunakan dua metode analisis senyawa meliputi kromatografi gas (GC) dan spektroskopi massa (MS). Data kromatografi GCMS pada asap cair yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4. Dari gambar tersebut diperlihatkan bahwa asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis menunjukkan pemisahan komponen kimianya melalui puncak-puncak kromatogram yang muncul pada GC.

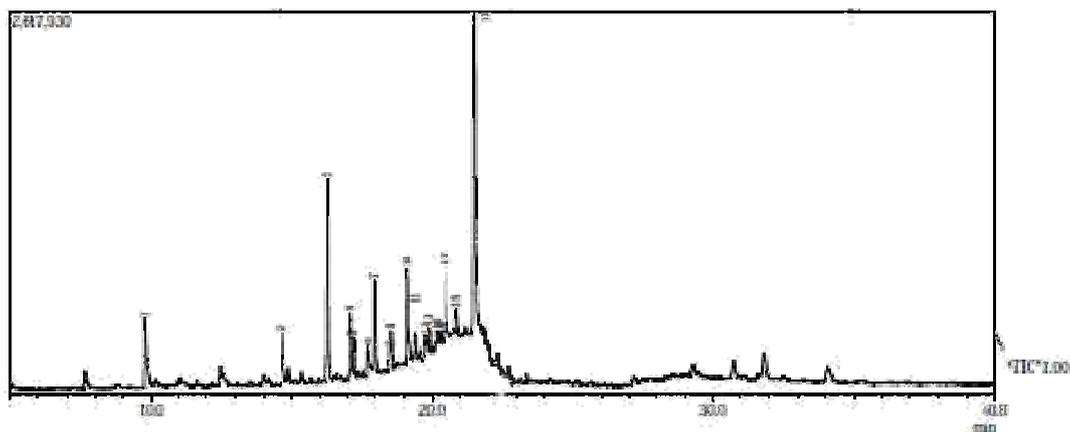
Tabel 4 menunjukkan terdapat 15 komponen yang teridentifikasi dari asap cair. Dimana pada asap cair dari ampas tebu ada 3 senyawa yang memiliki konsentrasi tinggi yaitu Asam asetat(14,11%), Fenol (18,49%), dan 2-Furankaboksaldehid, 5-hidroksimetil

(28,01), sedangkan pada asap cair dari kulit tebu ada 2 senyawa yang memiliki konsentrasi tinggi yaitu Fenol (15,37%), dan 2-Furankaboksaldehid, 5-hidroksimetil (36,13%).

Senyawa yang teridentifikasi pada asap cair dari ampas tebu secara keseluruhan ada 12 senyawa, sedangkan pada asap cair dari kuli tebu senyawa yang teridentifikasi secara keseluruhan ada 14 senyawa, yang termasuk dalam golongan alkohol, keton, furan dan turunannya, karbonil dan asam, fenol dan turunannya, siringol dan turunannya, alkil aril eter, dan ester. Hasil ini tidak beda jauh dari pernyataan Manu dkk (2009), Asap cair sebagian besar tersusun oleh aldehid, keton alkohol, asam karboksilat, ester, furan dan turunannya, fenol dan turunannya, hidrokarbon, dan senyawa nitrogen.



**Gambar 3.** Kromatografi Asap Cair Ampas Tebu



**Gambar 4.** Kromatografi Asap Cair kulit tebu

**Tabel 4:** Kandungan kimia yang teridentifikasi dalam Asap Cair Ampas Tebu dan Kulit tebu berdasarkan database dengan index kemiripan di atas 80%.

No.	Senyawa	Kandungan (%)	
		Asap cair Ampas Tebu	Asap cair Kulit Tebu
1	2-propanon, 1-hidroksi	4,12	-
2	Asam asetat	14,11	7,84
3	2 hidroksi-3-metil-2-siklopentenon	6,43	5,59
4	Fenol	18,49	15,37
5	4-metil Fenol	2,60	2,85
6	3-metil Fenol	1,82	1,74
7	Pentanal	-	2,21
8	4-Etil Fenol	5,30	5,87
9	5-Asetoksimetil-2-furaldehid	4,30	1,83
10	2,6-dimetoksi Fenol (siringol)	5,94	5,39
11	4-okso Asam Pentanoat	1,42	1,30
12	1,2,4-Trimetoksi Benzena	-	1,46
13	1,4,3,6-Dianhidro- $\alpha$ -d-glulopiranosia	2,77	5,22
14	1,3-Di-O-acetil- $\alpha\beta$ -d-ribopirosa	-	0,60
15	2-Furankaboksaldehid, 5-hidroksimetil	28,01	36,13

### KESIMPULAN

1. Ampas tebu dan kulit tebu dapat digunakan sebagai bahan untuk asap cair, dimana masing-masing menghasilkan rendemen sebesar 46,169% dan 29,849%.
2. Total senyawa fenolat asap cair dari ampas dan kulit tebu masing-masing sebesar 68,083 dan 171,417 mg asam galat /g asap cair.
3. Aktivitas antioksidan asap cair dari ampas tebu dan kulit tebu masing-masing memiliki nilai  $IC_{50}$  sebesar 283,59 ppm dan 216,58 ppm.
4. Identifikasi komponen senyawa kimia menggunakan *GC-MS* menunjukkan bahwa asap cair dari kulit tebu mempunyai senyawa yang lebih banyak dibandingkan dengan komponen senyawa pada ampas tebu.

### DAFTAR PUSTAKA

- Blouis, M. S., 1958, Antioxidant Determinations By The Use Of a Stable Free Radical, *Nature*, 1199-1200
- Darmadji, P., 2006, *Produksi Biopreservatif Asap Cair Cangkang Sawit dan Aplikasinya untuk Bidang Pangan, Hasil Perkebunan dan Kehutanan*, Laporan seminar, Balai Besar riset dan Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan dan ISPIKANI, Jakarta
- Howard, R.L., Abotsi, E., J.Rensburg E.L., and Howard, S. 2003. Lignocellulose Biotechnology: Issue of Bioconversion and Enzyme Production. *African J. of Biotech.* Vol 2(12), 602-619.
- Manu, R., Supaporn, S., 2009, Evaluation Of Antioxidation And Radical Scavenging Activities In Pyroligneous Acid Samples, *Pure and Applied Chemistry International Conference*, 51-53
- Molyneux, P., 2004, The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity, *J. Sci. Technol.*, 26, 211-219
- Rakmai, J., 2009, *Chemical Determinations, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Thai Wood Vinegars*, Prince of Songkla University, Thailand
- Rungruang, P., dan Suwanne, J., 2010, Antioxidative Activity of Phenolic Compounds in Pyroligneous Acid Produced from Eucalyptus Wood, *The 8th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology*, 102-106
- Swastawati, F., 2007, *Pengasapan Ikan Menggunakan Liquid Smoke*, Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang
- Swastawati, F., 2008, Quality and Safety of Smoked Catfish (*Aries talassinus*) Using Paddy Chaff and Coconut Shell Liquid Smoke, *Journal of Coastal Development*, ISSN : 1410-5217, Vol 12, No 1: 47- 55

Semarang, Desember 2012

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Bambang Cahyono, MS  
NIP. 1963 03 16 1988 10 1 001

Dr. Ir. Fronthea Swastawati, M.Sc  
NIP. 1959 02 23 1984 03 2 001