

KARAKTERISASI ASAP CAIR HASIL PIROLISIS SAMPAH ORGANIK PADAT (CHARACTERIZATION OF LIQUID SMOKE PYROLYZED FROM SOLID ORGANIC WASTE)

Abdul Gani Haji¹⁾, Zainal Alim Mas'ud²⁾, Bibiana W. Lay³⁾, Surjono H. Sutjahjo³⁾
dan Gustan Pari⁴⁾

¹⁾ Program Studi Kimia FKIP Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh

²⁾ Departemen Kimia FMIPA Institut Pertanian Bogor, Bogor

³⁾ Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan SPs IPB, Bogor

⁴⁾ Pusat Penelitian dan pengembangan Hasil Hutan, Bogor

Abstract

The liquid smoke had been produced from raw material of solid organic waste using pyrolysis reactor. The composition of organic waste as 30% bamboo, 30% wood, 20% small branch and 20% fruit peel was separated and coped manually, and then put into pyrolysis reactor. Pyrolysing processing at 350-510 °C for 5 hours and liquid smoke produced was characterized by means of rendement, total phenol and pH parameter. Besides that, the liquid smoke component was identified by GCMS. The result of this research showed that the liquid smoke was generally brownish-red color, with rendement 22.87-34.67 %, pH 3.8-4.8, and total phenolic 6.15×10^{-3} - 2.24×10^{-2} %. Increasing pyrolysis temperature up to 505 oC tended to increase total phenolic compound. GCMS analysis on the liquid smoke identified 61 compound, i.e. ketone (17 compounds), phenolic (14 compounds), carboxylic acid (8 compounds), alcohols (7 compounds), ester (4 compounds), aldehyde (3 compounds), and other 1 compounds.

Keywords: liquid smoke, solid organic waste, pyrolysis, quality

PENDAHULUAN

Sampah organik merupakan salah satu komponen sampah perkotaan yang mempunyai volume cukup besar dan menjadi permasalahan yang cukup serius baik bagi pemerintah maupun masyarakat, karena hingga saat ini belum diperoleh solusi yang tepat untuk menanganinya. Menurut Murtadho dan Sa'id (1988), sampah organik dapat dibedakan atas dua macam, yaitu sampah organik lunak (mudah membusuk) dan padat (sukar membusuk). Sebagian besar sampah organik lunak sudah ditangani dengan cara pengomposan dan produknya digunakan sebagai pupuk. Namun sampah organik padat hingga saat ini di beberapa kota di Indonesia masih ditangani dengan cara membakarnya di dalam *incinerator* dan produknya berupa abu kurang bermanfaat. Di beberapa negara maju, cara ini sudah dilarang karena dapat menimbulkan pencemaran udara. Untuk itu, alternatif penanganan sampah padat yang mungkin dapat menjadi salah satu solusi terbaik, yaitu dengan cara pirolisis (destilasi kering) menghasilkan produk berupa arang dan asap cair yang cukup luas pemanfaatannya.

Paris *et al.* (2005) mengatakan bahwa pirolisis merupakan proses pengarangan dengan cara pembakaran tidak sempurna bahan-bahan yang mengandung karbon pada suhu tinggi. Kebanyakan proses pirolisis menggunakan reaktor tertutup yang terbuat

dari baja, sehingga bahan tidak terjadi kontak langsung dengan oksigen. Umumnya proses pirolisis berlangsung pada suhu di atas 300 °C dalam waktu 4-7 jam. Namun keadaan ini sangat bergantung pada bahan baku dan cara pembuatannya (Demirbas, 2005). Energi panas yang dibutuhkan pada proses ini dapat bersumber dari tenaga listrik maupun dari tungku pembakaran dengan bahan bakar berupa limbah kayu seperti potongan-potongan kayu, serbuk gergaji, dan lain-lain.

Penggunaan reaktor pirolisis untuk menangani sampah padat akan memberi banyak manfaat, terutama dapat menekan volume timbunan sampah di perkotaan. Di samping itu, diperoleh manfaat dari produk yang dihasilkan yaitu berupa arang dan asap cair. Arang sudah umum diketahui mempunyai banyak kegunaan. Arang selain bermanfaat sebagai sumber energi, juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pem-bangun kesuburan tanah (Gusmailina dan Pari, 2002). Di samping itu, arang dapat juga diolah menjadi arang aktif yang bernilai ekonomi lebih tinggi. Asap cair pada proses ini diperoleh dengan cara kondensasi asap yang dihasilkan melalui cerobong reaktor pirolisis. Proses kondensasi asap menjadi asap cair sangat bermanfaat bagi perlindungan pencemaran udara yang ditimbulkan oleh proses tersebut. Di samping itu, asap cair yang mengandung sejumlah senyawa kimia diperkirakan berpotensi sebagai bahan baku zat pengawet,

antioksidan, desinfektan ataupun sebagai biopesisida (Nurhayati, 2000).

Pszezola (1995) mengatakan asap cair pertama kali diproduksi pada tahun 1980 oleh sebuah pabrik farmasi di Kansas, yang dikembangkan dengan metode destilasi kering (pirolisis) dari bahan kayu. Menurut Darmadji (1995), asap merupakan sistem yang kompleks, yang terdiri dari fase cairan terdispersi dalam medium gas sebagai pendispersi. Asap terbentuk karena pembakaran yang tidak sempurna, yaitu pembakaran dengan jumlah oksigen terbatas yang melibatkan reaksi dekomposisi bahan polimer menjadi komponen organik dengan bobot yang lebih rendah, karena pengaruh panas (Tranggono *et al.*, 1997). Jika oksigen tersedia cukup, maka pembakaran menjadi lebih sempurna dengan menghasilkan gas CO₂, uap air, dan abu, sedangkan asap tidak terbentuk.

Komposisi asap cair telah diteliti oleh Pettet dan Lane pada tahun 1940, diperoleh hampir 1000 macam senyawa kimia. Beberapa jenis senyawa yang telah diidentifikasi, yaitu 85 fenolik, 45 karbonil, 35 asam, 11 furan, 15 alkohol dan ester, 13 lakton, dan 21 hidrokarbon alifatik (Girard, 1992). Menurut Maga (1998), komposisi asap cair dari bahan kayu terdiri atas 11-92% air, 0,2-2,9% fenolik, 2,8-4,5% asam organik, dan 2,6-4,6% karbonil, sedangkan Bratzler *et al.* (1969) menyatakan komponen utama asap kayu mengandung h 24,6% karbonil, 39,9% asam karboksilat, dan 15,7% fenolik.

Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis sampah organik padat menggunakan reaktor.

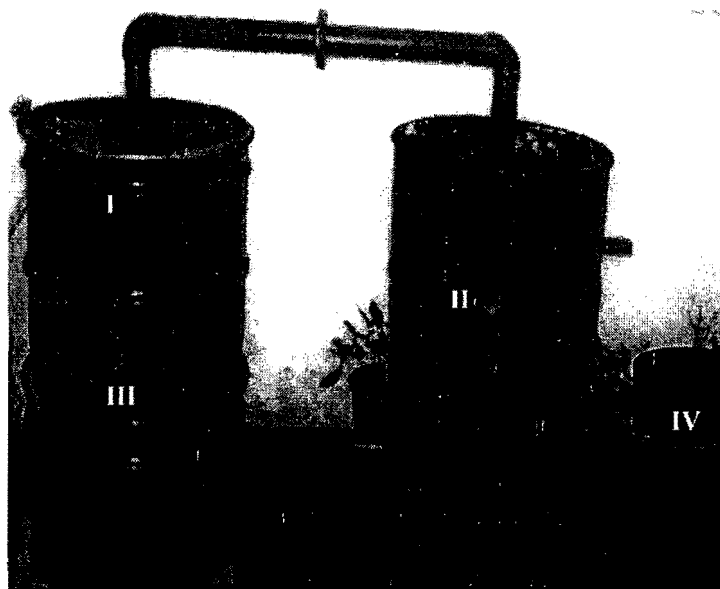
BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampah organik padat yang berasal dari Kota Bogor yang terdiri atas kulit buah-buahan, bambu, kayu, dan ranting tanaman. Bahan bakar pada proses pirolisis ini digunakan serbuk gergaji sebagai limbah pada industri pengolahan kayu. Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk karakterisasi asap antara lain larutan NaOH 0,2 N, KI 15%, Na₂S₂O₃ 0,1 N, kanji 1%, HCl pekat, metanol dan aquades.

Peralatan utama untuk proses pirolisis sampah organik padat ditunjukkan pada Gambar 1. Komponen peralatan ini terdiri atas: (I) reaktor pirolisis dibuat dari bahan drum bekas (tebal ± 1,5 mm) dengan ukuran tinggi 48 cm dan diameter 60 cm; (II) tabung pendingin dibuat dari bahan yang sama dengan reaktor pirolisis, dengan ukuran tinggi 88 cm dan diameter 60 cm; (III) tungku pembakaran dibuat dari bahan yang sama dengan reaktor pirolisis, dengan ukuran tinggi 40 cm dan diameter 60 cm; dan (IV) ember plastik untuk menampung asap cair.

Peralatan untuk karakterisasi dan fraksinasi asap cair digunakan antara lain pH meter merk *Waterproof*, Erlenmeyer bertutup, termometer, botol pisah, perangkat titrasi, dan peralatan gelas yang umum terdapat di laboratorium kimia, sedangkan peralatan utama yang digunakan adalah spektrometer *Gas Chromatography and Mass Spectrometri* (GCMS) merk Hewlett Packard GC 6890 MSD 5973 yang dilengkapi data base sistem *Chemstation*.



Gambar 1. Reaktor pirolisis sederhana

Metode Penelitian

Prosedur Pirolisis

Sampah organik padat terlebih dahulu dicacah secara manual. Selanjutnya, sebagian contoh dianalisis kadar air. Sisanya, ditimbang sebanyak 12,8 kg, lalu diisi ke dalam reaktor pirolisis (Gambar 1). Reaktor pirolisis diletakkan di atas tungku pembakaran yang berisi serbuk gergaji sebagai bahan bakar. Tungku pembakaran dinyalakan. Kemudian untuk memonitor suhu dimasukkan besi penghubung *thermostat* ke dalam reaktor pirolisis. Dicatat peningkatan suhu dan mulai keluarnya cairan selama proses pirolisis. Jika asap yang keluar ke udara masih banyak, maka diberi bambu penghubung dimulut cerobong agar kondensasi lebih sempurna dan dapat mengurangi pencemaran udara. Asap cair hasil kondensasi ditampung dalam ember plastik. Setelah proses berlangsung selama 5 jam, sisa kayu bakar diambil dan dibiarkan api padam. Selanjutnya, arang diambil setelah reaktor pirolisis dibiarkan dingin di udara terbuka sampai 24 jam. Diulangi 2 kali pengerjaannya dengan kondisi yang sama.

Karakterisasi Asap Cair

Asap cair yang diperoleh dikarakterisasi dengan metode standar menurut LTP (1974), yang meliputi penetapan rendemen, pH, total fenol.

Rendemen

Ditimbang bobot botol warna gelap yang bersih, lalu diisi asap cair. Kemudian botol yang berisi asap cair ditimbang lagi dengan teliti. Selanjutnya ditentukan rendemennya dengan formula berikut :

$$\text{Rendemen (\%b/b)} = \frac{\text{bobot asap cair}}{\text{bobot bahan baku}} \times 100$$

Nilai pH

Untuk mengetahui nilai pH asap cair yang dihasilkan, maka pada penelitian ini dilakukan penetapan pH menggunakan pH meter digital *Waterproof* Hanna dengan cara mencelupkan elektroda ke dalam aquades terlebih dahulu, lalu dilap dengan *tissue*. Selanjutnya elektroda dimasukkan ke dalam contoh asap cair. Dicatat nilai pH yang muncul dilayar monitor.

Kadar Total Fenol

Kandungan asap cair yang dilaporkan di beberapa literatur pada umumnya mengandung senyawaan fenolik, maka pada penelitian ini dilakukan analisis kadar total fenol untuk mengetahui karakteristik dari asap cair berdasarkan metoda LTP

(1974) dengan prosedur, yaitu: 1) asap cair diuapkan pelarutnya dalam *evaporator*. Kemudian residu asap cair ditimbang sebanyak 0,5 gram dan dimasukkan ke dalam labu takar 250 ml, lalu ditambah 30 ml aquades; 2) campuran ditambah lagi 5 ml larutan NaOH 0,2 N dan diencerkan sampai tanda garis; 3) larutan dipipet sebanyak 25 ml dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 ml, lalu ditambah 25 ml larutan kromat bromida 0,2 N, 50 ml aquades dan 5 ml HCl pekat. Erlenmeyer ditutup dan digoyang-goyang selama 1 menit agar campuran homogen; 4) ke dalam campuran ditambahkan 5 ml larutan KI 15% dan digoyang-goyang lagi selama 1 menit; 5) campuran dititer dengan larutan standar $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N yang diberi larutan kanji 1% sebagai indikator sampai warna larutan berubah menjadi bening; 6) diulangi prosedur yang sama untuk blanko. Kadar total fenol dihitung dengan formula berikut :

$$\text{Kadar fenol (\%)} = \frac{\{(BL-C) \times N\text{-tio} \times \text{BMf} / 6 \times 1000\}}{0.1 \times \text{bobot contoh}}$$

Keterangan :

BL = Volume Blanko

C = Volume Contoh

N-tio = Normalitas Tiosulfat

BMf = berat molekul Fenol

Selanjutnya, dianalisis jenis komponen kimia penyusun asap cair dengan teknik GCMS menggunakan kolom HP Ultra 2, temperatur oven 280 °C/10 menit, injeksi 250 °C, dan interface 280 °C, gas pembawa helium, laju alir 0,6 µL/menit, dan volume injeksi 1 µL.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Proses

Hampir semua proses pirolisis sampah organik perkotaan pada penelitian ini menunjukkan peningkatan suhu hingga 100 °C dicapai dalam waktu ± 30 menit. Asap cair mulai keluar pada suhu 80 °C. Pada saat mulai keluar asap cair berwarna bening dan makin lama warna asap cair yang keluar umumnya berwarna merah kecoklatan.

Rendemen Asap Cair

Rendemen merupakan salah satu para-meter yang penting untuk mengetahui hasil dari suatu proses. Asap cair pada penelitian ini dihasilkan melalui proses kondensasi asap yang dikeluarkan reaktor pirolisis. Selama proses pirolisis terjadi penguapan berbagai macam senyawa kimia. Data asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis sampah organik padat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rendemen asap cair hasil pirolisis sampah organik padat

Percobaan	Kadar air contoh (%)	Suhu pirolisis (°C)	Rendemen asap cair (%v/w)
1	20,76	350	33,15
2	28,00	355	34,67
3	29,32	375	32,87
4	25,40	405	37,83
5	23,59	505	31,24
6	25,41	510	30,33

Rendemen asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis sampah organik padat selama 5 jam berkisar 32,87-37,83% dan kisaran suhu 350-510 °C (Tabel 1). Rendemen asap cair yang dihasilkan pada penelitian ini lebih rendah dibanding hasil asap cair yang diperoleh Tranggono *et al.* (1996) pada pirolisis beberapa jenis kayu dengan kisaran suhu 350-400°C menghasilkan asap cair dengan rendemen rata-rata 49,1%. Jumlah rendemen asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis sangat bergantung pada jenis bahan baku yang digunakan. Persentase rendemen yang diperoleh juga sangat bergantung pada sistem kondensasi yang dipakai. Kondisi ini sesuai dengan yang dikemukakan Tranggono *et al.* (1996), bahwa untuk pembentukan asap cair digunakan air sebagai medium pendingin agar proses pertukaran panas dapat terjadi dengan cepat. Pirolisis pada suhu yang terlalu tinggi dan waktu yang terlalu lama akan menyebabkan pembentukan asap cair berkurang karena suhu dalam air pendingin semakin meningkat sehingga asap yang dihasilkan tidak terkondensasi secara sempurna. Proses kondensasi akan berlangsung optimal apabila air di dalam sistem pendingin dialiri secara kontinyu sehingga suhu dalam sistem tersebut tidak meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Demirbas (2005) bahwa asap cair hasil proses pirolisis bahan kayu dapat dihasilkan secara maksimum jika proses kondensasinya berlangsung secara sempurna.

Kualitas Asap Cair

Kualitas asap cair sangat bergantung pada komposisi senyawa-senyawa kimia yang dikandungnya. Kriteria mutu asap cair baik cita rasa maupun aroma sebagai ciri khas yang dimiliki asap ditentukan oleh golongan senyawa kimia yang dikandungnya. Senyawa-senyawa kimia yang terdapat di dalam asap cair sangat bergantung pada kondisi pirolisis dan bahan baku yang digunakan (Nakai *et al.*, 2006). Di samping itu, proses pirolisis suatu bahan yang tidak berlangsung sempurna dapat menyebabkan komponen-komponen kimia yang dihasilkan dalam asap cair kurang lengkap. Komponen kimia yang

telah diidentifikasi pada asap cair antara lain dijumpai senyawa-senyawa golongan fenol, karbonil, asam-asam karboksilat, furan, hidrokarbon, alkohol, dan lakton (Girard, 1992).

Kadar Fenol

Identifikasi senyawaan fenolik dalam asap cair hasil pirolisis sampah organik padat diharapkan dapat mewakili kriteria mutunya, sehingga sasaran penggunaannya akan lebih tepat. Hasil analisis total fenol dalam asap cair disajikan pada Tabel 2. Data Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar total fenol dalam asap cair hasil pirolisis sampah organik padat berkisar $6,15 \times 10^{-3}$ - $2,24 \times 10^{-2}$ %. Kadar total fenol paling tinggi terdapat dalam asap cair contoh 5, dan yang terendah terdapat dalam asap cair contoh 1. Kadar total fenol dalam asap cair tidak bergantung pada kadar air bahan baku dan persentase rendemen yang dihasilkan. Jumlah asap yang dihasilkan sangat bergantung pada karakteristik bahan baku yang digunakan dan suhu yang dicapai selama proses. Hal ini sesuai dengan pendapat Djatmiko *et al.* (1985) yang mengemukakan keberadaan senyawa-senyawa kimia dalam asap cair dipengaruhi oleh kandungan kimia dari bahan baku yang digunakan dan suhu yang dicapai pada proses pirolisis. Berkaitan dengan hal tersebut, Byrne dan Nagle (1997) mengatakan penguapan, penguraian atau dekomposisi komponen kimia kayu pada proses pirolisis terjadi secara bertahap, yaitu pada suhu 100-150 °C hanya terjadi penguapan molekul air; pada suhu 200 °C mulai terjadi penguraian hemiselulosa; pada suhu 240 °C mulai terdekomposisi selulosa menjadi larutan pirolignat, gas CO, CO₂, dan sedikit ter; pada suhu 240-400 °C, terjadi proses dekomposisi selulosa dan lignin menjadi larutan pirolignat, gas CO, CH₄, H₂ dan ter lebih banyak; dan pada suhu di atas 400 °C terjadi pembentukan lapisan aromatik. menjadi larutan pirolignat, gas CO, CO₂, dan sedikit ter; pada suhu 240-400 °C, terjadi proses dekomposisi selulosa dan lignin menjadi larutan pirolignat, gas CO, CH₄, H₂ dan ter lebih banyak; dan pada suhu di atas 400 °C terjadi pembentukan lapisan aromatik.

Tabel 2. Kadar total fenol dalam asap cair hasil pirolisis sampah organik padat

Percobaan	Kadar air contoh (%)	Suhu pirolisis (°C)	Kadar total fenol (%)
1	20,76	350	$6,15 \times 10^{-3}$
2	28,00	355	$7,02 \times 10^{-3}$
3	29,32	375	$8,25 \times 10^{-3}$
4	25,40	405	$1,28 \times 10^{-2}$
5	23,59	505	$2,24 \times 10^{-2}$
6	25,41	510	$1,29 \times 10^{-2}$

Kadar total fenol dalam asap cair pada penelitian ini jauh lebih kecil dibandingkan kadar total fenol yang diperoleh Tranggono, *et al.* (1996) pada proses pirolisis berbagai jenis kayu pada suhu 350-400 °C dengan menghasilkan total fenol rata-rata 2,90%. Kadar senyawa fenolik yang didapat Yulistiani (1997) dalam asap cair hasil pirolisis tempurung kelapa adalah 1,28%, sedangkan Nurhayati (2000) berhasil memperoleh kadar fenol 3,24% dalam asap cair hasil pirolisis kayu tusam. Kadar total fenol yang lebih tinggi didapat oleh Darmadji (1995), yaitu berkisar 2,10-5,13%.

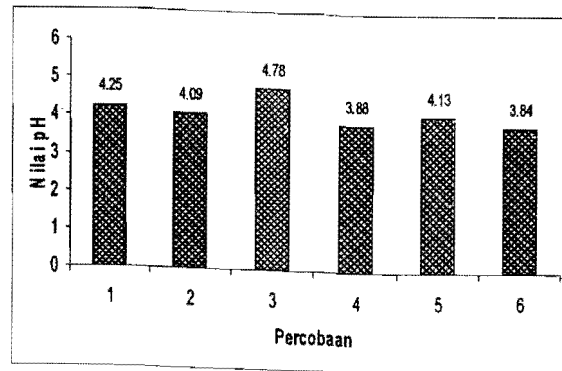
Demirbas (2005) telah berhasil mengidentifikasi 2 macam senyawa fenol dalam asap cair hasil pirolisis bahan kayu pada suhu 735 °K, yaitu 2,6-dimetoksifenol dan 3-metil-2,6-dimetoksifenol dengan kadar berturut-turut 0,74 dan 0,62%, sedangkan Tranggono *et al.* (1997) telah mengidentifikasi 5 macam senyawa golongan fenolik dalam asap cair hasil pirolisis berbagai jenis kayu pada suhu 350-400 °C, yaitu 2-metoksifenol, 4-metil-2-metoksifenol, 4-etil-2-metoksifenol, 2,6-dimetoksifenol, dan 2,5-dimetoksifenol.

Nilai pH

Nilai pH merupakan salah satu parameter kualitas dari asap cair yang dihasilkan. Pengukuran nilai pH dalam asap yang dihasilkan bertujuan untuk mengetahui tingkat proses penguraian bahan baku secara pirolisis, juga untuk menghasilkan asam alami berupa asap. Hasil pengukuran nilai pH rata-rata dalam asap cair hasil pirolisis sampah organik perkotaan ditunjukkan pada Gambar 2. Dari Gambar 2 diperlihatkan rata-rata nilai pH dalam asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis sampah organik padat cenderung bervariasi sesuai dengan bervariasinya kadar air masing-masing bahan baku yang digunakan.

Di samping itu, nilai pH ini menunjukkan bahwa asap cair yang dihasilkan pada semua perlakuan tersebut bersifat asam. Hal ini disebabkan karena penguraian atau dekomposisi komponen kimia dalam masing-masing bahan baku semakin sempurna dengan meningkatnya suhu. Nilai pH yang terendah terdapat pada asap cair hasil pirolisis pada suhu 510°C. Jika nilai pH rendah berarti asap yang

dihasilkan berkualitas tinggi terutama dalam hal penggunaannya sebagai bahan pengawet makanan. Nilai pH yang rendah secara keseluruhan berpengaruh terhadap nilai awet dan daya simpan produk asap ataupun sifat organoleptiknya. Jika nilai pH ini dikaitkan dengan kandungan total fenol dalam asap cair pada masing-masing perlakuan diperoleh hubungan yaitu semakin tinggi kadar total fenol dalam asap cair maka nilai pHnya semakin rendah (asap cair semakin asam).



Gambar 2. Histogram nilai pH asap cair

Komponen Asap Cair

Asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis sampah organik padat terlebih dahulu dilarutkan dalam pelarut metanol untuk keperluan analisis kandungan kimianya dengan teknik GCMS. Data kromatogram GCMS asap cair yang dihasilkan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3. Dari Gambar 3 diperlihatkan bahwa asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis sampah organik pasar menunjukkan pemisahan komponen kimianya melalui puncak-puncak kromatogram yang muncul pada GC. Puncak-puncak tersebut mulai muncul pada waktu retensi 3,04 hingga 47,44 menit dan berdasarkan *chemstation data system* teridentifikasi sebanyak 61 senyawa penyusun asap cair seperti diuraikan pada Tabel 3.

Dari data tersebut terdapat dua senyawa dengan konsentrasi tertinggi, yaitu 1,1-dimetil hidrazin (8,98%), dan 2,6-dimetoksi fenol (8,68%). Di antara ke-61 senyawa yang teridentifikasi pada

asap cair terdapat 17 senyawa (27,9%) golongan keton, 14 senyawa (23%) yang merupakan golongan fenolik, 8 senyawa (13%) golongan asam karboksilat, 7 senyawa (11,5%) alkohol, 4 senyawa (6,6%) ester, 3 senyawa (4,9%) aldehid dan lain-lain rata-rata 1 senyawa (1,6%).

Hasil ini tidak jauh berbeda dengan yang diperoleh Maga (1998), bahwa asap cair dari bahan kayu mengandung air (11-92%), senyawa fenolik (0,2-2,9%), asam-asam organik (2,8-4,5%), dan karbonil (2,6-4,6%). Demikian juga halnya dengan hasil penelitian Bratzler *et al.* (1969), bahwa komponen utama kondensat asap kayu, yaitu karbonil (24,6%), asam karboksilat (39,9%), dan senyawaan fenolik (15,7%). Lebih lanjut, Tranggono *et al.* (1997) sudah mendapatkan tujuh macam komponen kimia utama dalam asap cair tempurung kelapa, yaitu senyawaan fenolik, 2-metoksifenol, 2-metoksi-4-metilfenol, 4-etil-2-metoksifenol, 2,6-dimetoksifenol, 2,5-dimetoksifenol, dan 3-metil-1,2-siklopentadion, yang larut dalam eter.

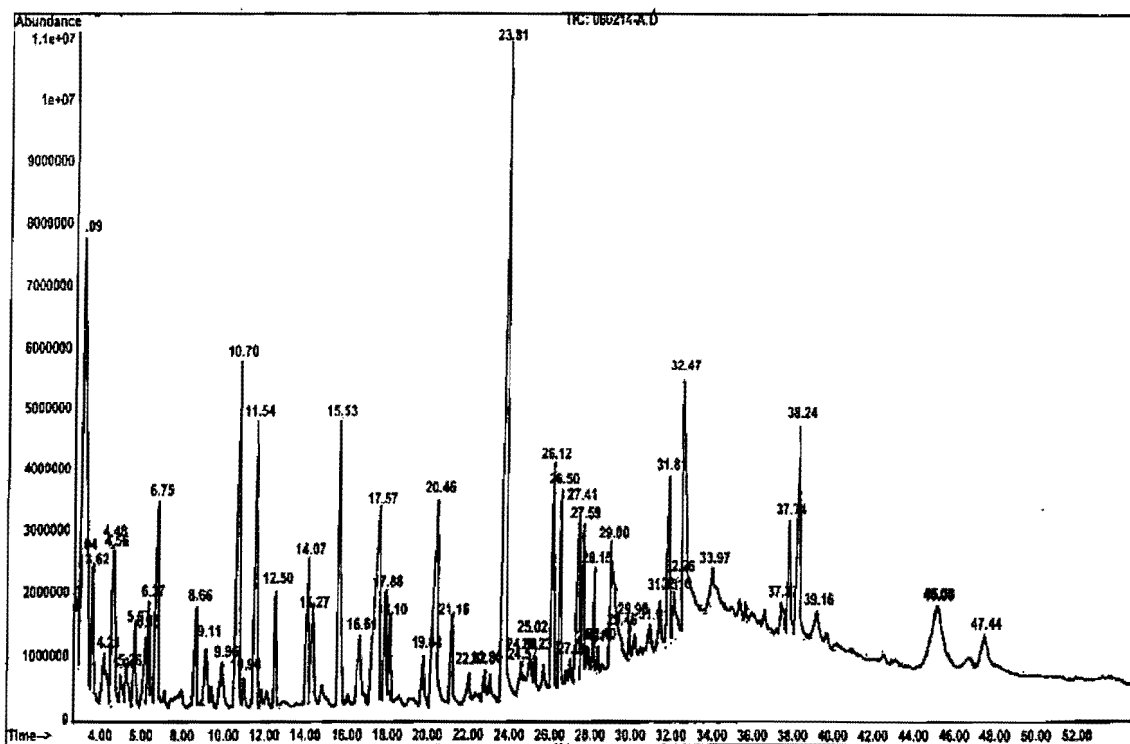
Sementara Yulistiani (1997) mendapatkan kandungan senyawaan fenolik sebesar 1,28% dalam asap cair tempurung kelapa. Komponen fenol tertinggi (3,24%) terdapat pada asap cair kayu tusam, kadar asam asetat tertinggi (6,33%) kayu bakau, dan kadar alkohol tertinggi (2,94%) pada kayu jati. Hasil penelitian lain dilaporkan oleh

Wanjala *et al.* 2002 dalam Chacha *et al.* 2005) bahwa asap cair dari akar kayu *Erythrina latissima* mengandung beberapa senyawa alkaloid, stilbenoid, lignan, dan flavonoid. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diyakini bahwa pada hampir semua asap cair dari berbagai jenis kayu dijumpai adanya senyawa-senyawa golongan fenolik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan secara umum diperoleh asap cair berwarna merah kecoklatan dengan kisaran rendemen 32,87-34,67 %, pH 3,8-4,8 dan total fenol $6,15 \times 10^{-3}$ - $2,24 \times 10^{-2}$ %. Semakin tinggi suhu pirolisis cenderung kadar total fenolnya semakin meningkat dan mencapai optimum pada suhu 505 °C. Dari hasil analisis jenis komponen asap cair dengan teknik GCMS paling sedikit teridentifikasi sebanyak 61 senyawa yang terdiri atas Dari analisis jenis komponennya dengan teknik GCMS teridentifikasi adanya 61 senyawa yang terdiri atas keton (17 senyawa), fenolik (14 senyawa), asam karboksilat (8 senyawa), alkohol (7 senyawa), ester (4 senyawa), aldehida (3 senyawa), dan lain-lain 1 senyawa.



Gambar 3. Kromatogram asap cair hasil pirolisis sampah organik padat

Tabel 3. Kandungan kimia asap cair yang teridentifikasi dengan teknik GCMS

Nomor Peak	Waktu Retensi (menit)	Nama senyawa	Konsentrasi (%)
1	3,04	2,2-dimetil propanoat	0,71
2	3,09	1,1-dimetil hidrazin	8,98
3	3,62	2-Furan karboksaldehid	1,44
4	4,21	1-(2-furanil)-etanon	0,70
5	4,48	Metil butirat	1,90
6	4,57	Asam propanoat	2,55
7	5,00	2,3-dimetil siklopent-2-en-1-on	0,47
8	5,26	5-metil furfural	0,50
9	5,67	3-metoksi piridin	1,01
10	6,15	Asam butanoat	0,85
11	6,38	Gamma-butirolakton	1,53
12	6,75	2-furan metanol	2,78
13	8,66	2 (5H)-furanon	0,98
14	9,12	2-hidroksi-2-siklopenten-1-on	0,62
15	9,96	2,2,5-trimetilsiklopentanon	0,76
16	10,70	2-hidroksi-3-metil-2-siklopenten-1-on	4,01
17	10,98	3-metilsikloheksanon	0,47
18	11,53	2-metoksi fenol	3,83
19	12,50	3-etil-2-hidroksi-2-siklopenten-1-on	1,61
20	14,08	3-hidroksi-2-metil-4H-piran-2-on	1,60
21	14,27	2-metoksi-2-metil fenol	1,26
22	15,53	fenol	4,19
23	16,61	4-etil-2-metoksi fenol	1,47
24	17,57	Trans-4-siklopenten-1,3-diol	4,91
25	17,87	3-metil fenol	1,17
26	18,10	4-metil fenol	1,05
27	19,84	2-propen-1-ol	0,78
28	20,46	2-metil-3-buten-2-ol	4,66
29	21,15	4-etil fenol	1,20
30	22,02	Asam 3,3-dideuterio-DL-Glutamanat	0,61
31	22,80	2,6-dimetil-1,7-oktadien-1-ol	0,56
32	23,81	2,6-dimetoksi fenol	8,68
33	24,50	Iso amil butirat	0,35
34	24,57	1,2,3-propantriol	0,31
35	25,02	Asam siklamat	0,75
36	25,24	5-dodekanon	0,47
37	26,12	5-asetil-2-metilthiopirimidin	2,60
38	26,51	Asam 2-metil-2-propenoat	1,79
39	27,01	Koumaran	0,25
40	27,41	4(1H)-piridinon	2,48
41	27,59	2,3,5-trimetoksitoluena	1,93
42	27,90	4-metil-2-pirrolidinon	0,38
43	28,15	2 (3H)-Furanon	1,14
44	28,39	Isobutil alkohol	0,25
45	29,01	3-metoksi-1,2-benzenadiol	3,19
46	29,46	2,5-dietil-thiofen	0,29
47	29,98	4-hidroksi-3-metoksi benzaldehida	0,26
48	31,01	siklodekanon	0,32
49	31,43	1-(4-hidroksi-3-metoksifenil)-etanon	0,41
50	31,82	2-metoksi-4-propil-fenol	1,29
51	32,10	1-(2,3,4-trihidroksifenil)-etanon	0,44
52	32,26	3-metil-1,2-benzenadiol	1,12
53	32,48	1,2-benzenadiol	5,65
54	33,97	4-metil katekol	0,70
55	37,37	(Z)-Asam-9-oktadekenoat	0,32
56	37,74	2-metil 1,4-benzenadiol	1,39
57	38,24	1,4-benzenadiol	2,53
58	39,15	2-metilamino-6,7-dihidroimidazol	0,57
59	45,05	Asam oleat	0,14
60	45,09	Metil-dihidromalvalat	0,02
61	47,44	Asam heptanoat	0,82

Saran

Perlu dilakukan penelitian dengan keragaman bahan baku sampah organik yang rendah dan kadar airnya yang relatif homogen serta menggunakan sistem pendingin yang lebih baik agar diperoleh asap cair yang maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Bratzler, L. J, M. E. Spooner, J. B. Weathspoon, and J. A. Maxey. 1969. Smoke flavours as related to phenol, carbonil, and acid content of Bologna. *Journal of Food Science* 34:146-153.
- Byrne, C. E, and D. C. Nagle. 1997. Carbonized wood monolits characterization. *Carbon* 35(2):267-273
- Chacha, M, G. Bojase-Moleta, and R. R. T. Majinda. 2005. Antimicrobial and radical scavenging flavonoids from the steam wood of *Erythrina latissima*. *Phytochemistry* 66:99-104.
- Darmadji, P. 1995. Produksi asap cair dan sifat fungsionalnya [Laporan Penelitian]. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada..
- Demirbas, A. 2005. Pyrolysis of ground beech wood in irregular heating rate conditions. *Journal of Analytical Applied and Pyrolysis* 73:39-43.
- Djatmiko, B., S. Ketaren, dan S. Tetyahartini. 1985. Pengolahan Arang dan Kegunaannya. Bogor: Agro Industri Press.
- Girard, J.P. 1992. Smoking in Technology of Meat Products. New York: Clermont Ferrand, Ellis Horwood.
- Gusmailina, G. Pari. 2002. Pengaruh pemberian arang terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah (*Capsicum annum*). *Buletin Penelitian Hasil Hutan* 20(3):217-229.
- Lembaga Teknologi Pertanian. 1974. Metode dan Prosedur Pemeriksaan Kimiawi Hasil Perikanan. Jakarta: LTP; Dirjen Perikanan, Departemen Pertanian.
- Maga, J. A. 1998. *Smoke in Food Processing*. Florida: CRC Press.
- Murtadho, D., E. G. Sa'id. 1988. Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Padat. Jakarta: Mediyatama Sarana Perkasa.
- Nakai, T., S. N. Kartal, T. Hata, and Y. Imamura. 2006. Chemical characterization of pyrolysis liquids of wood-based composites and evaluation of their bioefficiency. *Building Environmental*. In press.
- Nurhayati T. 2000. Sifat destilat hasil destilasi kering 4 jenis kayu dan kemungkinan pemanfaatannya sebagai pestisida. *Buletin Penelitian Hasil Hutan* 17:160-168.
- Paris, O., C. Zollfrank, and G. A. Zickler. 2005. Decomposition and carbonization of wood biopolymer microstructural study of wood pyrolysis. *Carbon* 43:53-66.
- Pszezola, D. E. 1995. Tour highlights production and uses of smoke-based flavors. Liquid smoke a natural aqueous condensate of wood smoke provides various advantages in addition to flavors and aroma. *J Food Tech* 1:70-74.
- Tranggono, S., B. Setiadji, P. Darmadji, Supranto, dan Sudarmanto. 1997. Identifikasi asap cair dari berbagai jenis kayu dan tempurung kelapa. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* 1(2):15-24.
- Yulistiani, R. 1997. Kemampuan penghambatan asap cair terhadap pertumbuhan bakteri patogen dan perusak pada lidah sapi [Tesis]. Yogyakarta: Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada.