

**PIROLISIS SAMPAH PLASTIK UNTUK MENDAPATKAN ASAP CAIR DAN
PENENTUAN KOMPONEN KIMIA PENYUSUNNYA SERTA UJI
KEMAMPUANNYA SEBAGAI BAHAN BAKAR CAIR**

**PYROLYSIS OF PLASTIC WASTE TO GAIN SMOKE OF LIQUID AND KNOW
MAIN COMPILER CHEMISTRY COMPOUND TO KNOW POTENCY FROM
SMOKE OF LIQUID YIELDED**

Tri Anggono*¹, Erina Wahyu W¹, Handayani¹, Arini Rahmadani¹, Abdullah²

¹Alumnus Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru

²Staf Pengajar Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru

e-mail : ne_on05@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pirolisis merupakan reaksi depolimerisasi dan pada suhu tinggi mengikuti mekanisme radikal bebas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi asap cair yang dihasilkan melalui pirolisis limbah plastik yang berupa kantong plastik dan pembungkus makanan sebagai bahan bakar cair dan untuk mengetahui senyawa kimia penyusun utama dari asap cair yang dihasilkan. Pirolisis dilakukan dengan menghidupkan furnace yang telah berisi sampel plastik dan mengatur temperatur, pada penelitian ini didapatkan temperatur optimum untuk sampel plastik tersebut dapat terbakar habis dan menghasilkan asap cair diperoleh pada temperatur 425°C. Dari data hasil analisis GC-MS yang diperoleh, senyawa-senyawa yang terkandung dalam sampel asap cair plastik pembungkus makanan adalah, 2-propanon/aseton, asam borat, asam asetat, dan siklopentanon. Dari senyawa-senyawa tersebut, senyawa-senyawa yang memiliki sifat mudah terbakar adalah aseton dan siklopentanon. Sedangkan senyawa-senyawa yang terkandung dalam sampel asap cair kantong plastik adalah 2-hidroksimetil-3-metil-oxiran, asam asetat, hidroksiaseton, 2-siklopenten, dan 2-butanon/metil etil keton. Dari senyawa-senyawa tersebut yang bersifat mudah terbakar adalah, hidroksiaseton, 2-siklopentena dan 2-butanon.

Kata kunci : pirolisis, sampah plastik, asap cair

ABSTRACT

Pyrolysis is reaction of depolymerization and at high temperature follows free radical mechanism. This research aim were to know potency smoke of liquid yielded through plastic waste pyrolysis which in the form of plastic sack bag and food packer as component of liquid burning and know main compiler chemistry compound from smoke of liquid yielded. Pyrolysis done by animating furnace which has contained plastic sample and arranges temperature, at this research got optimum temperature for the plastic sample can be combustibile [used up/finished] and yields smoke of liquid obtained at temperature 425°C. From result of analysis GC-MS obtained, compounds which implied in sample smoke of food packer plastic liquid is, 2-propanon/aseton, boric acid, acetic acid, and siklopentanon. From the compounds, compounds measuring up to flammable is acetone and siklopentanon. While compounds which implied in sample smoke of plastic sack;bag liquid is 2-hidroksimetil-3-metil-oxiran, acetic acid, hidroksiaseton, 2-siklopenten, and 2-butanon/metil ethyl ketone. From the compounds having the character of flammable is, hidroksiaseton, 2-siklopentena and 2-butanon.

Keywords : pyrolysis, garbage plastic, smoke of liquid

PENDAHULUAN

Sampah dikategorikan menjadi dua golongan, yang pertama adalah sampah organik yang berupa makanan sisa, sayuran, dan lain-lain dapat dihancurkan oleh mikroorganisme dan sampah anorganik yang berupa plastik yang dapat dihancurkan dengan cara dibakar, namun selain abunya tidak dapat dicerna oleh tanah, asapnya ternyata dapat membangkitkan gas beracun yang berbahaya bagi makhluk hidup (Indriasari, 2006).

Plastik adalah suatu produk kimia yang telah dikenal dan digunakan secara luas oleh seluruh lapisan masyarakat, baik yang tinggal di desa maupun di daerah perkotaan. Saat ini, sekitar 129 juta ton plastik setiap tahunnya diproduksi, dari jumlah itu diproduksi dari bahan minyak bumi. Secara umum, plastik memiliki densitas yang rendah, bersifat isolasi terhadap listrik, mempunyai kekuatan mekanik yang bervariasi, ketahanan suhu terbatas, serta ketahanan bahan kimia yang bervariasi (Justiana, 2007). Menurut Lusiana (2006) material plastik memiliki banyak kelebihan dibandingkan bahan lainnya, hal ini dikarenakan sifatnya ringan, transparan, tahan air serta harganya pun relatif lebih murah dan terjangkau oleh berbagai lapisan masyarakat.. Akibatnya, dengan ruang lingkup

penggunaan plastik yang seakan tidak terbatas, pertumbuhan penggunaan plastik berlangsung dengan pesat

Semakin bertambah pesat penggunaan plastik maka semakin banyak pula limbah yang akan kita hadapi, baik itu yang dihasilkan dari industri besar maupun industri rumah tangga, sehingga limbah plastik menjadi permasalahan lingkungan yang sampai saat ini belum dapat dipecahkan jalan keluarnya meskipun banyak pemanfaatan limbah plastik namun belum mampu mengurangi penumpukan sampah plastik di alam (Haryono,2005).

Oleh karena itu, melihat permasalahan sampah khususnya sampah plastik pembungkus makanan (seperti bungkus gula, bungkus es dan sejenisnya) dan kantong plastik yang kian hari makin bertambah ditempat pembuangan sampah, maka banyak upaya yang telah dilakukan untuk mengkonversi material-material sampah plastik tersebut untuk menghasilkan bahan bakar karena melihat dari sifat penyusun sampah plastik yaitu berupa hidrokarbon (Farid,2002).

Teknik yang dapat digunakan untuk mengkonversi material-material tersebut adalah dengan teknik pirolisis. Pada senyawa yang berderajat polimerisasi tinggi, pirolisis merupakan

reaksi depolimerisasi dan pada suhu tinggi mengikuti mekanisme radikal bebas. Reaksi ini melalui tiga tahap yaitu, tahap memulai, tahap perambatan dan tahap penghentian (Sabarodin & Dewanto, 1998).

Berdasarkan dari uraian di atas penelitian mengenai pirolisis sampah plastik yang berupa kantong plastik dan pembungkus makanan untuk mendapatkan asap cair sebagai bahan bakar alternatif sangat penting untuk dilakukan. Dengan adanya Program Kreativitas Mahasiswa yang didanai oleh Dikti ini penelitian mengenai pirolisis sampah plastik untuk mendapatkan asap cair sebagai bahan bakar alternatif dapat dilaksanakan.

Tujuan penelitian Mengetahui potensi asap cair yang dihasilkan melalui pirolisis limbah plastik yang berupa kantong plastik dan pembungkus makanan sebagai bahan bakar cair. Mengetahui senyawa kimia penyusun utama dari asap cair yang dihasilkan.

METODE

Penelitian ini dilakukan di laboratorium MIPA Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru selama 4 bulan dan Laboratorium Kimia Organik Fakultas MIPA Universitas Gadjahmada Yogyakarta untuk analisis.

Alat-alat yang digunakan dalam kegiatan ini adalah gelas beaker, batang pengaduk, pipet tetes, pipet gondok, buret, Erlenmeyer, labu ukur, corong pisah, penampung destilat, botol semprot, kertas pH, gelas ukur, *stopwatch*, pembakar Bunsen, reaktor pirolisis, termometer, lemari pendingin, dan GC-MS.

Bahan-bahan yang digunakan adalah kantong plastik, sampah pembungkus makanan, akuades dan Na_2SO_4 anhidrat.

Pirolisis Sampah Plastik

Pengambilan asap cair dilakukan dengan cara pirolisis, pertama-tama sampah plastik (sampah plastik pembungkus makanan pada perlakuan awal dan sampah kantong plastik pada perlakuan kedua, sehingga dapat diketahui perbedaan kandungannya) yang telah kering dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis yang dilengkapi sistem pendingin es dan penampung destilat, setelah semuanya siap furnace dihidupkan dan dibiarkan naik hingga temperatur optimal. Ketika temperatur tersebut tercapai, temperatur dijaga konstan selama tiga jam, asap cair yang mengalir dari kondensor ditampung dalam penampung destilat yang diletakkan dalam tempat yang telah berisi campuran es dan garam dapur.

Asap cair dari masing-masing bahan yang dihasilkan diukur volumenya kemudian disimpan dalam botol bertutup rapat dan disimpan dalam lemari pendingin.

Pembuatan Asap Cair Bebas H₂O untuk Analisis dengan GC-MS

Sebanyak 100 mL asap cair bebas TER dimasukkan ke dalam gelas beaker dan ditambahkan 10 gram Na₂SO₄ anhidrat, kemudian gelas beaker tersebut ditutup dengan rapat dan dibiarkan selama 24 jam, setelah 24 jam kemudian dilakukan proses penyaringan dan asap cair siap untuk dianalisis dengan GC-MS.

Uji Sederhana Asap Cair Untuk Diketahui Kemampuannya Sebagai Bahan Bakar

Sebanyak 50 mL asap cair dari ke dua sampel sampah masing-masing diambil dan dimasukkan ke dalam tabung pembakar Bunsen. Sumbu dipasang hingga tercelup ke dalam asap cair, ditunggu beberapa menit sampai asap cair meresap ke dalam sumbu, kemudian dinyalakan masing-masing sumbu secara bersamaan. Warna api diamati, bau yang dihasilkan dan lamanya ketahanan asap cair dalam proses pembakaran yang digunakan dari masing-masing sampel plastik. Apabila dihasilkan nyala api, maka dilakukan perbandingan dengan bahan bakar (minyak tanah).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pirolisis Sampah Plastik

Pirolisis merupakan suatu reaksi dengan tiga tahap penting, yaitu tahap memulai, tahap perambatan dan tahap penghentian. Pada tahap memulai akan terjadi pemutusan rantai ikatanyang lemah karena adanya kenaikan suhu. Radikal bebas yang telah terbentuk pada tahap perambatan akan tepecah lagi membentuk radikal bebas baru yang lebih kecil, atau senyawa stabil (Sabarodin & Dewanto, 1998).

Sebelum proses pirolisis dilakukan, mula-mula dilakukan penanganan sampel yang berupa sampah plastik bungkus makanan dan kantong plastik yang telah dikumpulkan. Setelah sampah-sampah plastik tersebut terkumpul, dilakukan pemisahan masing-masing jenis sampah yang ingin digunakan. Kemudian dibersihkan dari kotoran/sisa-sisa makanan yang masih terdapat pada sampel dan dijemur agar diperoleh berat kering dari sampel tersebut. Setelah kering, sampel-sampel tersebut dipotong kecil-kecil yang bertujuan untuk memperbesar luas permukaan dari sampel agar lebih mudah dalam proses penimbangan, memasukkan ke dalam reaktor dan proses pembakaran.

Sampel yang telah dikecilkan ditimbang dan dimasukkan ke dalam

reaktor, reaktor dimasukkan ke dalam furnace yang sudah dirangkai dengan sistem pendingin es dan penampung destilat. Kemudian furnace dihidupkan dan temperatur diatur. Temperatur optimum yang diperoleh untuk sampel plastik yaitu pada temperatur 425 °C, pada temperatur ini sampel dapat terbakar habis dan menghasilkan asap cair. Sebelumnya telah dicoba penggunaan temperatur hingga mencapai 500 °C, sampel plastik tersebut dapat terbakar habis tetapi asap cair yang dihasilkan sangat sedikit. Sedangkan pada temperatur di bawah 425 °C, asap cair yang dihasilkan pun sangat sedikit dan sampel plastik di dalam reaktor masih banyak tersisah (tidak terbakar seluruhnya) yang dilakukan pada rentang waktu yang sama (2-3 jam).

Pada temperatur 425 °C, asap dari furnace mulai keluar melewati kondensor (sistem pendingin), untuk menjaga asap tersebut agar tidak keluar seluruhnya maka disini dilakukan pengaturan sirkulasi asap yang keluar dengan menutup saluran dengan penampung destilat agar asap yang dikeluarkan tidak terlalu banyak. Hal tersebut dimungkinkan dapat diminimalkan pengeluaran asap yang berpartikel lebih kecil dibandingkan dengan partikel asap yang dapat dikondensasikan dengan

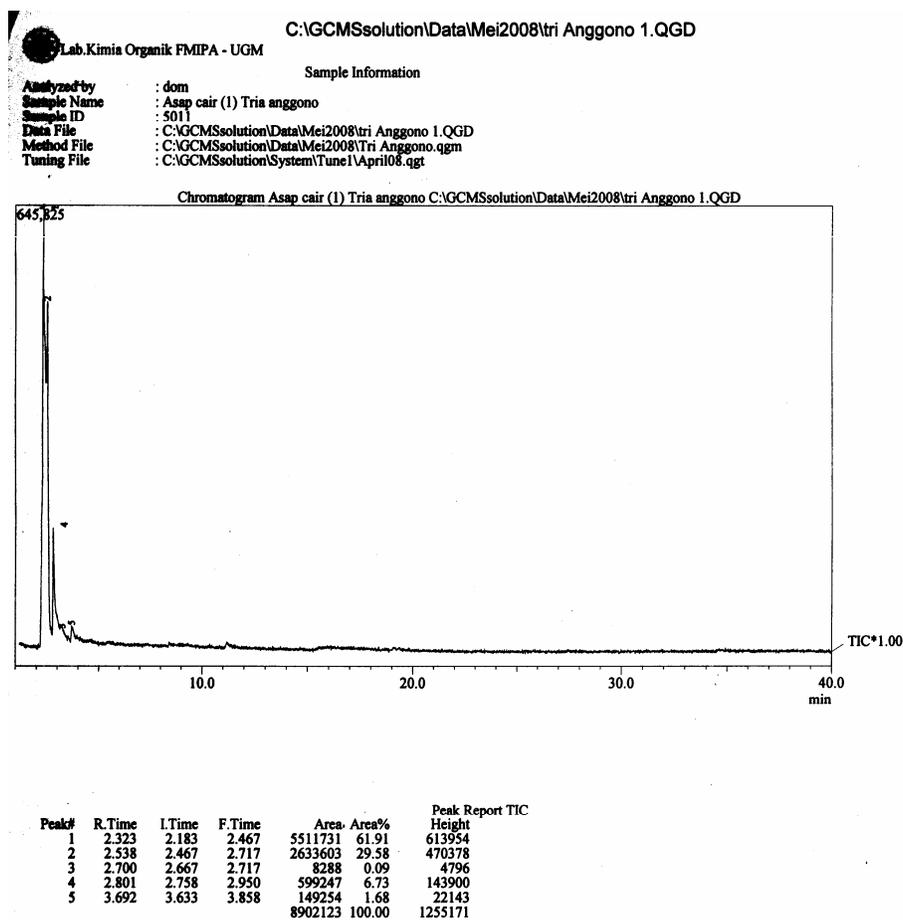
memperpanjang sistem pendingin dan menambahkan es pada sistem pompa agar sistem lebih dingin sehingga asap tersebut dapat terkondensasi juga, hanya saja dengan keterbatasan ruangan yang kurang memungkinkan hal tersebut belum dapat dilakukan.

Setelah dilakukan pengaturan sirkulasi asap yang dihasilkan, asap cair mulai keluar hingga pada suhu optimum tersebut asap cair yang dihasilkan semakin banyak. Furnace dijalankan hingga 2-3 jam sampai asap cair tidak lagi keluar dari kondensat. Asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis tersebut kemudian diukur volumenya menggunakan gelas ukur, kemudian dimasukkan ke dalam botol bahan yang ditutup rapat dan disimpan pada temperatur kamar.

Analisis Dengan GC-MS

Asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis tersebut, masing-masing dimasukkan ke dalam botol dan ditutup rapat untuk dilakukan analisis menggunakan GC-MS untuk diketahui komponen kimia penyusunnya. Pada penelitian ini preparasi dan analisis sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Organik FMIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

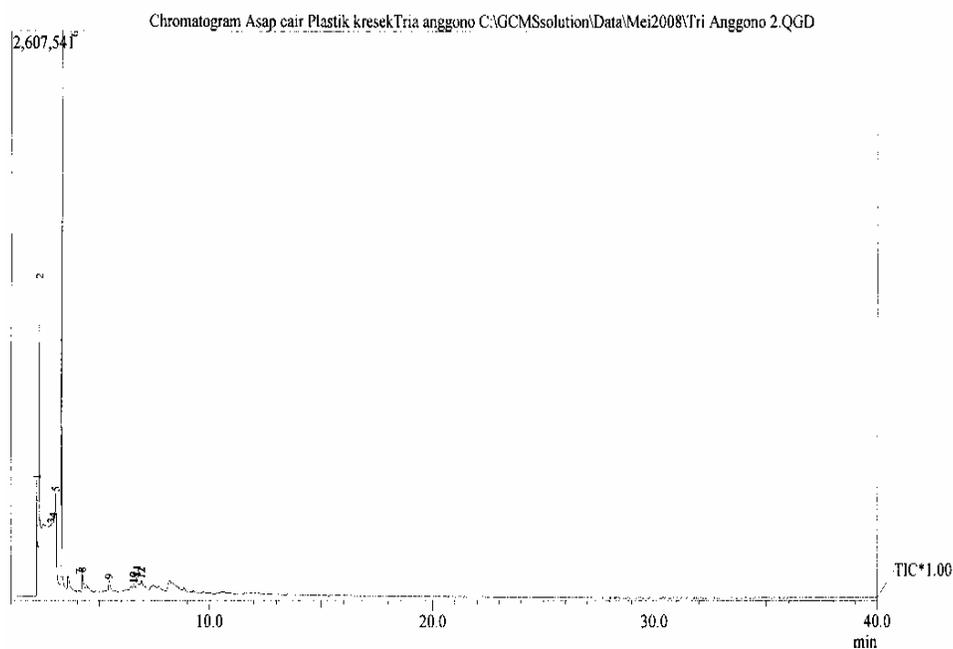
Adapun kromatogram dari kedua sampel dapat terlihat dibawah ini :



Gambar 1. Kromatogram sampel plastik bungkus makanan

Tabel 1. Data Senyawa Kimia Yang Terkandung dalam Sampel Asap Cair Plastik Bungkus Makanan dari Hasil Analisis GC

No.	Peak	% Area	Senyawa Yang Diduga	Rumus
1.	1	61,91	2-propanon/aseton	C ₃ H ₆ O
2.	2	29,58	Asam borat	H ₃ BO ₃
3.	3	0.09	-	-
4.	4	6,73	Asam asetat	C ₂ H ₄ O ₂
5.	5	1,68	Siklopentanon	C ₅ H ₈ O



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Peak Report TIC Height
1	2.176	2.142	2.225	899078	8.20	470606
2	2.283	2.225	2.325	1663739	15.18	1197669
3	2.825	2.817	2.850	42604	0.39	11858
4	2.917	2.850	2.992	1016237	9.27	119079
5	3.040	2.992	3.100	1162368	10.61	347620
6	3.298	3.225	3.425	4924679	44.93	2537218
7	3.578	3.533	3.675	272676	2.49	59557
8	4.237	4.183	4.358	338819	3.09	80986
9	5.448	5.400	5.567	205576	1.88	47265
10	6.558	6.525	6.658	60656	0.55	14019
11	6.709	6.658	6.800	208619	1.90	45073
12	6.923	6.800	7.017	164947	1.50	30111
				10959998	100.00	4961061

Gambar 2. Kromatogram sampah kantong plastik

Tabel 2. Data Senyawa Kimia yang Terandung dalam Sampel Asap Cair Kantong plastik dari Hasil Analisis GC

No.	Peak	% Area	Senyawa Yang Diduga	Rumus
1.	2	15,18	2-hidroksimetil-3-metil-oxiran	C ₄ H ₈ O ₂
2.	5	10,61	Asam asetat	C ₂ H ₄ O ₂
3.	6	44,93	Hidroksiaseton	C ₃ H ₆ O ₂
4.	8	3,09	2-siklopentena	C ₅ H ₆ O
5.	9	1,88	2-butanon/metil etil keton	C ₄ H ₈ O

Dari data hasil analisis GC-MS yang diperoleh, senyawa-senyawa yang terkandung dalam sampel asap cair plastik bungkus makanan antara lain, 2-propanon/aseton, asam borat, asam asetat, dan siklopentanon. Dari senyawa-senyawa tersebut, senyawa-senyawa yang memiliki sifat mudah terbakar di antaranya yaitu aseton dan siklopentanon. Sedangkan senyawa-senyawa yang terkandung dalam sampel asap cair kantong plastik antara lain, 2-hidroksimetil-3-metil-oxirana, asam asetat, hidroksiaseton, 2-siklolopentena dan 2-butanon. Dari senyawa-senyawa tersebut yang bersifat mudah terbakar antara lain yaitu, hidroksiaseton, 2-siklopentena dan 2-butanon.

Sedangkan kandungan senyawa yang umum dihasilkan dari proses pirolisis yang bersifat tidak mudah terbakar adalah asam asetat, senyawa-senyawa ini dimungkinkan terbentuk akibat proses oksidasi didalam sistem pirolisis tersebut, yaitu yang berasal dari senyawa keton yang mudah teroksidasi sehingga menjadi suatu asam. Sebenarnya hal tersebut dapat dicegah dengan mengalirkan gas yang bersifat inert (tidak mudah bereaksi) misalnya gas Nitrogen yang sangat mudah bereaksi dengan adanya oksigen tetapi tidak bereaksi dengan senyawa lain. Hanya saja pada

penelitian ini tidak dilakukan dikarenakan gas tersebut mahal dan perlu dilakukan modifikasi dari instrumen/alat yang digunakan.

Dari komponen/senyawa-senyawa yang terkandung dari asap cair sampel bungkus makanan dan kantong plastik tersebut sangat mungkin dapat digunakan sebagai bahan bakar, karena mempunyai komponen-komponen yang memiliki sifat mudah terbakar. Hanya saja diperlukan proses pemisahan lebih lanjut agar komponen yang memiliki sifat mudah terbakar tersebut dapat diperoleh tanpa kandungan senyawa lain yang tidak bersifat mudah terbakar seperti asam asetat.

Uji Sederhana Asap Cair Untuk Diketahui Kemampuannya Sebagai Bahan Bakar

Pada uji ini dilakukan $\frac{1}{2}$ reaksi dikarenakan masing-masing sampel yang diperoleh tersisa kurang dari 50 mL setelah dikurangi untuk analisis. Perolehan sampel pada penelitian ini terbatas dikarenakan alat (furnace) yang digunakan mengalami kerusakan, sehingga untuk uji sederhana yang dilakukan ini tidak optimal.

Uji sederhana yang dilakukan adalah masing-masing sampel asap cair ditempatkan ke dalam gelas beaker dan ditambahkan dengan Na_2SO_4 anhidrat yang bertujuan untuk mengikat

molekul-molekul air yang terkandung di dalam sampel. Kemudian gelas beaker tersebut ditutup dengan rapat dan didiamkan selama 24 jam agar zat-zat pengotor dalam sampel mengendap dan proses pengikatan air berlangsung optimal. Setelah tahap tersebut selesai kemudian dilakukan penyaringan dan diperoleh endapan coklat kehitaman pada kertas saring yang dihasilkan dari sisa karbon hasil pembakaran.

Tahap berikutnya yaitu menguji asap cair hasil penyaringan menggunakan pembakar Bunsen dengan mencelupkan sumbu hingga meresap dan membasahi keseluruhan dari sumbu tersebut, kemudian menyulutkan sumbu ke sumber api tetapi sumbu belum dapat menyala hanya terjadi letupan-letupan kecil dari air yang masih terkandung dalam sampel. Karena sampel tersebut masih mengandung air, maka dilakukan penambahan kembali dengan Na_2SO_4 anhidrat dengan perlakuan yang sama dengan tujuan agar sampel dapat terpisah dari molekul air. Dari perlakuan tersebut dihasilkan sampel asap cair terpisah dengan terbentuknya dua lapisan pada asap cair tersebut. Kemudian dari asap cair yang terbentuk dua lapisan tersebut, dipisahkan untuk dilakukan pengujian masing-masing lapisan.

Pada lapisan bagian bawah yang berwarna lebih kekuningan dilakukan pengujian dengan cara yang sama, sampel tersebut juga terjadi letupan-letupan kecil dari air yang terkandung di dalam sampel dan tidak dihasilkan nyala. Sedangkan pada lapisan atas yang berwarna lebih jernih dilakukan pengujian menggunakan pembakar Bunsen terjadi letupan-letupan dari air yang masih terkandung dan sampel dapat menyala dengan api yang kecil dan dalam waktu yang sangat singkat. Hal ini dimungkinkan asap cair dapat terbakar hanya saja masih terkandung senyawa-senyawa yang bersifat tidak mudah terbakar yang menyebabkan kecil sekali kemampuan dari asap cair tersebut dapat terbakar, sehingga perlu dilakukan metode pemisahan lain untuk memperoleh senyawa-senyawa yang bersifat mudah terbakar dari asap cair sampah plastik hasil pirolisis tersebut.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini antara lain :

1. Asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis sampah plastik bungkus makanan dan kantong plastik memiliki potensi sebagai bahan bakar cair dengan diketahuinya kandungan komponen/senyawa dari asap cair

- yang dihasilkan melalui hasil analisis GC-MS.
2. Komponen kimia penyusun dari asap cair yang dihasilkan pada sampel sampah plastik bungkus makanan adalah 2-propanon/aseton, asam borat, asam asetat dan siklopentanon.
 3. Komponen kimia penyusun dari asap cair yang dihasilkan pada sampel sampah kantong plastik adalah 2-hidroksimetil-3-metil-oxiran, asam asetat, hidroksiaseton, 2-siklopentena, dan 2-butanon/ metil etil keton.

Wariyanto, A. 2006. *Biogas, Alternatif Pengganti Minyak Tanah*.
<http://www.suaramerdeka.com>
 Diakses tanggal 17 Juli 2007

DAFTAR PUSTAKA

- Farid, H.N. 2002. *Briket Limbah Menghilangkan Sampah*.
<http://www.pikiran-rakyat.com>
 Diakses tanggal 17 Juli 2007
- Haryono, A. 2005. *Bahaya kemasan plastik terhadap kesehatan*.
<http://www.ristek.go.id>
 Diakses tanggal 17 Juli 2007
- Indriasari, L. 2006. *Plastik Untuk Kemasan Makanan*.
<http://www.kompas.com>
 Diakses tanggal 17 Juli 2007
- Justiana, S. 2007. *Minyak Pelumas dari Botol Plastik*.
<http://ironcross.files.wordpress.com/2007/07/>
 Diakses tanggal 14 April 2009
- Sabarodin, A dan Dewanto, A. 1998. *Pembuatan Minyak Bakar dari Sampah Plastik Sebagai Sumber Energi Alternatif*.
 Fakultas Teknik UGM.
 Yogyakarta. Hal 9-12.