

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen



Tempurung kelapa



Alat pembuat asap cair



Kondensor bentuk koil



Kondensor bentuk pipa sejajar atau I



Kondensor bentuk pipa U



Proses pengambilan data

Lampiran 2. Personalia tenaga peneliti beserta kualifikasinya

No	Nama/NIDN	Instansi Asal	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam/minggu)	Uraian Tugas
1	Taufiq Hidayat, ST, MT/ 0023017901	Universitas Muria Kudus	Perancangan dan Manufaktur	5 jam/minggu	<ul style="list-style-type: none"> - Mengkoordinir pelaksanaan penelitian - Survei lapangan - Pembelian bahan dan alat - Pembuatan kondensor - Pengujian alat - Pengambilan data - Pengolahan data - Penyusunan laporan - Publikasi ilmiah
2	Qomaruddin, ST, MT/ 0626097102	Universitas Muria Kudus	Manufaktur	5 jam/minggu	<ul style="list-style-type: none"> - Survei lapangan - Pembelian bahan dan alat - Pembuatan kondensor - Pengujian alat - Pengambilan data - Pengolahan data - Penyusunan laporan

Lampiran 3. Publikasi

Jurnal Simetris Vol.6/No.1/April 2015, ISSN 2252-4983

STUDI EKSPERIMEN PEMILIHAN BIOMASSA UNTUK MEMPRODUKSI GAS ASAP CAIR (*LIQUID SMOKE GASES*) SEBAGAI BAHAN PENGAWET

Sugeng Slamet

Fakultas Teknik , Program studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
E-mail: sugeng_hanun@yahoo.co.id

Taufiq Hidayat

Fakultas Teknik , Program studi Teknik Mesin
Universitas Muria Kudus
E-mail: ophiqhd@gmail.com

ABSTRAK

Pengertian umum asap cair merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan yang banyak mengandung karbon dan senyawa-senyawa lain. Bahan baku yang banyak digunakan untuk membuat asap cair adalah kayu, bongkol kelapa sawit, ampas hasil penggergajian kayu, dan lain-lain. Pembuatan asap cair menggunakan metode pirolisis yaitu peruraian dengan bantuan panas tanpa adanya oksigen atau dengan jumlah oksigen yang terbatas. Biasanya terdapat tiga produk dalam proses pirolisis yakni: gas, *pyrolysis oil*, dan arang, yang mana proporsinya tergantung dari metode pirolisis, karakteristik biomassa dan parameter reaksi.

Metode yang dilakukan diawali dengan melakukan rancang bangun unit pirolisator lengkap dengan perangkat kondensor dengan pipa tembaga tipe spiral untuk memproduksi gas asap cair dari bahan biomassa yang dipilih yaitu tempurung kelapa dan sampah organik. Metode Pirolisis yang merupakan proses reaksi penguraian senyawa-senyawa penyusun kayu keras menjadi beberapa senyawa organik melalui reaksi pembakaran kering pembakaran tanpa oksigen. Reaksi ini berlangsung pada reaktor pirolisator dengan variasi temperatur 150°C, 250°C dan 300°C selama 8 jam pembakaran. Asap hasil pembakaran dikondensasi dengan kondensor yang berupa pipa tembaga melingkar. Hasil dari proses pirolisis diperoleh tiga produk yaitu asap cair, tar, dan arang. Kondensasi dilakukan dengan pipa atau koil melingkar yang dipasang dalam bak pendingin. Air pendingin dapat berasal dari air hujan yang ditampung dalam bak penampungan.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah biomassa tempurung kelapa menghasilkan jumlah senyawa fenol lebih besar 30-33%. Hal ini menunjukkan bahwa pada jenis biomassa ini lebih unggul dalam fungsi sebagai antioksidan, karena kaya akan kandungan senyawa fenol, sehingga lebih optimal dalam hal menghambat kerusakan pangan dengan cara mendonorkan hidrogen. Sedangkan biomassa cangkang kopi pada temperatur 150°C lebih banyak menghasilkan senyawa asam 93%. Kandungan asam efektif dalam mematikan dan menghambat pertumbuhan mikroba pada produk makanan dengan cara senyawa asam itu menembus dinding sel mikroorganisme yang menyebabkan sel mikroorganisme mati peningkatan kapasitas hasil seiring dengan meningkatnya temperatur uap biomassa.

Kata Kunci : Asap cair, pirolisis, kondensasi, pengawet alami, fenol, senyawa asam.

ABSTRACT

General understanding of liquid smoke is a result of condensation of steam distillation or combustion products are directly or not directly from material that contains carbon and other compounds. The raw materials used to make liquid smoke is wood, palm oil hump, sawmill residue results, and others. Making liquid smoke using pyrolysis method is decomposition with the aid of heat in the absence of oxygen or with a limited amount of oxygen. Usually there are three products in the pyrolysis process: gas, *pyrolysis oil*, and charcoal, which is where the proportions depending on the method of pyrolysis, biomass characteristics and parameters of the reaction.

Methods that begin with the design pirolisator unit complete with condenser device with spiral-type copper pipe gas to produce liquid smoke from biomass materials selected in coconut shell and organic waste. Pyrolysis method which is the process of decomposition reaction constituent compounds hardwood into some organic compounds by dry combustion reaction without oxygen combustion. This reaction takes place in the reactor with temperature variation pirolisator 150°C, 250°C and 300°C for 8 hours burning. The smoke of burning condensed by the condenser in the form of a circular copper pipe. The results obtained from the pyrolysis

process three products namely liquid smoke, tar, and charcoal. Condensation is done with a pipe or coiled coil mounted in a cooling bath. Cooling water can come from rain water collected in the tank. The results obtained from this study is coconut shell biomass yield greater amount of phenolic compounds 30-33%. This indicates that the type of biomass is superior in function as an antioxidant, as rich in phenolic compounds, so that more optimal in terms of inhibiting the breakdown of food by way of donating hydrogen. While the biomass at a temperature of 150oC coffee shell produces more acid compounds 93%. Acid content deadly and effective in inhibiting the growth of microbes in food products in a way that acidic compounds penetrate the cell walls of microorganisms that cause cell death microorganisms increased capacity results in with temperature steam biomass increased.

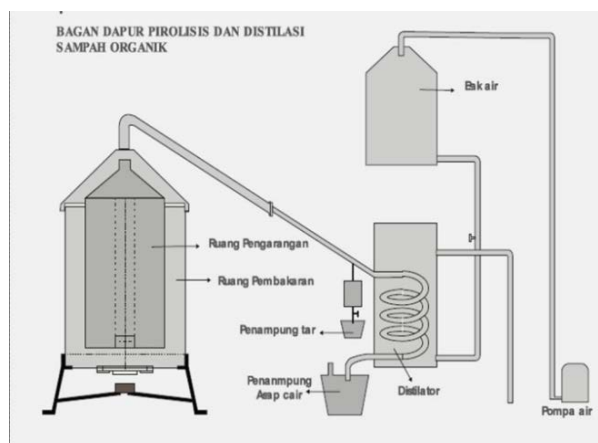
Keywords: Liquid smoke, pyrolysis, condensation, a natural preservative, phenol, acid compounds.

1. PENDAHULUAN

Limbah biomassa yang merupakan bahan organik yang banyak kita jumpai disekeliling kita. Biomassa tersebut belum dapat diambil manfaatnya secara ekonomi sebelum dilakukan proses lanjut/daur ulang. Limbah biomassa merupakan sumber energi dan bahan baku produk lainnya yang cukup besar potensinya untuk diolah lebih lanjut. Beberapa limbah biomassa yang potensial untuk bahan baku adalah tempurung kelapa, sampah organik, jerami, cangkang kopi, cangkang sawit. Hasil olahan dari limbah biomassa tersebut dapat digunakan untuk konversi energi, komposit material, bahan bakar briket, bahan pengawet berupa asap cair dan lainnya (.....).

Pengertian umum asap cair (*liquid smoke*) merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan yang banyak mengandung karbon dan senyawa-senyawa lain (Kamulyan, B., 2008). Bahan baku yang banyak digunakan untuk membuat asap cair adalah tempurung kelapa, kayu, bongkol kelapa sawit, ampas hasil penggergajian kayu, dan biomassa lainnya. Asap cair bisa juga berarti hasil pendinginan dan pencairan asap dari bahan biomassa yang dibakar dalam tabung tertutup. Asap yang semula partikel padat didinginkan dan kemudian menjadi cair itu disebut dengan nama asap cair. Asap cair umumnya digunakan sebagai pengganti teknik pengasapan konvensional.

Pengasapan ikan atau daging dilakukan untuk tujuan pengawetan makanan. Disamping itu juga untuk meningkatkan cita rasa dari makanan itu sendiri. Pembuatan asap cair menggunakan metode pirolisis yaitu penguraian dengan bantuan panas tanpa adanya oksigen atau dengan jumlah oksigen yang terbatas (Yuliyati dkk, 2011). Biasanya terdapat tiga produk dalam proses pirolisis yakni: gas, *pyrolysis oil*, dan arang, yang mana proporsinya tergantung dari metode pirolisis, karakteristik biomassa dan parameter reaksi. Alat pirolisis seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Alat Pirolisis Asap Cair (Hidayat DJ, 2013)

Asap hasil pembakaran dikondensasi dengan kondensator yang didalamnya terdapat pipa berupa koil melingkar yang dipasang dalam bak pendingin. Air pendingin dapat berasal dari air hujan yang ditampung dalam bak penampungan, air sumur, air sungai maupun PDAM.

Adapun permasalahan dari biomassa sebagai rujukan dalam penelitian ini, didasarkan atas berbagai pertimbangan sebagai berikut :

1. Biomassa yang merupakan sumber energi dari bahan dasar organik yang belum banyak dimanfaatkan. Biomassa masih dipandang sebagai limbah atau sampah yang tidak memiliki nilai ekonomis, sehingga

- cenderung dibuang sembarangan. Padahal biomassa dapat ditingkatkan nilainya dengan mengolah menjadi pupuk organik, asap cair dan bahan bakar.
2. Diperlukan peralatan dan teknologi untuk dapat mengolah biomassa menjadi asap cair yaitu pirolisator. Teknologi ini dapat dibuat sesuai skala produksi dan biaya yang ada, sehingga masyarakat dapat melakukan proses pirolisis sebagai bagian dari kegiatan usaha. Proses pengoperasian dari unit pirolisator ini juga tidak sulit termasuk juga proses maintenance/perawatannya.
 3. Temperatur optimal pada pirolisator yang mampu menghasilkan asap cair dalam jumlah yang besar, serta jenis biomassa yang menghasilkan senyawa sebagai bahan pengawet bahan pangan.
- Sedangkan tujuan yang diharapkan dari pengolahan limbah biomassa adalah sebagai berikut :
1. Mendapatkan gas asap melalui teknologi pirolisis dengan cara mengolah bahan biomassa yang ada disekeliling kita.
 2. Mengetahui senyawa yang terkandung dalam gas asap dari jenis biomassa yang dijadikan sampel dalam penelitian ini yaitu : tempurung kelapa dan cangkang kulit kopi.
 3. Mengetahui pengaruh peningkatan temperatur pirolisator terhadap kapasitas gas asap yang dihasilkan serta kandungan dalam gas asap biomassa tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan dalam penelitian ini meliputi :

- a. Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah :
 1. Unit pirolisator yang sudah dilengkapi dengan pengukur temperatur dan tekanan.
 2. Unit kondensor, dengan susunan pipa tipe koil/*helical tube*
 3. Timbangan
 4. Pompa air
 5. Pipa distribusi gas asap
 6. Alat penangkap tar
 7. Alat uji : Simadzu GCMS-TQ 8030
 8. Biomassa : tempurung kelapa dan cangkang kulit kopi
- b. Data teknik mesin penghasil asap cair meliputi :
 1. Alat pirolisator
 - Pirolisator bekerja pada suhu 32°C – 350°C
 - Tabung Pirolisis mampu menahan tekanan kerja 5,3 - 6 bar dengan temperatur maksimal 650°C.
 - Tabung pirolisis dilengkapi stop kran, *pressure gauge*, termometer, dan *safety valve* untuk keperluan analisa.
 - Skala maksimal termometer 400°C dengan jenis termometer bimetal.
 - Skala maksimal *pressure gauge* 10 Kg/cm².
 - *Safety valve* kompresor Shark ukuran 1,5 – 2 HP.
 - Material tabung pirolisis baja tahan karat 201 (*Stainless Steel* 201) dengan tebal 1,8 mm.
 2. Pipa distribusi uap
 - Koefisien tahanan (K) pada pipa distribusi sebesar 11,342
 - Jenis pipa penghubung yang digunakan adalah baja krom-nikel; diameter dalam = 19,05 mm, diameter luar = 20,25 mm dan tebal pipa= 0,6 mm
 - Jenis aliran yang melalui pipa laminar.
 - Kecepatan alir gas asap 1,516 m/s
 - Panjang pipa penghubung pirolisator-kondensor adalah 1,52 meter.
 3. Kondensor
 - Tabung kondensor bahan stainless steel.
 - Pipa kondensor menggunakan pipa tembaga dengan diameter ½ inchi.
 - Panjang total pipa kondensor 6 m

Biomassa yang digunakan terdiri dari 2 macam, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2. Alat penghasil asap cair ditunjukkan pada gambar 3.



(a) (b)
Gambar 2. Limbah biomassa (a) tempurung kelapa (b) cangkang kulit kopi



(a) (b)
Gambar 3. Perangkat penghasil asap cair (a) pirolisator (b) kondensor

c. Proses pembuatan asap cair

1. Sebelum dimasukkan ke reaktor pirolisis, biomassa tempurung kelapa dibersihkan dari kotoran dan sabut yang tertinggal. Kemudian tempurung kelapa dipecah menjadi beberapa bagian agar luas permukaan pembakaran menjadi lebih luas sehingga proses dapat berjalan lebih cepat.
2. Selanjutnya dilakukan pengeringan dengan cara penjemuran, untuk mengurangi kadar air pada tempurung kelapa.
3. Kemudian dilanjutkan dengan metode Pirolisis yang merupakan proses reaksi penguraian senyawa-senyawa penyusun kayu keras menjadi beberapa senyawa organik melalui reaksi pembakaran kering pembakaran tanpa oksigen. Reaksi ini berlangsung pada reaktor pirolisator yang bekerja pada temperatur 150-300°C selama 8 jam pembakaran.
4. Asap hasil pembakaran dikondensasi dengan kondensor yang berupa koil melingkar. Hasil dari proses pirolisis diperoleh tiga produk yaitu asap cair, tar, dan arang. Kondensasi dilakukan dengan pipa tembaga berdiameter 10 mm yang dipasang dalam bak pendingin. Air pendingin menggunakan air sumur.
5. Asap hasil pembakaran biomassa dialirkan melalui pipa-pipa kecil atau *tube* dalam kondensor. Sedangkan air pendingin dialirkan di bagian luarnya atau didalam *shell* menggunakan sebuah pompa air. Parameter yang diukur adalah kapasitas hasil pirolisis asap cair. Hasil asap cair ditampung dalam sebuah bejana yang kemudian bisa di ketahui volumenya. Kapasitas hasil dihitung per satuan waktu.
6. Hal yang sama dilakukan pada biomassa cangkang kulit kopi.

Data yang sudah didapatkan, selanjutnya akan dianalisa untuk mengetahui sejauhmana unjuk kerja unit pirolisator penghasil gas asap cair terhadap bahan baku dari biomassa tempurung kelapa dan cangkang kulit kopi dengan variabel bebasnya adalah temperatur. Selanjutnya unjuk kerja unit pirolisator dapat ditentukan dengan melihat peningkatan kapasitas hasil dengan pendekatan empiris sebagai berikut :

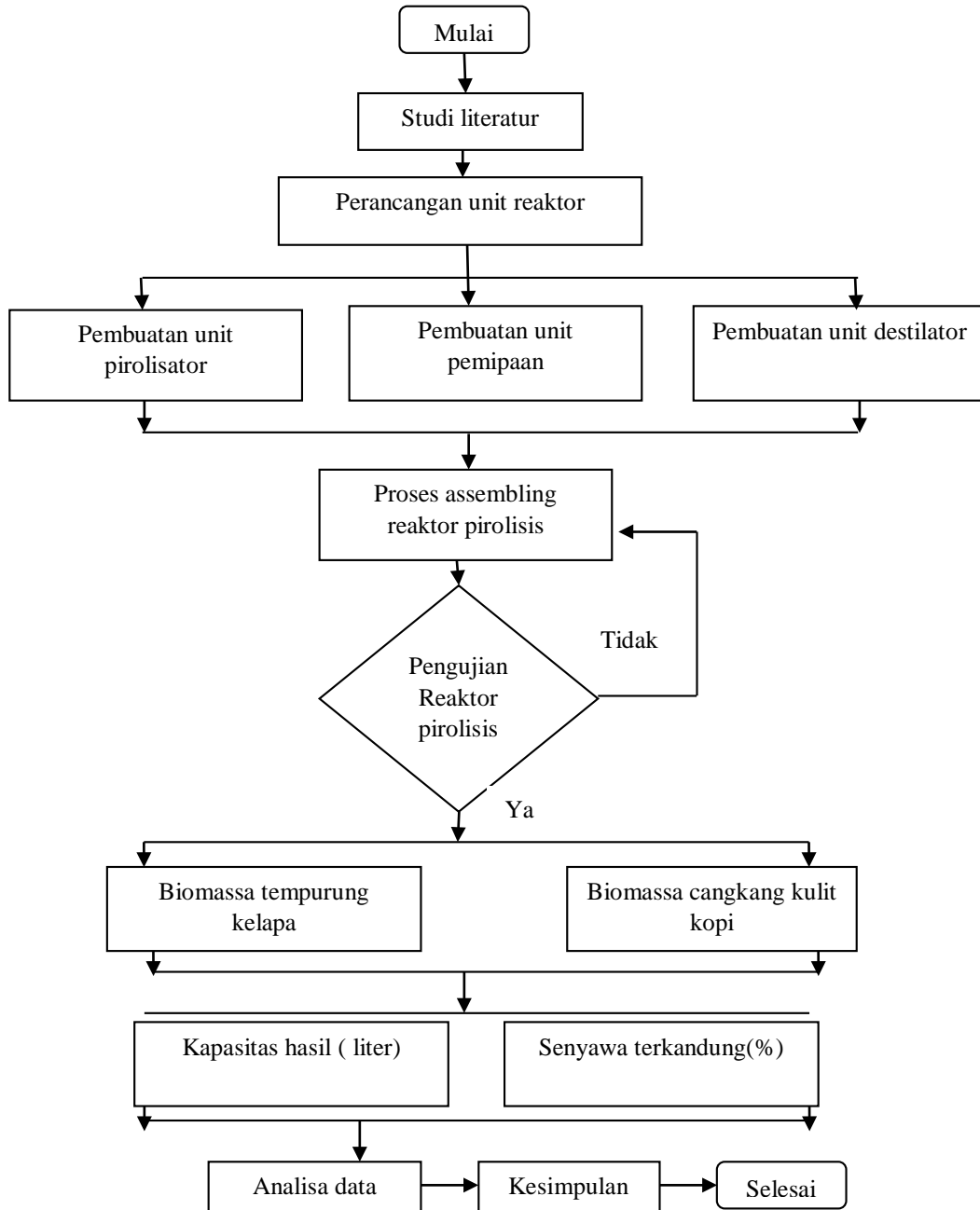
$$\% = \frac{W_2 - W_1}{W_2} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

W_2 = berat awal (kg, liter)

W_1 = berat (kg, liter)

Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini sebagaimana ditunjukkan dalam diagram alir gambar 4.



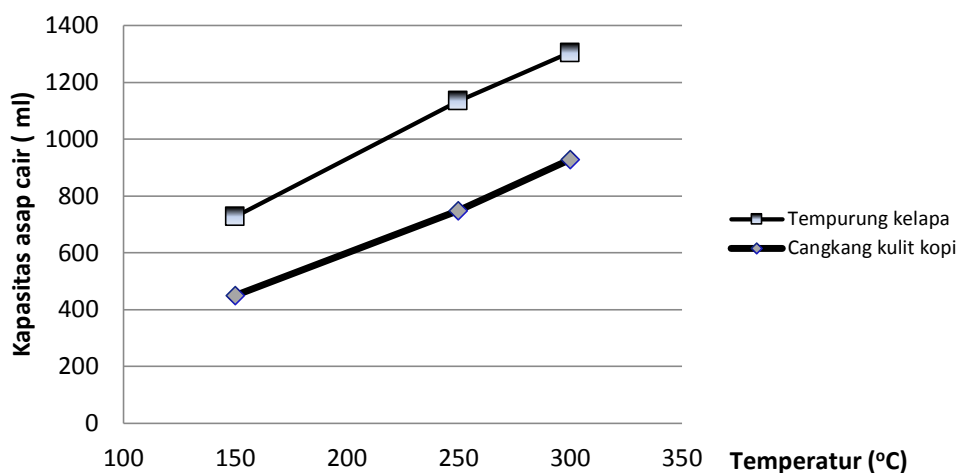
Gambar 4. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari hasil pengujian pada 2 biomassa penghasil gas asap cair dengan menggunakan metode pirolisis diperoleh data ditampilkan pada tabel 1 dan gambar 5 sebagai berikut:

Tabel 1. Kapasitas hasil (liter) gas asap cair

Kapasitas Hasil asap cair terhadap temperatur pirolisis (ml)			
	150°C	250°C	300°C
Tempurung kelapa	728	1135	1305
	727	1133	1303
	724	1130	1300
Rerata	726,33	1132,67	1302,67
Cangkang kulit kopi	445	750	960
	450	749	959
	456	748	869
rerata	450,33	749	929,33

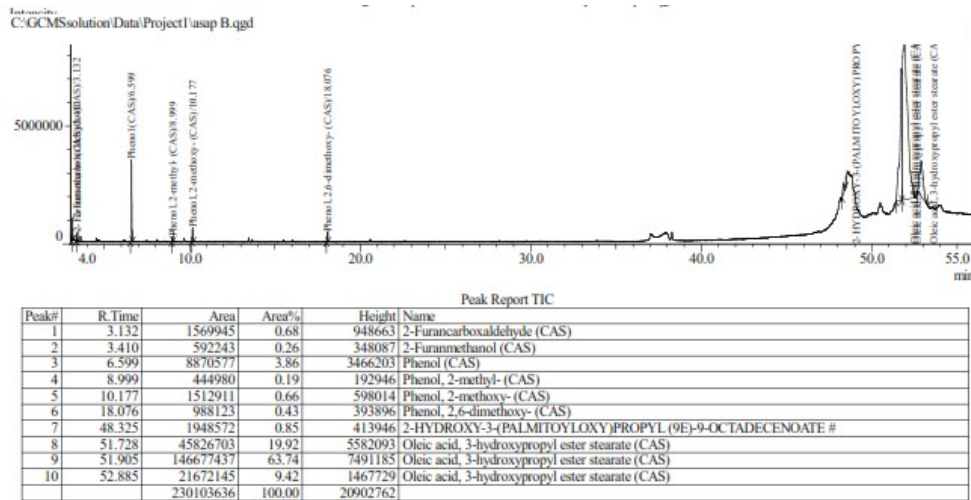


Gambar 5. Grafik kapasitas asap cair biomassa terhadap perlakuan temperatur

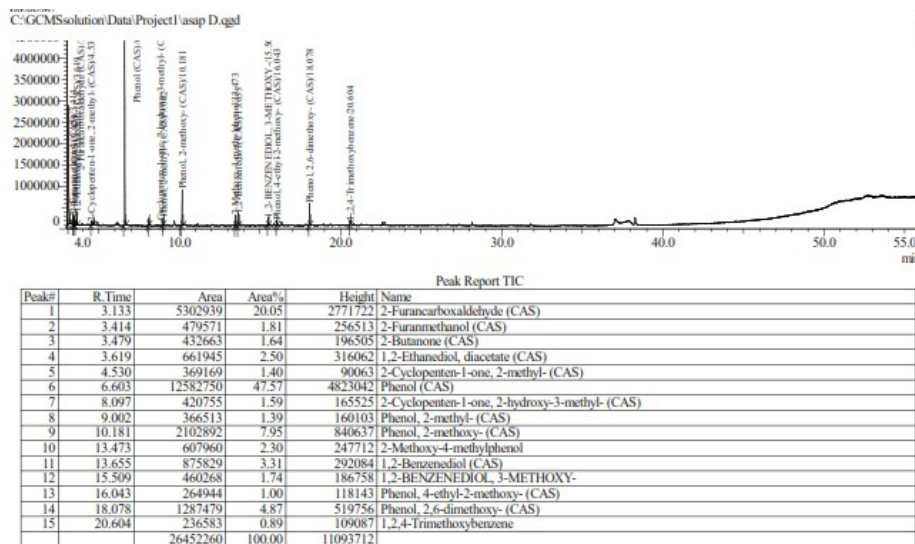
Tabel 2. Kandungan senyawa (%) gas asap cair

Jenis Biomassa	Temperatur operasi °C	Kandungan mayor senyawa dalam asap cair (%)		
		Fenol	Furan	Senyawa asam
Tempurung kelapa	150	62,78	25,98	10,31
	250	67,19	20,94	10,89
	300	72,56	15,86	11,05
Cangkang kulit kopi	150	5,14	0,94	93,08
	250	42,42	-	57,58
	300	50,86	-	48,67

Tabel 2 tersebut diatas merupakan data kandungan yang dominan, diperoleh melalui pengujian chromatografi pada sampel sebanyak 100 gram asap cair dengan alat uji Simadzu GCMS-TQ 8030 di Laboratorium teknik kimia Universitas Diponegoro Semarang, gambar 6 dan 7 menunjukkan salah satu hasil pengujian chromatografi pada temperatur 150°C.



Gambar 6. Cromatogram asap cangkang kulit kopi temperatur 150°C.



Gambar 7. Cromatogram asap tempurung kelapa temperatur 150°C.

Reaktor pirolisator sangat dipengaruhi oleh jenis biomassa, temperatur pembakaran serta tipe destilator yang berfungsi mengubah fase uap menjadi fase cair. Dari hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa biomassa tempurung kelapa yang mempunyai struktur kayu keras pada temperatur yang sama menghasilkan senyawa fenol 30-33% yang lebih banyak dibandingkan dengan biomassa cangkang kulit kopi. Sedangkan biomassa cangkang kopi pada temperatur 150°C lebih banyak menghasilkan senyawa asam 93%. Senyawa asam ini menunjukkan perbandingan terbalik dengan variabel temperatur, dimana ketika temperatur gas asap dinaikkan senyawa asam menurun dan senyawa fenolnya meningkat. Kenaikan senyawa fenol yang sangat signifikan terjadi pada temperatur 250°C sebesar 85%. Senyawa fenol mempunyai fungsi sebagai antioksidan sehingga lebih optimal dalam hal menghambat kerusakan pangan dengan cara mendonorkan hidrogen sebagai bahan pengawet. Sedangkan kandungan asam efektif dalam mematikan dan menghambat pertumbuhan mikroba pada produk makanan dengan cara senyawa asam itu menembus dinding sel mikroorganisme yang menyebabkan sel mikroorganisme mati.

Tabel 3 menunjukkan terjadi peningkatan kapasitas hasil seiring dengan meningkatnya temperatur uap biomassa.

Tabel 3. Peningkatan kapasitas hasil

Jenis biomassa	Peningkatan Kapasitas Hasil (%)	
	150°C - 250 °C	250°C - 300 °C
Tempurung kelapa	35,87	13,07
Cangkang kulit kopi	39,88	19,40

4. KESIMPULAN

Pirolisator merupakan unit reaktor untuk memproduksi gas asap cair, dengan prinsip kerja utama adalah mengubah fase gas asap yang dihasilkan dari pembakaran biomassa menjadi fase cair asap tersebut. Kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan penelitian ini adalah :

1. Jenis biomassa sangat mempengaruhi unjuk kerja pirolisator dimana biomassa tempurung kelapa menghasilkan kapasitas hasil (ml) asap cair lebih banyak dibandingkan biomassa cangkang kulit kopi.
2. Unit pirolisator dapat bekerja sempurna, dimana senyawa kimia yang terkandung dalam biomassa dapat terurai sekaligus mampu menangkap senyawa tas pada asap yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia.
3. Kandungan senyawa kimia asap cair pada kedua jenis biomassa didominasi senyawa fenol, furan dan senyawa asam. Senyawa ini merupakan zat pengawet untuk bahan pangan maupun non pangan melalui proses lanjut.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

1. Rektor Universitas Muria Kudus
2. Ka. Lemlit Universitas Muria Kudus
3. Tim inovasi dan kreatifitas teknologi mahasiswa teknik mesin Universitas Muria Kudus.
4. Laboratorium teknik mesin UMK dan Laboratorium kimia terpadu Undip Semarang.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, DJ., 2013. *Pembuatan Asap Cair Dengan Metoda Pirolisis Sebagai Bahan Pengawet Makanan*, IPB, Bogor.
- Kamulyan, B., 2008. *Isolasi Bahan Bakar(Biofuels) dari Tar-asap cair hasil pirolisis tempurung kelapa*, Tesis, FMIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yuliwati, E., Santoso, B., 2011. *Studi Pendahuluan dan Pemilihan Bahan Alat Pembuat asap Cair dari Bahan Baku Tempurung Kelapa*. Fakultas Teknik, Universitas Bina Darma.

**ANALISA PENGARUH TEMPERATUR PIROLISIS
DAN BAHAN BIOMASSA TERHADAP KAPASITAS HASIL
PADA ALAT PEMBUAT ASAP CAIR**

Taufiq Hidayat*, Qomaruddin¹

*Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
Gondangmanis, Bae, PO.BOX 53, Kudus

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
Gondangmanis, Bae, PO.BOX 53, Kudus

*Email: ophiqhd@gmail.com

Abstrak

Pengertian umum asap cair (liquid smoke) merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan yang banyak mengandung karbon dan senyawa-senyawa lain. Bahan baku yang banyak digunakan untuk membuat asap cair adalah tempurung kelapa, cangkang kopi, kayu, bongkol kelapa sawit, ampas hasil penggergajian kayu, dan lain-lain. Pembuatan asap cair menggunakan metode pirolisis yaitu peruraian dengan bantuan panas tanpa adanya oksigen atau dengan jumlah oksigen yang terbatas. Biasanya terdapat tiga produk dalam proses pirolisis yakni: gas, pyrolisis oil, dan arang, yang mana proporsinya tergantung dari metode pirolisis, karakteristik biomassa dan parameter reaksi.

Asap hasil pembakaran dikondensasi dengan kondensor yang berupa koil melingkar yang dipasang dalam bak pendingin. Pada prinsipnya desain kondensor sama dengan desain heat exchanger. Efisiensi kondensor sangat tergantung pada luas permukaan pendinginan, debit air pendingin, dan perbedaan temperatur antara air pendingin dan gas/asap. Kondensor yang digunakan sangat sederhana yaitu berupa koil yang dicelupkan dalam air pendingin.

Penelitian dilakukan dengan variasi temperatur pirolisis yaitu 150°C dan 250°C. Biomassa yang digunakan adalah tempurung kelapa dan cangkang kopi. Pengujian dilakukan pada kapasitas hasil asap cair dan komposisi kimia dari asap cair yang dihasilkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada temperatur 250°C dengan biomassa cangkang kopi menghasilkan asap cair rata-rata sebanyak 763 ml, sedangkan biomassa tempurung kelapa menghasilkan rata-rata 1128,6 ml. Pada temperatur 150°C untuk biomassa cangkang kopi menghasilkan rata-rata 239,4 ml asap cair, sedangkan biomassa tempurung kelapa menghasilkan rata-rata 723,4 ml asap cair. Untuk komposisi hasil asap cair yang paling baik adalah dari biomassa tempurung kelapa.

Kata kunci: *asap cair, pirolisis, tempurung kelapa, cangkang kopi.*

1. PENDAHULUAN

Asap cair merupakan suatu hasil kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya. Asap cair bisa juga berarti hasil pendinginan dan pencairan asap dari tempurung kelapa yang dibakar dalam tabung tertutup. Asap yang semula partikel padat didinginkan dan kemudian menjadi cair itu disebut dengan nama asap cair.

Kamulyan, B., 2008, *Liquid Smoke* atau lebih dikenal sebagai asap cair merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung karbon serta senyawa – senyawa lain, bahan baku yang banyak digunakan sekarang ini adalah kayu, bongkol kelapa sawit, ampas hasil penggergajian kayu. Tetapi yang umumnya asap cair itu sendiri telah dikenal oleh beberapa negara seperti Jepang yang dibuat untuk bahan sebelum menggoreng ataupun memanggang daging. Dilihat dari unsur-unsur senyawa penyusun asap cair, unsur fenol yang biasanya banyak dikandung oleh asap cair tersebut, fenol digunakan sebagai salah satu senyawa pembersih lantai dan desinfektan. Pada industri karet fenol digunakan untuk meningkatkan kualitas karet baik itu di tingkat petani ataupun di pabrik karetnya, disamping itu menghilangkan bau tak sedap yang dihasilkan pada proses pengolahannya

menjadi crumb rubber. Sedangkan Huda Triyudanto, 2007, mengatakan bahwa asap cair merupakan campuran larutan dari disperse asap kayu dalam air yang dibuat dengan proses kondensasi asap hasil pirolisis kayu.

Cara yang paling umum untuk menghasilkan asap pada proses pengasapan makanan adalah dengan membakar serbuk gergaji kayu keras dalam satu tempat yang disebut alat pembangkit asap, kemudian asap tersebut dialirkan ke rumah asap dalam kondisi sirkulasi udara dan temperatur yang terkontrol. Produksi asap cair merupakan hasil pembakaran tidak sempurna yang mengakibatkan reaksi dekomposisi karena pengaruh panas, kondensasi dan polimerisasi (Harinen, S, 2004).

Untuk menghasilkan asap yang baik pada saat pembakaran adalah dengan menggunakan jenis kayu keras seperti kayu bakar, serbuk kayu jati dan tempurung kelapa. Komposisi tempurung yang terdiri dari hemiselulosa, selulosa dan lignin akan teroksidasi menjadi fenol yang merupakan kandungan utama dalam asap cair yang merupakan bahan absorpsi yang kegunaannya adalah sebagai berikut:

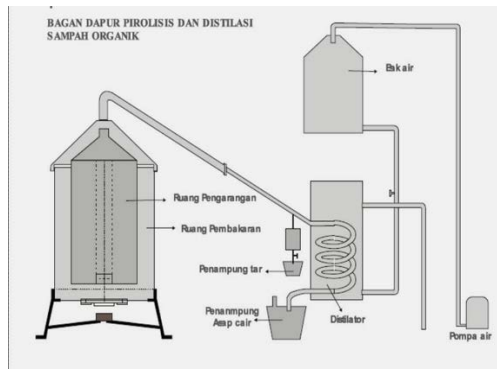
5. Asap cair dari bahan limbah tempurung kelapa dapat digunakan proses pengawetan kulit mentah.
6. Asap cair dapat menggantikan obat – obatan kimia sebagai anti bakteri/jamur.
7. Pemberian obat anti bakteri/jamur dapat digantikan dengan pemberian asap cair.
8. Dengan menggunakan asap cair sebagai pengganti bahan kimia anti bakteri/jamur, maka akan dapat mengurangi sebagian pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh penggunaan bahan kimia yang tidak ramah lingkungan dalam proses pengawetan kulit.

Asap memiliki kemampuan untuk mengawetkan bahan makanan karena adanya senyawa asam, fenol dan karbonil. Seperti yang dilaporkan Darmaji dkk, 2007 bahwa pirolisis tempurung kelapa menghasilkan asap cair yang mengandung senyawa fenol sebesar 4,13 %, karbonil 11,3% dan senyawa asam 10,2%. Negara Amerika Serikat telah menggunakan asap cair ini untuk pengawetan daging, unggas dan ikan, dimana asap cair yang digunakan telah mengalami proses penyaringan dan pemisahan senyawa tar.

Proses pembuatan asap cair melalui proses pirolisis dan destilasi. Pirolisis adalah proses pemanasan suatu zat dengan oksigen terbatas sehingga terjadi penguraian komponen-komponen penyusun kayu keras (Yaman, S., 2004). Pada proses pirolisis energi panas mendorong terjadinya oksidasi sehingga molekul karbon yang kompleks terurai sebagian besar menjadi karbon atau arang. Istilah lain dari pirolisis adalah destructive distillation atau destilasi kering, dimana merupakan suatu proses yang tidak teratur dari bahan-bahan organik disebabkan oleh pemanasan yang tidak berhubungan dengan udara luar. Distilasi adalah suatu cara pemisahan larutan dengan menggunakan panas sebagai pemisah atau “separating agent” (Yaman, S., 2004). Jika larutan yang terdiri dari dua buah komponen yang cukup mudah menguap, misalnya larutan benzena-toluena, larutan n-Heptan dan n-Heksan dan larutan lain yang sejenis dididihkan, maka fase uap yang terbentuk akan mengandung komponen yang lebih menguap dalam jumlah yang relatif lebih banyak dibandingkan dengan fase cair. Jadi ada perbedaan komposisi antara fase cair dan fase uap, dan hal ini merupakan syarat utama supaya pemisahan dengan distilasi dapat dilakukan. Kalau komposisi fase uap sama dengan komposisi fase cair, maka pemisahan dengan jalan distilasi tidak dapat dilakukan.

Erna Yuliwati dan Budi Santoso pada tahun 2011 membuat penelitian dengan judul “Studi Pendahuluan Dan Pemilihan Bahan Alat Pembuat Asap Cair Dari Bahan Baku Tempurung Kelapa”. Mereka menyatakan bahwa tempurung sebagai limbah pembuatan minyak kelapa dapat disebut sebagai salah satu biomass. Asap cair yang dihasilkan dari sabut kelapa perlu proses lanjutan karena mengandung kadar benzopiriena yang mengandung racun lebih tinggi sehingga asap cair dari sabut kelapa belum layak digunakan. Efektifitas pengawetan asap cair adalah 5 hari dengan penambahan es pada produk asap. Baja tahan-karat menjadi pilihan yang terbaik karena bahan tersebut tahan terhadap korosi, tidak berkarat dan menghantar panas yang baik.

Bagian atau unit yang melakukan proses kondensasi disebut kondensor. Bagian ini terletak dalam destilator. Umumnya kondensor ini masih konvensional berbentuk koil pipa melingkar yang dicelupkan dalam bak air seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Alat Pirolisis Asap Cair (Hidayat, DJ, 2013)

2. METODOLOGI

Penelitian diawali dengan pembuatan alat pirolisis asap cair dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Pirolisator bekerja pada suhu 32°C – 350°C
- Tabung Pirolisis mampu menahan tekanan kerja 5,3-6 bar dengan temperatur maksimal 650°C.
- Tabung pirolisis dilengkapi stop kran, *pressure gauge*, termometer, dan *safety valve* untuk keperluan analisa.
- Skala maksimal termometer 400°C dengan jenis termometer bimetal.
- Skala maksimal *pressure gauge* 10 Kg/cm².
- *Safety valve* kompresor ukuran 1,5 – 2 HP.
- Material tabung pirolisis baja tahan karat 201 (*Stainless Steel 201*) dengan tebal 1,8 mm.
- Jenis pipa penghubung yang digunakan adalah baja krom-nikel; diameter dalam = 19,05 mm, diameter luar = 20,25 mm dan tebal pipa= 0,6 mm
- Panjang pipa penghubung pirolisator-kondensor adalah 1,52 meter.
- Tabung kondensor bahan stainless steel.
- Pipa kondensor menggunakan pipa tembaga dengan diameter ½ inchi.
- Panjang total pipa kondensor 6 m.
- Pompa air pendingin.

Alat pirolisator ditunjukkan seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Pirolisator asap cair

Proses pembuatan asap cair

7. Sebelum dimasukkan ke reaktor pirolisis, biomassa tempurung kelapa dibersihkan dari kotoran dan sabut yang tertinggal. Kemudian tempurung kelapa dipecah menjadi beberapa bagian agar luas permukaan pembakaran menjadi lebih luas sehingga proses dapat berjalan lebih cepat.
8. Selanjutnya dilakukan pengeringan dengan cara penjemuran, untuk mengurangi kadar air pada tempurung kelapa.
9. Kemudian dilanjutkan dengan metode Pirolisis yang merupakan proses reaksi penguraian senyawa-senyawa penyusun kayu keras menjadi beberapa senyawa organik melalui reaksi

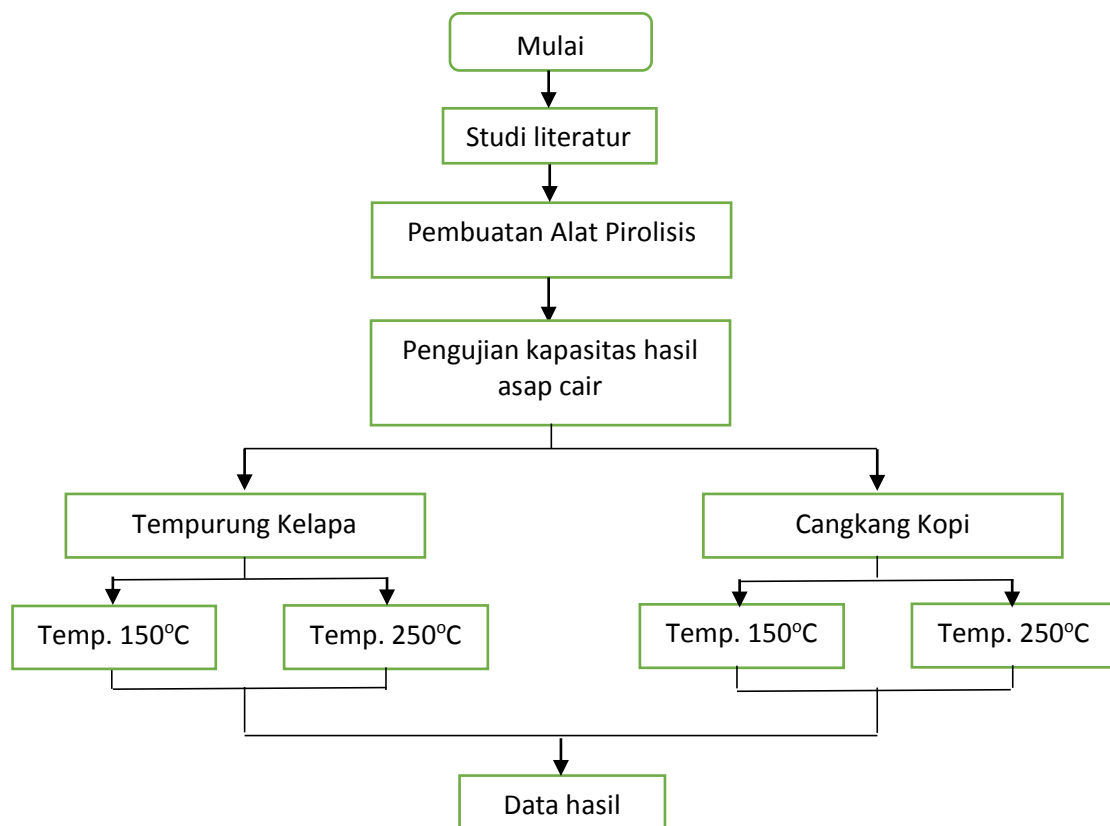
pembakaran kering pembakaran tanpa oksigen. Reaksi ini berlangsung pada reaktor pirolisator yang bekerja pada temperatur 150 dan 250°C selama 8 jam pembakaran.

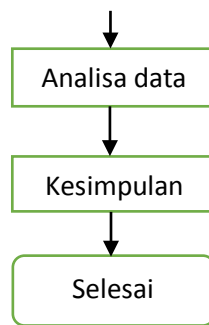
10. Asap hasil pembakaran dikondensasi dengan kondensor yang berupa koil melingkar. Hasil dari proses pirolisis diperoleh tiga produk yaitu asap cair, tar, dan arang. Kondensasi dilakukan dengan pipa tembaga yang dipasang dalam bak pendingin. Air pendingin menggunakan air sumur.
11. Asap hasil pembakaran biomassa dialirkan melalui pipa-pipa kecil atau *tube* dalam kondensor. Sedangkan air pendingin dialirkan di bagian luarnya atau didalam *shell* menggunakan sebuah pompa air. Parameter yang diukur adalah kapasitas hasil pirolisis asap cair. Hasil asap cair ditampung dalam sebuah bejana yang kemudian bisa di ketahui volumenya.
12. Hal yang sama dilakukan pada biomassa cangkang kulit kopi.
13. Biomassa yang digunakan terdiri dari 2 macam, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Biomassa (a)tempurung kelapa (b)cangkang kopi

Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini sebagaimana ditunjukkan dalam diagram alir gambar 4.





Gambar 4. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil asap cair ditampung dalam sebuah botol seperti gambar 5.



Gambar 5. Hasil asap cair

Data pengujian hasil asap cair pada mesin penghasil asap cair dengan memasukkan berat tempurung kelapa dan cangkang kopi masing-masing sebesar 5 kg pada temperatur suhu yang berbeda maka didapat data seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Kapasitas asap cair

Jenis Biomassa	Kapasitas hasil asap cair yang didapat (ml)	
	Temperatur 150 ⁰ C	Temperatur 250 ⁰ C
Tempurung kelapa	728	1135
	727	1133
	724	1130
	718	1119
	720	1126
Rata-rata	723,4	1128,6
Cangkang kopi	240	750
	239	749
	238	747
	230	738
	250	763
Rata-rata	239,4	749,4

Dari hasil kapasitas yang dihasilkan kenaikan kapasitas pada biomassa tempurung kelapa sebesar 56%, sedangkan pada biomassa cangkang kopi kenaikan sebesar 213%. Kenaikan sangat signifikan terjadi pada biomassa cangkang kopi, hal ini dimungkinkan karena cangkang kopi

memerlukan temperatur yang lebih tinggi untuk terbakar sempurna dibandingkan dengan tempurung kelapa.

Data hasil pengujian kandungan senyawa terhadap jenis biomassa dan temperatur yang digunakan ditunjukkan pada tabel 2, pengujian dilaksanakan di lab Fakultas MIPA UNDIP Semarang.

Tabel 2. Kandungan senyawa dalam asap cair

Jenis biomassa dan temperatur		Kandungan senyawa (%)		
		Fenol	Furan	Senyawa Asam
Tempurung kelapa	150°C	62,78	26,91	10,31
	250°C	68,19	20,94	10,89
Cangkang kopi	150°C	5,14	0,94	93,93
	250°C	42,42	-	57,58

Senyawa fenol berperan sebagai antioksidan yang dapat memperpanjang umur simpan produk yang diasap. Senyawa fenol yang terdapat dalam asap cair umumnya senyawa aromatic yang tersusun dari cincin benzene dengan sejumlah gugus hidroksil yang terikat. Senyawa ini juga dapat mengikat gugus lain seperti asam, ester, aldehida dan keton.

Senyawa asam memberi peranan sebagai anti bakteri dan pembentuk cita rasa produk asap. Cita rasa ini antara lain asam asetat, butirrat, valerat dan propionate.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur pirolisator sangat berpengaruh terhadap hasil asap cair. Kenaikan hasil asap cair dari temperatur 150°C ke 250°C pada biomassa tempurung kelapa sebesar 56% dan pada biomassa cangkang kopi sebesar 213%. Kapasitas terbanyak dihasilkan oleh biomassa tempurung kelapa pada temperatur 250°C yaitu sebesar 1128,6 ml. Kandungan senyawa fenol paling banyak dihasilkan oleh biomassa tempurung kelapa pada temperatur 250°C yaitu sebanyak 68,19%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih yang sebesar-besarnya kami tujukan kepada DIKTI yang telah membiayai penelitian ini melalui skim Penelitian Dosen Pemula. Dan tidak lupa kami ucapkan terimakasih yang sebanyak-banyaknya kepada Universitas Wahid Hasyim yang telah menerima artikel ilmiah kami dan menyajikannya pada Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-6 tahun 2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Harinen, S. , 2004, "Analysis of The Top Phase Fraction of Wood Pyrolysis Liquids", Master Thesis, Laboratory of Applied Chemistry, Department of Chemistri, University of Jyvaskyla.
- Hidayat, DJ., 2013, "Pembuatan Asap Cair Dengan Metoda Pirolisis Sebagai Bahan Pengawet Makanan".
- Kamulyan, B., 2008, Isolasi Bahan Bakar(Biofuels) dari Tar-asap cair hasil pirolisis tempurung kelapa, Tesis, FMIPA, Universitas Gadjah Mada. Sembawa.
- Triyudianto, H., Darmaji, P., 2007, "Pembuatan Asap Cair dari tempurung kelapa Sawit", Jurusan teknologi pangan dan hasil pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada.
- Yaman, S., 2004, "Pyrolysis of biomass to produce fuels and chemical Feedstocks", Energy Conversion and Management, 45, 651–671.
- Yuliwati, E., Santoso, B., 2011, "Studi Pendahuluan dan Pemilihan Bahan Alat Pembuat asap Cair dari Bahan Baku Tempurung Kelapa". Fakultas Teknik, Universitas Binadarma.