

Perbandingan Karakteristik Asap Cair Pada Berbagai Grade Dari Pirolisis Batubara

Rendi Yuli Saputra¹, M. Naswir², dan Hadistya Suryadri³

^{1,3}Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jambi, Muaro Jambi, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi, Muaro Jambi, Indonesia

Email: rendiyulisaputra60@gmail.com, m.naswir@yahoo.com, hadistya.suryadri@gmail.com

Info Artikel

Diterima: 12 Maret 2020

Disetujui: 19 Desember 2020

Dipublikasikan: 30 Desember 2020

Alamat Korespondensi:

hadistya.suryadri@gmail.com

Copyright © 2020 Jurnal Engineering

This work is licensed under the Creative Commons Attribution

International License (CC BY 4.0).

Abstrak

Asap cair yang dibuat dari proses pirolisis batubara jenis *sub-bituminous* dilakukan pada temperatur 280-300°C dengan waktu pirolisis selama 4,5 jam. Selanjutnya dilakukan 2 jenis pemurnian yaitu metode distilasi dan adsorpsi untuk menentukan metode yang paling efektif dalam mendapatkan asap cair *grade 1*, *grade 2* dan *grade 3*. Diketahui bahwa distilasi merupakan metode yang paling efektif dimana pada proses ini didapatkan persen yield pada *grade 3* sebesar 92,5%, *grade 2* sebesar 92% dan *grade 1* sebesar 97,22%. Hal ini dibuktikan pula dengan analisis menggunakan GC-MS didapatkan bahwa asap cair batubara memiliki kadar asam asetat dan kadar fenol yang tinggi dan kandungan senyawa-senyawa ini berperan penting pada proses pengawetan dan antimikroba.

Kata kunci: Asap Cair; Batubara; Pirolisis

Abstract :

Liquid smoke which is made from sub-bituminous coal pyrolysis is carried out at 280-300°C for 4,5 hours. The methods for purification liquid smoke are distillation and adsorption. Both methods were carried out to be selected the most effective way to obtain 1st grade, 2nd grade and 3rd grade of liquid smoke. It was found that % yield 3rd grade of liquid smoke is 92,5%, % yield of 2nd grade of liquid smoke is 92% and % yield for grade 1st of liquid smoke is 97,22%. GC-MS analysis results that liquid coal smoke has high levels of acetic acid and phenol content. These compounds plays an important role for preservation food and antimicrobial application.

Keywords: *Liquid Smoke, Coal, Pyrolysis*

1. Pendahuluan

Asap cair merupakan hasil kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran yang dapat diperoleh melalui proses pirolisis dari bahan yang mengandung komponen selulosa, senyawa asam, hemiselulosa dan lignin. Asap cair ini kemudian dimurnikan untuk memisahkan senyawa-senyawa kimia yang tidak diinginkan, misalnya senyawa tar yang tidak larut, dengan menggunakan asam piroglinat (Wijaya, 2008) atau dapat juga dilakukan pemurnian menggunakan distilasi dan atau adsorpsi, sehingga asap cair dapat dikelompokkan menjadi *grade 1*, *grade 2* dan *3* yang memiliki fungsi khusus (Fachraniah & Rahmi, 2009; Sari, dkk., 2009; Rinaldi, A. dkk 2015; Fauzan & Ikhwanus, 2017). Asap cair *grade 3* digunakan pada pengolahan karet dan pengawet kayu agar tahan terhadap rayap, asap cair *grade 2* ditujukan sebagai pengawet makanan dengan *taste* asap dan asap cair *grade 1* digunakan sebagai pengawet makanan dengan kualitas yang paling bagus (Fauzan & Ikhwanus, 2017).

Asap cair memiliki kemampuan berupa sifat antioksidan dan antibakteri yang dapat digunakan untuk mengawetkan bahan makanan dikarenakan adanya senyawa-senyawa fenol yang merupakan salah satu komponen aktif dalam asap cair selain karbonil, keton, aldehid, asam-asam, lakton, alkohol, furan, dan ester. Selain itu asap cair juga mampu merubah tekstur pada produk olahan (daging, ikan) dan merubah kualitas nutrisi pada produk olahan (Wijaya, dkk, 2008 dan Sari, 2009).

Berbagai macam bahan baku telah digunakan untuk pembuatan asap cair antara lain sampah organik (Gani, 2007), tempurung kelapa (Edinov dkk, 2013), kelapa sawit, cangkang kelapa sawit, tandan kosong kelapa sawit dan janjang kelapa sawit (Haji, 2013) serta kayu pelawan (Akbar dkk, 2013) dan serbuk gergaji kayu pinus (Wijaya, dkk, 2008). Bahan baku tersebut mengandung cukup kadar hemiselulosa, selulosa dan lignin. Pada penelitian tersebut terungkap adanya hubungan antara jenis bahan baku dan komposisi senyawa pada produk asap cair (Wijaya, dkk, 2008).

Batubara terbentuk dari endapan sisa tumbuhan dengan komponen penyusunnya diperkaya dengan berbagai macam polimer organik seperti karbohidrat, lignin, protein dan lainnya. Potensi sumber daya batubara Indonesia cukup besar yaitu 61,366 miliar ton yang tersebar di 19 daerah provinsi termasuk provinsi Jambi. Produksi batubara di Indonesia didominasi oleh batubara berkalori rendah hingga sedang, mencerminkan cadangan batubara Indonesia yang didominasi oleh jenis lignite dan *sub-bituminous* (Nugroho, 2017).

Pembuatan asap cair pada penelitian ini dilakukan dengan proses pirolisis dengan menggunakan batubara *sub-bituminous*. Asap cair yang dihasilkan selanjutnya dimurnikan dengan menggunakan 2 metode yaitu metode adsorpsi dan distilasi sehingga akan terbagi menjadi tiga *grade*. Kedua proses pemurnian tersebut akan dipilih mana yang paling efektif dalam menghasilkan *grade* asap cair dengan dilihat berdasarkan kandungan senyawanya terutama kadar keasaman dan kandungan fenolnya serta % yield yang dihasilkan.

2. Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu reaktor pirolisis, seperangkat alat distilasi, termokopel, batang pengaduk, neraca analitik, corong, pipet tetes, kertas saring, erlenmeyer 1000 mL, gelas beaker 100 mL, 500 mL, 1000 mL, botol semprot, dan pH meter.

Bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu batubara, NaOH 0,1 M, FeCl₃ 1%, indicator PP, aquades, zeolite teraktivasi, bentonite tanpa aktivasi, bentonite teraktivasi serta bentonite-limestone (CCBN).

2.2. Preparasi bahan baku

Bahan baku berupa batubara dilakukan pengecilan ukuran untuk mempermudah proses pirolisis, setelah dilakukan pengecilan ukuran selanjutnya batubara ditimbang sebanyak 20 Kg. Batubara yang sudah ditimbang akan diolah di dalam reaktor pirolisis untuk pembuatan asap cair.

2.3. Proses Pengolahan Asap Cair

Batubara yang telah dipreparasi dimasukan kedalam reaktor pirolisis untuk menghasilkan asap. Reaktor pirolisis yang digunakan adalah reaktor yang pernah digunakan pada penelitian Naswir, 2018. Asap dari proses pirolisis akan dikondensasikan untuk menghasilkan asap cair.

2.4. Pemurnian Asap Cair

Pemurnian asap cair ditujukan untuk menghilangkan kadar tar yang terdapat di dalam asap cair. Metode yang digunakan yaitu adsorpsi dan distilasi yang akan dibandingkan efektivitasnya. Adsorpsi dilakukan menggunakan zeolite teraktivasi (berdasarkan metode penelitian yang dilakukan oleh Fauzan & Ikhwanus, 2017), bentonite tanpa aktivasi, bentonite teraktivasi serta bentonite-limestone (CCBN). Sedangkan proses distilasi dilakukan dalam 3 tahap yang sesuai dengan *grade* yang ingin dicapai, yaitu pada *grade* 3 distilasi dilakukan pada temperatur 110-120°C, untuk *grade* 2 dilakukan proses distilasi pada temperature 130-145°C, dan *grade* 1 didistilasi pada temperatur 170-190°C.

2.5. Pengukuran Tingkat Keasaman Dalam Asap Cair

Proses Pengujian Kandungan Asam dalam Asap cair yaitu dengan cara mengukur langsung menggunakan pH meter.

2.6. Pengukuran Kandungan Asam Asetat Dalam Asap Cair

Asap cair yang telah dimurnikan diukur kandungan asam yang terkandung di dalamnya. Pengukuran dilakukan dengan cara titrasi asam-basa menggunakan NaOH 1 M dengan asam asetat sebagai basisnya.

2.7. Pengujian Kandungan Fenol Dalam Asap Cair

Asap cair masing-masing *grade* sebanyak 0,5 ml dilarutkan ke dalam 5 ml aquades, kemudian larutan asap cair dipanaskan dengan menggunakan hot plate sampai panas. Setelah panas di tetesi larutan FeCl₃ 1% kemudian diamati perubahan warna yang terjadi.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1. Proses pembuatan asap cair batubara

Pada pembuatan asap cair dari bahan baku batubara pada penelitian ini menggunakan batubara jenis *sub-bituminous*, dikarenakan jenis ini memiliki kadar air yang lebih sedikit jika dibandingkan menggunakan batubara jenis lignit. Proses pembuatan asap cair ini menggunakan metode pirolisis dengan temperatur pirolisis 280-300°C dan waktu pirolisis selama 4,5 jam. Kondisi operasi serta karakteristik bahan baku yang digunakan akan berpengaruh terhadap jumlah dan jenis produk yang dihasilkan (Triantoro dkk 2013 dan Prasetyo dkk 2018 serta Fauziati dkk 2018). Pada proses pirolisis kondensat dari asap cair mulai dihasilkan pada temperature 110°C pada waktu 30 menit. Batubara yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 20 Kg dan didapatkan hasil kondensat asap cairnya sebanyak 1,6 Liter dengan pH asap cair 3,70. Kemudian asap cair akan dimurnikan untuk mendapatkan asap cair *grade 3*, *grade 2* dan *grade 1*.



Gambar 1. Proses pembuatan asap cair batubara (kiri), kondensat asap cair batubara (kanan)

3.2. Pemurnian asap cair





Pada penelitian ini dilakukan dua metode pemurnian yaitu pemurnian dengan cara adsorpsi dan pemurnian dengan cara distilasi. Metode adsorpsi dilakukan dengan menggunakan beberapa adsorben yaitu: zeolite teraktivasi, bentonite tanpa aktivasi, bentonite teraktivasi serta bentonite-limestone (CCBN). Pemurnian asap cair dengan menggunakan metode adsorpsi kurang tepat dilakukan dikarenakan pada saat uji nilai pH tidak terjadi penurunan pH. Penurunan pH pada asap cair merupakan indikasi meningkatnya kandungan asam pada asap cair. Hasil pemurnian asap air menggunakan metode adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 1.

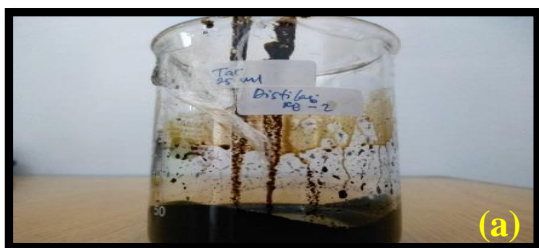
Akibat kurang efektifnya pemurnian asap cair menggunakan metode adsorpsi maka dilakukan pemurnian menggunakan metode distilasi. Distilasi dilakukan untuk menghilangkan kandungan pengotor yang terdapat pada asap cair yang bersifat racun seperti kandungan Tar dan *Benzo(a)pyrene*. Distilasi yang dilakukan menggunakan temperature yang berbeda-beda untuk mendapatkan masing-masing *grade*.

Asap cair *grade 3* didapat dengan melakukan distilasi pada temperature 110-120°C dengan waktu distilasi selama 8 jam. Pada distilasi tahap ini berguna untuk menghilangkan kadar Tar dan *Benzo(a)pyrene* pada asap cair. *Benzo(a)pyrene* termasuk kedalam salah satu jenis senyawa PAH (*Polycyclic Aromatic Hydrocarbon*) yang sangat dihindari karena merupakan senyawa pemicu kanker pada manusia dan hewan. *Benzo(a)pyrene* memiliki rumus molekul $C_{20}H_{12}$ dan berat molekul 252,148

gram/mol. Senyawa ini memiliki titik didih 495°C. sehingga untuk pemurnian dari senyawa *Benzo(a)pyrene* ini didistilasi pada temperature 110-120°C dikarenakan pada temperature ini kandungan *Benzo(a)pyrene* tidak akan ikut menguap sehingga didapatkan asap cair yang bebas dari senyawa *Benzo(a)pyrene*. *Benzo(a)pyrene* dan tar pada temperatur ruangan berbentuk padatan berwarna hitam (lihat gambar 2a).

Tabel 1. Hasil adsorpsi asap cair menggunakan 4 jenis adsorben

Jenis Adsorben	Tampak Fisik	pH	Gambar
Zeolite teraktivasi asam (H ₃ PO ₄)	Ketika selesai disaring larutan asap cair menjadi keruh	3-3,5	
Bentonite tanpa aktivasi	Ketika disaring larutan asap cair menjadi bening	3-3,5	
Bentonit teraktivasi asam (H ₃ PO ₄)	Ketika disaring larutan asap cair menjadi bening	3-3,5	
Bentonite + limestone (CCBN)	Ketika disaring larutan asap cair menjadi agak keruh	3-3,5	



Gambar 2. (a) Senyawa sisa distilasi pada grade 3 (b) Penampilan asap cair pada berbagai grade

Penampilan asap cair berbagai *grade* berdasarkan warnanya dapat dilihat pada Gambar 2b. Pada *grade* 3 didapatkan asap cair berwarna kuning bening tetapi masih berbau asap yang kuat. Warna asap cair menjadi kuning bening ini dikarenakan kandungan tar dan *benzo(a)pyrene* yang sudah berkurang. Dari 400 ml asap cair hasil pirolisis yang didistilasi didapatkan distilat berupa asap cair *grade* 3 sebanyak 370 ml dengan pH yang didapat yaitu 3,0 dan 30 ml berupa kandungan tar dan *benzo(a)pyrene* sebagai residu, sehingga didapat % yield dari distilasi *grade* 3 ini yaitu 92,5%.

Pada pemurnian asap cair untuk menghasilkan asap cair *grade* 2 yaitu dengan cara ditilasi pada temperature 130-145°C dengan waktu distilasi selama 6 jam. Pada tahap ini destilasi dilakukan untuk menambah perolehan dari asam asetat dan memastikan tidak ada lagi kandungan pengotor seperti tar dan *benzo(a)pyrene* lagi untuk *grade* 2 ini. Asap cair yang dihasilkan pada *grade* ini berwarna kuning bening, tidak berbeda jauh dengan asap cair *grade* 3, akan tetapi bau asap cair pada *grade* 2 ini lebih ringan jika dibandingkan pada *grade* 3. Nilai pH pada *grade* 2 ini juga meningkat yaitu 2,90 dikarenakan naiknya kandungan asam pada asap cair *grade* 2. Dari 250 ml asap cair yang didistilasi pada *grade* ini didapatkan destilat sebanyak 230 ml dan 20 ml adalah kandungan tar dan *benzo(a)pyrene*. Sehingga % yield yang didapat yaitu 92%.

Asap cair *grade* 1 didapatkan dengan cara mendistilasi asap cair hasil pirolisis pada temperature 170-190°C dengan waktu distilasi selama 4 jam. Tujuan dari distilasi tahap ini yaitu untuk meningkatkan perolehan dari kandungan asam dan kandungan fenol pada asap cair sehingga bisa digunakan untuk mengawetkan makanan, selain itu tujuan dari distilasi tahap ini memastikan tidak adanya kandungan senyawa pengotor yang turut dalam *grade* ini sehingga aman untuk digunakan. Asap cair *grade* 1 yang dihasilkan memiliki warna lebih bening dari *grade* lainnya dan memiliki aroma asap yang lebih ringan juga jika dibandingkan dengan asap cair *grade* di bawahnya. Nilai pH dari *grade* ini yaitu 2,8 ini menunjukkan bahwa meningkatnya kandungan asam dan kandungan fenol pada asap cair. Dari 180 ml asap cair yang didistilasi didapatkan destilat sebanyak 175 ml dan 5 ml adalah residu berupa tar dan *benzo(a)pyrene*, sehingga % yield pada asap cair dari *grade* ini yaitu 97,22%.

3.3. Karakteristik Asap Cair

Asap cair dari berbagai *grade* dianalisis untuk mengetahui sifat dan kandungan senyawa apa saja yang terdapat pada asap cair. Analisis yang dilakukan yaitu uji tingkat keasaman (pH), uji kadar asam asetat, uji kualitatif fenol dan terakhir adalah analisis menggunakan instrument GC-MS.

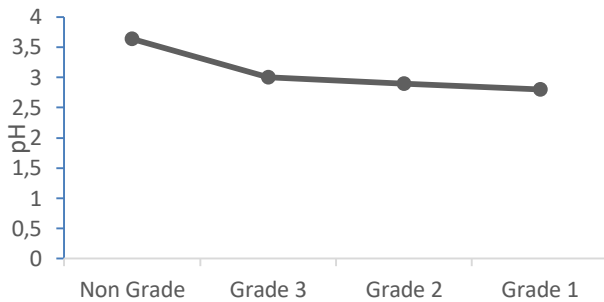
3.3.1. Uji tingkat keasaman (pH)

Uji tingkat keasaman ini menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi. Hasil uji keasaman yang ditunjukkan pada grafik di gambar 3 memperlihatkan bahwa semakin tinggi *grade* asap cair maka tingkat keasamannya akan meningkat pula, hal ini dikarenakan semakin bertambahnya kandungan asam dan fenol pada masing-masing *grade* asap cair.

3.3.2. Uji Kadar Asam Asetat

Uji kadar asam asetat ini dilakukan dengan cara titrasi. Dimana 2 ml asap cair dari berbagai *grade* diencerkan dengan 100 ml aquades kemudian dititrasi dengan

larutan NaOH 0,1M dengan ditambahkan indikator pp hingga larutan asap cair berwarna bayangan merah muda. Dari hasil uji kandungan asam asetat yang ditampilkan pada Tabel 2. didapatkan bahwa semakin tinggi *grade* asap cair maka kandungan asam asetat akan semakin tinggi pula.



Gambar 3. Tingkat keasaman asap cair pada berbagai *grade*

Grade asap cair	Jumlah asam asetat (mg/ml)
Non Grade	14,4
Grade 3	11,4
Grade 2	16,2
Grade 1	21,6

Tabel 2. Hasil analisa uji kadar asam asetat

3.3.3. Uji kualitatif Fenol

Uji kualitatif fenol dilakukan bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya gugus fungsi fenol pada senyawa asap cair berbagai *grade*. Uji ini dilakukan dengan cara memasukan 0,5 gram asap cair berbagai *grade* dengan 10 ml aquades. Larutan ini kemudian dipanaskan dan diteteskan larutan FeCl_3 1%. Pada saat ditetesi maka dilihat terjadi perubahan pada larutan asap cair berubah menjadi warna hitam. Warna hitam terbentuk karena adanya reaksi antara gugus fenol pada asap cair dengan larutan FeCl_3 dengan bantuan panas membentuk senyawa kompleks yang memberikan warna hitam pada larutan.

Pada saat pengujian didapatkan hasil bahwa pada asap cair non *grade* menghasilkan warna hitam pekat yang menandakan adanya kandungan fenol pada asap cair non-*grade*, pada asap cair *grade* 1 dan 3 juga menghasilkan warna hitam yang menandakan adanya kandungan fenol dalam asap cair *grade* ini. Suatu senyawa kompleks dapat berwarna karena adanya transisi elektron dari ion pusat akibat adanya ligan. Fe^{3+} merupakan ion logam transisi trivalent dengan orbital molekul paramagnetic. Bentuk orbital molekul dari Fe^{3+} adalah octahedral yang kompleks ikatannya melibatkan ikatan sigma atau ikatan pi dengan ligan (Sahoon, dkk. 2012)

Pada *grade* 2 menghasilkan warna kuning kecokelatan dikarenakan hasil reaksi dari senyawa asam asetat yang merupakan senyawa dominan di dalam asap cair. Senyawa yang memiliki gugus fungsi karboksilat (R-COOH) apabila bereaksi dengan FeCl_3 akan membuat warna larutan menjadi kuning kecokelatan. Hasil dari uji kualitatif fenol dapat dilihat pada Gambar 4.

3.3.4. Analisa GC-MS (Gas Chromatography Mass Spectroscopy)


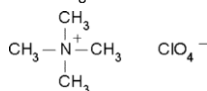





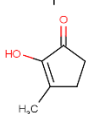
Asap cair berbagai *grade* dilakukan pengujian menggunakan alat instrumentasi GC-MS (Gas Chromatography Mass Spectroscopy). Tabel 3 berisikan kandungan senyawa pada asap cair non *grade*. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa asap cair batubara memiliki kandungan senyawa penyusun asap cair yaitu asam asetat dan fenol sehingga membuktikan bahwa batubara dapat dijadikan sebagai bahan baku untuk pembuatan




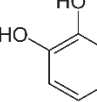










asap cair. Kadar persen area asam asetat yang terdapat pada asap non-grade yaitu 15,78% dan untuk fenol yaitu sebesar 8,96% dan masih terdapat gugus fenol lainnya pada asap cair batubara. Kandungan-kandungan pengotor yang terdapat pada asap cair ini seperti gugus benzen dihilangkan dengan proses distilasi. Kandungan senyawa asap cair dari batubara ini telah sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya (Basu, 2010) yang dapat dilihat pada Tabel 4. Perbedaannya tidak terdapat kandungan air pada asap cair dari batubara. Hal ini diduga karena perbedaan besarnya kandungan *moisture* pada jenis bahan baku yang digunakan, diketahui pada literatur biomassa yang digunakan adalah kayu yang memiliki *moisture content* sebesar 30%-90% sedangkan kandungan *moisture* pada batubara 25%-30% sehingga kandungan air tidak terdapat pada asap cair batubara jenis *sub-bituminous*.



Gambar 4. Hasil Analisa Gugus Fenol Asap Cair

Tabel 3. Senyawa-senyawa pada asap cair non grade

Sampel 1					
Nama Senyawa	% Area	RT	Rumus Molekul	Berat Molekul (gram/mol)	Rumus Struktur
Acetaldehyde (CAS)	2,49	1,397	C_2H_4O	44,05	
Tetramethylammonium perchlorate	0,33	1,614	$C_4H_{12}ClNO_4$	173,59	
Acetic Acid (CAS)	15,78	1,824	$C_2H_4O_2$	60,052	
2-Propanone, 1 Hydroxy	1,66	1,915	$C_3H_6O_2$	74,079	
2 (3H)- Furanone, dihydro/ Butyrolactone	0,34	3,469	$C_4H_6O_2$	86,090	
Phenol	8,96	4,155	C_6H_6O	94,113	
Cyclohexanol, 4-methyl-(CAS)	0,89	4,435	$C_7H_{14}O$	114,19	
2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	1,81	4,540	$C_6H_8O_2$	112,13	

Phenol, 2-methoxy-(CAS)	0,94	5,115	C ₇ H ₈ O ₂	124,14	
Cyclobutanol (CAS)	8,07	5,255	C ₄ H ₈ O	72,11	
3-Pyridinol	1,12	5,402	C ₅ H ₅ NO	95,1	
1,2-Benzenediol	15,03	6,480	C ₆ H ₆ O ₂	110,112	
1,2-Benzenediol, 3-methoxy	3,96	6,725	C ₇ H ₈ O ₃	140,14	
1,2-Benzenediol,3-methyl	2,06	6,991	C ₇ H ₈ O ₂	124,14	
1,2-Benzenediol,4-methyl	3,02	7,425	C ₇ H ₈ O ₂	124,14	
Phenol,2,6-dimethoxy	6,26	7,579	C ₈ H ₁₀ O ₃	154,16	
1,3-Benzenediol, 5-methyl-(CAS)	0,89	7,915	C ₇ H ₈ O ₂	124,14	
3,5-Dimethyl-2-furyl methyl ketone	1,65	8,133	C ₈ H ₁₀ O ₂	138,16	
3-Hydroxy-4-methoxybenzoic acid	3,01	8,399	C ₈ H ₈ O ₄	168,15	
Ethyl 3-hydroxybenzoate	1,11	8,826	C ₉ H ₁₀ O	166,17	
2- Methoxy-6-methylaniline	3,13	9,134	C ₈ H ₁₁ NO	137,18	
D-Allose	11,06	9,659	C ₆ H ₁₂ O ₆	180,16	

Tabel 4. Kandungan asap cair dari pirolisis kayu (Basu, 2010)




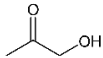
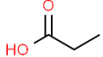
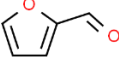
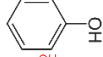

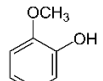
Major Group	Compounds
Water	
Lignin fragments	Insoluble pyrolytic lignin
Aldehydes	Formaldehyde, acetaldehyde, hydroxyacetaldehyde, glyoxal, methylglyoxal
Carboxylic acid	Formic, acetic, propionic, butyric, pentanoic, hexanoic, glycolic
Carbohydrates	Cellobiosan, α-D-levoglucosan, oligosaccharides, 1,6 anhydroglucofuranose
Phenols	Phenol, cresols, guiacols, syringols
Furfurals	
Alcohols	Methanol, ethanol
Ketones	Acetol (1-hydroxy-2-propanone), cyclopentanone

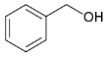
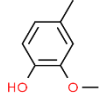
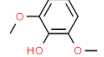
Pada hasil analisa di Tabel 5 menunjukkan bahwa asap cair *grade 3* memiliki kadar pengotor yang sedikit dikarenakan hasil distilasi dengan kandungan asam asetat sebanyak 39,57% dan fenol sebanyak 33,88%. Pada *grade 3* ini terjadi peningkatan jumlah asam asetat dan fenol ini sesuai dengan percobaan sebelumnya. Asam asetat dan fenol inilah yang nantinya akan dijadikan senyawa yang berguna sebagai penggumpal lateks.

Kemudian pada asap cair *grade 2* (lihat Tabel 6) kandungan asam asetat meningkat menjadi 69,57% dan fenol menjadi 20,15% dan tidak terdapat lagi senyawa-senyawa tar dan PAH (*polycyclic Aromatic Hydrocarbon*) sehingga aman untuk proses pengasapan ikan menggunakan asap cair *grade 2* dari pirolisis batubara. Tingginya kandungan asam asetat pada *grade* ini menjadikan asap cair dapat digunakan sebagai pengawet pada ikan dan kandungan fenolnya sebagai antibakteri.

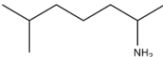

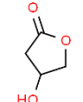
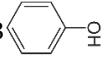
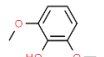
Pada asap cair *grade 1* (lihat Tabel 7) persen area asam asetat adalah 58,44% dan fenol sebanyak 27,24% sehingga asap cair *grade 1* bisa digunakan sebagai pengawet makanan karena tidak adanya kandungan pengotor pada asap cair, selain itu berdasarkan penelitian (Fauzan dan Ikhwanus, 2017) bahwa kandungan-kandungan pada asap cair *grade 1* dan *2* bisa digunakan sebagai pengawet dan antimikroba yang mengandung senyawa-senyawa yaitu asam dan turunannya (format, asetat, butirrat, propional, metil ester); alkohol (metil, etil, propil, alkil dan isobutil alkohol); aldehyd (formaldehida, asetaldehida, furfural, dan metil furfural); hidrokarbon (silene, kumene dan simene); keton (aseton, metil etil keton, metil propil keton dan etil propil keton); fenol serta piridin dan metil piridin.

Tabel 5. Senyawa-senyawa pada asap cair *grade 3*

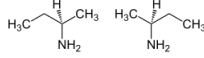

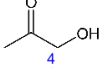
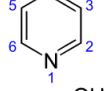
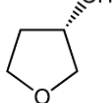
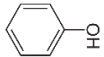
<i>Grade 3</i>					
Nama Senyawa	% Area	RT	Rumus Molekul	Berat Molekul (gram/mol)	Rumus Struktur
2- Butanamine,3-methyl- (CAS)	4,68	1,404	C ₅ H ₁₃ N	87,16	
1-Heptadecanamine	1,65	1,607	C ₁₇ H ₃₇ N	255,48	
Acetic Acid (CAS)	39,57	1,908	C ₂ H ₄ O ₂	60,052	
2-Propanone, 1-hydroxy- (CAS)	4,47	2,006	C ₃ H ₆ O ₂	74.079	
Propanoic acid (CAS)	1,43	2,153	C ₃ H ₆ O ₂	74.079	
Furfural	1,46	2,818	C ₅ H ₄ O ₂		
Phenol (CAS)	33,88	4,212	C ₆ H ₆ O	94.113	
Phenol, 2-methyl	1,75	4,947	C ₇ H ₈ O		
Phenol, 2-methoxy-(CAS)	2,43	5,164	C ₇ H ₈ O ₂	124,14	

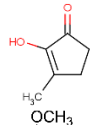


Benzenemethanol (CAS)	3,49	5,234	C ₇ H ₈ O	108,140	
2-Methoxy-4-methylphenol	1,47	6,193	C ₈ H ₁₀ O ₂	138,16	
Phenol, 2,6-dimethoxy	1,73	7,769	C ₈ H ₁₀ O ₃	154,16	

Tabel 6. Senyawa-senyawa pada asap cair grade 2

Grade 2					
Nama Senyawa	% Area	RT	Rumus Molekul	Berat Molekul (gram/mol)	Rumus Struktur
2-Heptanamine, 6-methyl- (CAS)	6,58	1,390	C ₈ H ₁₉ N	129,24	
Acetic Acid (CAS)	69,57	1,670	C ₂ H ₄ O ₂	60,052	
2 (3H)-Furanone, dihydro- (CAS)	2,75	3,582	C ₄ H ₆ O ₃	102	
Phenol	20,15	4,296	C ₆ H ₆ O	94,113	
Phenol, 2,6-dimethoxy- (CAS)	0,95	7,867	C ₈ H ₁₀ O ₃	154,16	

Tabel 7. Senyawa-senyawa pada asap cair grade 1

Grade 1					
Nama Senyawa	% area	RT	Rumus Molekul	Berat Molekul (gram/mol)	Rumus Struktur
2-Butanamine (CAS)	0,66	1,404	C ₄ H ₁₁ N	73,139	
Acetic Acid (CAS)	58,44	2,272	C ₂ H ₄ O ₂	60,052	
2-Propanone, 1-hydroxy	7,22	2,335	C ₃ H ₆ O ₂	74,079	
Pyridine (CAS)	0,41	2,615	C ₅ H ₅ N	79,102	
3-Furanol, tetrahydro	0,74	2,678	C ₄ H ₈ O ₂	88,11	
Phenol (CAS)	27,24	4,233	C ₆ H ₆ O	94,113	

2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	1,25	4,646	C ₆ H ₈ O ₂	112,13	
Phenol, 2-methoxy	0,89	5,143	C ₇ H ₈ O ₂	124,14	
Phenol, 2,6-dimethoxy	3,15	7,657	C ₈ H ₁₀ O ₃	154,16	

Kesimpulan

Metode pemurnian asap cair batubara yang baik adalah menggunakan metode distilasi karena menghasilkan pH yang lebih optimal dibandingkan metode adsorpsi. Dari berbagai uji yang dilakukan terhadap asap cair komponen terbesar yang dimiliki oleh asap cair batubara yaitu senyawa asam asetat dan fenol sehingga asap cair yang dihasilkan dari pirolisis batubara *sub-bituminous* dapat digunakan untuk proses pengawetan dan antimikroba.

Daftar Pustaka

- Akbar, A., Paindoman, R., & Coniwanti, P. (2013). Pengaruh variabel waktu dan temperatur terhadap pembuatan asap cair dari limbah kayu pelawan (*Cyanometra cauliflora*). *Jurnal Teknik Kimia*, Vol 19 No. 1, 1–8.
- Basu, P. (2010). *Biomassa Gasification and Pyrolysis Practical Design and Theory*, Elsevier, New York.
- Edinov, S., Indrawati, Y., Refilda. (2013). Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa Pada Pembuatan Ikan Kering dan Penentuan Kadar Air, Abu Serta Proteinnya, *Jurnal Kimia Unand*, 2 (2) : 29-35.
- Fachraniah, Fona, Z., & Rahmi. (2009). Peningkatan Kualitas Asap Cair dengan Distilasi. *Jurnal Reaksi*, Vol. 7(14),1-11.
- Fauzan, & Ikhwanus, M. (2017). Pemurnian Asap Cair Tempurung Kelapa Melalui Destilasi dan Filtrasi Menggunakan Zeolit dan Arang Aktif. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2017*, 1-5.
- Fauziati, dkk. (2018). Pengaruh Berbagai Suhu Pirolisis Asap Cair Dari Cangkang Sawit Sebagai Bahan Penggumpal Lateks. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. Vol.12 No.2.
- Gani, A. (2007). Konversi Sampah Organik Pasar Menjadi Kompos (Kompos, arang aktif dan asap cair) dan Aplikasinya pada Tanaman Daun Dewa. Disertasi Program Doktor.
- Haji, A.G. (2013). Komponen Kimia Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Padat Kelapa Sawit. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. Vol 9 No.3.
- Naswir, M. (2018). *Teknologi 3 in 1 Pembuatan Asap Cair Biochar dan Limestone*. Fakultas Teknik. Universitas Jambi
- Nugroho, Hanan. (2017). Batu Bara Sebagai Pemasok Energi Nasional ke Depan: Apa yang Perlu Disiapkan?. *Jurnal Perencanaan Pembangunan*. Vol 1 No 1.

- Prasetyo, T., & dkk. (2018). Studi Pencairan Batu Bara (Coal Liquefaction) Metode Pirolisis Pada Batu Bara Peringkat, Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, Vol.6 No.2 p.21-28.
- Rinaldi, A. dkk (2015). Pemurnian Asap Cair dari Kulit Durian. *Jurnal Molekul*, 112-120.
- Sahoo, B., Nayak, N.C., Samataray, A. dan Pujapanda, P.K. (2012). *Inorganic Chemistry*. PHI Learning Pvt. Delhi.
- Sari, T. I., & dkk. (2009). Proses Pembuatan Asap Cair (Liquid Smoke) Dari Limbah Industri. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol.16, No.2, 44-47.
- Triantoro, A., & dkk. (2013). Pengaruh Agen Gasifikasi Batu bara Terhadap Produk Gas yang Dihasilkan Oleh Batu bara Peringkat Rendah. *Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik*, Vol. 14, No.2, p. 201-210.
- Wijaya, M., Noor, E., Irawadi, T. T., & Pari, G. (2008). Perubahan Suhu Pirolisis Terhadap Struktur Kimia Asap Cair Dari Serbuk Gergaji Kayu Pinus. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*, 73-77.