

## DISTILASI ASAP CAIR HASIL PIROLISIS LIMBAH SERBUK GERGAJI KAYU GLUGU

Emi Erawati<sup>1</sup>, Teresia Widi Kirana<sup>2</sup>, Eni Budiwati<sup>3</sup>, Wahyudi Budi Sediawan<sup>4</sup>, Panut Mulyono<sup>5</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp (0271) 717417

<sup>4,5</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta  
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Jl. Grafika No 2 Yogyakarta 55292  
Email: Emi.Erawati@ums.ac.id

### Abstrak

*Distilasi asap cair merupakan salah satu metoda pemisahan asap cair berdasarkan perbedaan titik didihnya. Distilasi asap cair bertujuan untuk mendapatkan sifat fungsional dari asap cair, serta menghilangkan senyawa yang tidak diinginkan seperti tar dan benzopiren.*

*Bahan bakuyang digunakan adalah limbah serbuk gergaji kayu glugu yang diperoleh dari pengrajin kayu di daerah Delanggu, Klaten, Jawa Tengah. Rangkaian alat yang digunakan terdiri dari alat pirolisis dan destilasi. Serbuk kayu dibersihkan, dihaluskan, di-screening dengan ukuran 40 mesh, dandi-oven selama 8 jam. Bahan sebanyak 1 kg dimasukkan ke dalam reaktor, ditambahkan katalis zeolit 250 gram dan dipirolisis pada suhu 450 °C. Asap cair dari proses pirolisis sebanyak 500 mL selanjutnya didistilasi untuk memisahkan asam asetat. Variabel berubah yang digunakan dalam penelitian adalah waktu distilasi (130, 140, 150, 160 dan 170 menit) dan kecepatan pengadukan (400, 600, 800, 1000, dan 1200 rpm). Distilat yang dihasilkan kemudian dianalisis yield-nya serta karakteristik dari distilat yang meliputi pH, berat jenis, warna, serta konsentrasi asam asetat.*

*Pada variasi waktu distilasi 130, 140, 150, 160, dan 170 menit, diperoleh waktu optimal untuk menghasilkan yield asam asetat adalah 170 menit dengan yield sebesar 3,738% dan dengan konsentrasi optimum asam asetat sebesar 13,951 N dihasilkan pada waktu 30 menit. Sedangkan, pada variasi kecepatan pengadukan 400, 600, 800, 1000, dan 1200 rpm, diperoleh yield asam asetat optimum sebesar 5,373% pada kecepatan 400 rpm, sementara konsentrasi asam asetat optimum dihasilkan pada kecepatan 800 rpm sebesar 12,696 N. Karakteristik distilat pada variasi suhu menunjukkan warna yang berbeda-beda dan pH yang semakin menurun. Sedangkan, pada variasi waktu distilasi nilai pH meningkat dan distilat berwarna kuning jernih. Pada variasi kecepatan, warna distilat kuning jernih dengan nilai pH cenderung sama yaitu 2.*

**Kata kunci:** *asap cair; asam asetat; kayu glugu; distilasi*

### Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang berpotensi menghasilkan pohon kelapa. Dimana seiring berkembangnya kebutuhan masyarakat, pohon kelapa tersebut tidak hanya diambil buah dan kayunya saja. Dengan adanya permintaan kayu kelapa yang semakin meningkat, maka banyak pula berdiri perusahaan dan UKM penggergajian kayu. Sehingga limbah serbuk gergaji tersebut semakin bertambah banyak dan bahkan dibiarkan menumpuk begitu saja. Limbah serbuk gergaji kayu glugu juga banyak ditemukan dipedesaan, karena populasi pohon kelapa banyak tumbuh subur di kawasan pedesaan. Namun, untuk mendapatkan kayu glugu, masyarakat desa lebih suka menggunakan jasa penggergajian kayu keliling. Oleh karena itu, dipedesaan banyak dijumpai serbuk gergaji kayu glugu yang hanya menjadi sampah saja.

Di dalam serbuk kayu terdapat zat-zat yang dapat di dekomposisi. Zat-zat tersebut antara lain *cellulose, hemicelluloses*, dan *lignin*. Adapun salah satu teknologi alternatif yang dapat dikembangkan untuk memanfaatkan limbah serbuk gergaji kayu glugu yaitu dengan pirolisis biomassa. Senyawa kimia yang terdapat dalam biomassa serbuk kayu glugu akan dikonversi menjadi sumber energi hidrokarbon alternatif yang berupa asap cair. Asap cair merupakan salah satu bahan bakar cair berwarna hitam yang berasal dari biomassa seperti kayu, kulit kayu, dan limbah industri (Hambali dkk, 2007).

Pada tahun 2007 produksi kayu gergajian yang tercatat adalah sebesar 525.209 m<sup>3</sup>, turunkan dibandingkan tahun sebelumnya sebesar 679.247 m<sup>3</sup>. Produksi kayu gergajian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 4. Produksi kayu gergajian

Tahun	Produksi Kayu Gergajian (m <sup>3</sup> )	Serbuk Gergajian (m <sup>3</sup> )
2002	623.495	46.762
2003	762.604	57.195
2004	432.967	32.472
2005	1.471.614	11.0371
2006	679.247	50.943

Sumber: (Departemen Kehutanan, 2008)

Bahan baku kayu glugu juga memiliki komponen kimia tertentu, dimana komponen-komponen tersebut akan menghasilkan komponen kimia yang berbeda sebagai hasil dari proses pirolisis. Biasanya asap cair yang diperoleh dari proses pirolisis masih mengandung senyawatar yang tinggidan senyawa berbahaya lainnya seperti benzopiren. Sehingga untuk mendapatkan kualitas asap cair yang baik maka perlu dilakukan pemurnian (distilasi) terhadap asap cair tersebut. Diharapkan dengan adanya distilasi asap cair dapat memisahkan tar dan benzopiren yang bersifat karsinogenik dari asap cair.

Asap cair merupakan salahsatu bahan bakar cairberwarna kehitaman yang berasal dari biomassaseperti kayu, kulit kayu dan limbah industri biomassa lainnya melalui teknologi pirolisis, yaituteknologi degradasi termal pembuatan arang(karbonisasi), tanpa kehadiran udara (oksigen)dalam proses pembuatannya,berlangsung padasuhu 400-600°C. Proses pirolisis dapat dilakukandengan cara lambat (*slow pyrolysis*), cepat (*fastpyrolysis*),sangat cepat (*flash pyrolysis*)dan pencairanbiomassa (*hydrothermal liquifaction*). Selain asap cair,dihasilkan juga arang dan gas. Dalam produksi asap cair tidak dihasilkan limbah (*zero waste*).Seluruh bahan baku dengan proses ini dikonversimenjadi asap cair dan arang,sementara gas yangtidak dapat dikondensasi dikembalikan ke dalamproses sebagai sumber energi (Hambali dkk, 2007).

Asap cair adalah distilat asap yang merupakan campuran dari larutan dispersi asap hasil pirolisis kayu. Asap cair mengandung lebih dari 400 komponen dan memiliki fungsi sebagai penghambat perkembangan bakteri dan cukup aman sebagai pengawet alami (Fachraniah, dkk., 2006).

Tabel 2. Karakteristik asap cair

Penampilan/rupa	Cairan biru tua, coklat kemerahan dan kehijauan, atau hitam.
Bau	Berbau khas, berbau asap tajam
Kandungan air	15–30% berat, tergantung perlakuan selama proses produksi.

Sumber: (Qi,2006)

Komposisiasap dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya jenis kayu, kadar air kayu, dan suhu pembakaran yang digunakan (Girard, 1992; Maga,1987).Jeniskayu yang mengalami pirolisis menentukan komposisi asap. Kayu keras pada umumnya mempunyai komposisi yang berbeda dengan kayu lunak.Kayu keras (misalnya kayu *oak* dan *beech*) adalah paling umum digunakankarena pirolisis terhadap kayu keras akan menghasilkan aroma yang lebih unggul, lebih kaya kandungan senyawa aromatik dan senyawa asamnya dibandingkan kayu lunak (kayu yang mengandung resin) (Fujimaki dkk, 1974dalam Girard, 1992).

Suhu pembakaran kayu juga memberikan pengaruh terhadap komposisiasap.Menurut Hamm dan Potthast (1976) dalam Girard (1992), kadar maksimumsenyawa fenol, karbonil dan asam tercapai pada suhu pirolisis 600°C. Produk yang diberi perlakuan asap yang diproduksi pada suhu 400°C lebih unggul dalam mutu organoleptiknya terhadap produk yang diberi perlakuan asap pada suhu yang lebih tinggi. Fretheim dkk (1980), mengemukakan bahwa dengan peningkatantemperatur sebesar 150°C (dari 350–500°C), secara nyata tidak merubahkomposisi kondensat asap tetapi terjadi sedikit peningkatan efek antioksidatif dantidak berpengaruh pada efek antimikrobianya.

Untuk memperoleh sifat fungsional dari asap cair, maka asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis dapat difraksinasi dengan beberapa metode. Salah satu metode fraksinasi asap cair yaitu dengan distilasi asap cair. Distilasi asap cair merupakan salah satu cara pemurnian terhadap asap cair, yaitu proses pemisahan kembali suatu larutan berdasarkan perbedaan titik didihnya. Distilasi asap cair dapat dilakukan pada suhu 100°C hingga 150°C (Darmadji, 2002). Menurut Gorbатов, dkk (1971) dalam Darmadji (2002), proses distilasi asap cair juga dapat menghilangkan senyawa yang tidak diinginkan yaitu senyawa tar dan hidrokarbon polisiklis aromatik.

Redistilasi asap cair dilakukan untuk menghilangkan senyawa-senyawa yang tidak diinginkan dan berbahaya seperti poliaromatik hidrokarbon (PAH)dan tar, dengan cara pengaturan suhu didih sehingga diharapkan didapat asap cair yang jernih, bebas tar dan benzopiren (Yulistiani, 2008).

Penelitian tentang destilasi asap cair telah dilakukan oleh Darmadji(2002), melakukan penelitian mengenai pengaruh suhu distilasi asap cair dan hasil penelitiannya menunjukkan bahwa optimasi redistilasi adalah pada kondisi suhu redistilasi 122,5°C, waktu redistilasi antara 69 menit dan suhu kondensasi antara 24°C.Pada kondisi optimum tersebut kadar tar tidak tertera, sedangkan kadar fenol,karbonil dan asam berturut-turut : 2,24 %, 5,60 % dan 15,7 % serta rendemenya 42,2 %.

Penelitian tentang distilasi asap cair telah dilakukan oleh Fahriah dkk, 2009. Dari penelitian ditilasi asap cair serbuk kayu gergajian dengan variasi suhu 105, (101–125°C), (126–150°C) dan (151–200°C) diperoleh yield tertinggi sebesar 62,5% dengan indek bias rata-rata 1,3: densitas rata-rata 1,2: pH rata-rata 1,05: dan konsentrasi asam asetat rata-rata 2,29.

Widiya dkk, (2013), juga melakukan penelitian tentang distilasi asap cair dari kulit durian dengan variasi suhu dan waktu distilasi. Diperoleh komposisi terbanyak asap cair hasil pirolisis kulit durian adalah asam asetat sebesar 54,17%. Hasil distilasi terhadap asap cair tersebut menghasilkan asap cair *grade 1* pada suhu 125°C, *grade 2*, pada suhu 150°C dan *grade 3* pada suhu 200°C. Suhu maksimum untuk menghasilkan asap cair *grade 1* adalah 125°C dengan waktu minimum 30 menit. Kadar asam, karbonil dan fenol yang diperoleh adalah 20,53% ; 27,05% ; dan 0%.

Yulistiani (2008) telah melakukan penelitian pemanfaatan asap cair sebagai bahan pengawet alamipada produk daging dan ikan. besar Dari delapan jenis kayu yang telah diteliti ( tempurung kelapa, kayu kamfer, kruing, bangkirei, jati, lamtoro, mahoni dan glugu), menunjukkan bahwa asap cair tempurung kelapa mempunyai aktivitas antibakteri terbesar terhadap bakteri patogen dan perusak pada daging dan ikan yaitu *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens*. *E. coli* merupakan bakteri yang paling peka terhadap asap cair tempurung kelapa dibandingkan bakteri lain yang diuji.

### Bahan dan Metode

Bahan bakuyang digunakan adalah limbah serbuk gergaji kayu glugu yang diperoleh dari pengrajin kayu di daerah Delanggu, Klaten, Jawa Tengah. Rangkaian alat yang digunakan terdiri dari rangkain alat pirolisis dan destilasi. Serbuk kayu dibersihkan, dihaluskan, di-*screening* dengan diameter 40 mesh, dan dioven selama 8 jam. Bahan sebanyak 1 kg dimasukkan ke dalam reaktor dan ditambahkan katalis zeolit 250 gram. Proses pirolisis berlangsung pada suhu 450°C dengan menggunakan kompor gas LPG sebagai bahan bakar. Asap yang dihasilkan akan terkondensasi membentuk asap cair. Asap cair dari proses pirolisis sebanyak 500 mL selanjutnya didistilasi untuk memisahkan asam asetat pada variasi waktudistilasi (130, 140, 150, 160, dan 170 menit) dan kecepatan pengadukan (400, 600, 800, 1000, dan 1200 rpm).

### Hasil dan Pembahasan

Asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis selanjutnya didistilasi untuk mendapatkan asap cair yang lebih jernih dan bebas dari kandungan zat berbahaya. Selanjutnya, distilat akhir akan diuji secara fisik meliputi pengujian densitas, pH, warna, dan konsentrasi asam asetat. Hasil uji karakteristik asam asetat hasil distilasi asap cair variasi waktu dan kecepatan pengadukan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Karakteristik asam asetat hasil distilasi asap cair variasi waktu

Waktu (menit)	Yield (%)	Warna	pH	Densitas (g/mL)	Konsentrasi Asam Asetat (N)
130	0,818	Kuning Jernih	2	-	7,667
140	1,402	Kuning Jernih	2	-	10,043
150	2,102	Kuning Jernih	2,1	-	13,915
160	2,803	Kuning Jernih	2,4	1,025	13,57
170	3,738	Kuning Jernih	2,5	1,026	11,638

Tabel 4. Karakteristik asam asetat hasil ditilasi asap cair variasi kecepatan putaran pengadukan

Kecepatan Putaran Pengadukan (rpm)	Yield (%)	Warna	pH	Densitas (g/ml)	Konsentrasi Asam Asetat (N)
400	5,373	kuning jernih	2	1,015	8,234
600	4,672	kuning jernih	2	1,01	8,847
800	3,504	kuning kecoklatan	2	1,024	12,696
1000	3,504	kuning jernih	2	1,018	10,166
1200	3,037	kuning kecoklatan	2	1,019	10,626

Asap cair sebelum didistilasi memiliki nilai pH yang masih tinggi, yaitu sebesar 3,2. Karena asap cair sebelum distilasi masih banyak mengandung senyawa lain yang terdapat didalamnya, seperti fenol, karbonil, tar dan

lain-lain. Sementara pada hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Kuncoro, 2014), nilai pH asap cair bernilai 3,5. Distilat asap cair pada variasi suhu memiliki nilai pH yang cenderung turun/semakin kecil. Artinya dengan semakin meningkatnya suhu didih, kadar asam yang dihasilkan ketiga senyawa tersebut semakin besar. Kadar asam paling besar dihasilkan oleh asam propanoat yang dipisahkan pada suhu 141°C. Sedangkan, distilat lain memiliki nilai pH 3 atau nilai keasamannya lebih kecil dari asam propanoat dikarenakan adanya air yang terikut dalam distilat.

Sementara itu, asap cair yang dipisahkan sesuai sifat fungsional asam yaitu asam asetat memiliki nilai *range* pH 2,0-2,5 pada variasi waktu distilasi. Hal ini menunjukkan bahwa asap cair hasil distilasi mengandung banyak senyawa asam terutama asam asetat. Sementara itu, pH asap cair hasil distilasi pada variasi waktu juga meningkat dengan bertambahnya waktu distilasi. Artinya kadar asam yang terdapat pada asap cair hasil distilasi menurun dengan meningkatnya waktu distilasi. Hal tersebut dimungkinkan masih adanya air yang terikut pada pemisahan asam asetat dengan distilasi tersebut, sehingga menyebabkan nilai derajat keasaman juga meningkat. Dibandingkan dengan nilai pH dari asap cair sebelum didistilasi, pH asap cair hasil distilasi lebih kecil dari yang sebelum didistilasi.

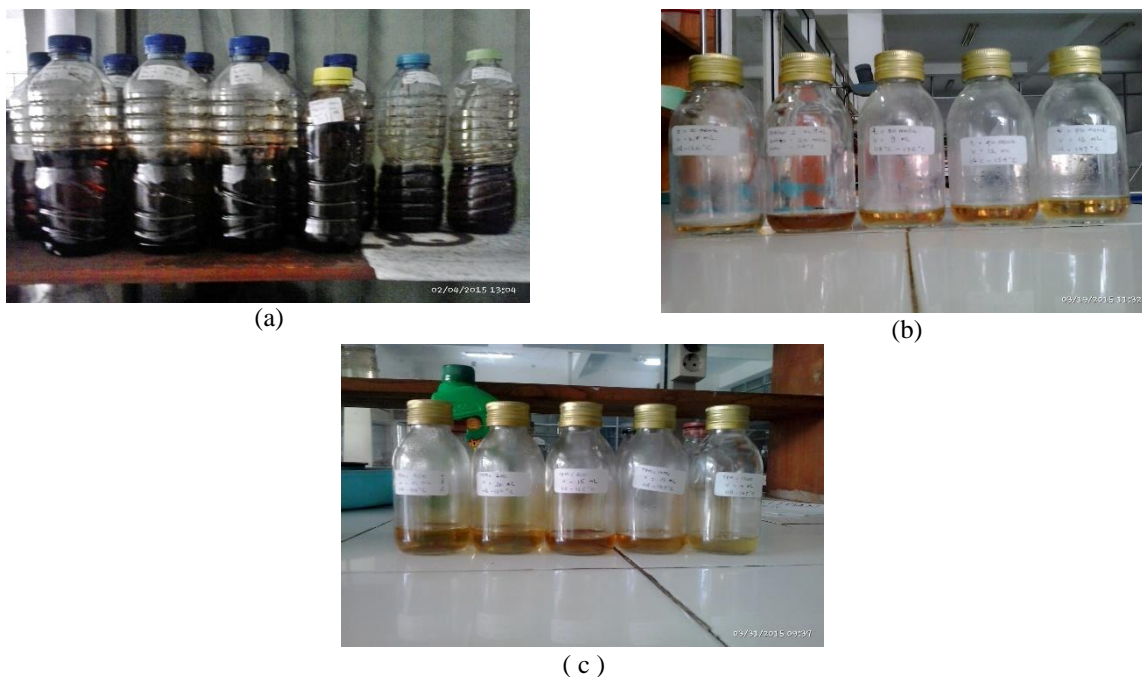
Menurut (Widiya dkk, 2013), nilai pH dari asam asetat hasil distilasi semakin kecil dengan bertambahnya waktu distilasi. Sehingga hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Widiya. Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan bahan baku yang digunakan sehingga terdapat perbedaan senyawa-senyawa yang terkandung dalam bahan baku kulit durian dan kayu glugu. Selain itu, nilai derajat keasamaan juga diujikan pada asap cair hasil distilasi dengan variasi kecepatan putaran pengadukan.

Berdasarkan Pada Tabel 2, densitas dari ditunjukkan pada distilat variasi suhu mengalami kenaikan dan penurunan. Sedangkan pada Tabel 4.7 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu distilasi densitas asap cair hasil distilasi semakin meningkat. Namun, densitas asap cair dengan ketiga variasi waktu pertama tidak terukur karena jumlah distilat tidak mengisi seluruh volum piknometer yaitu 10 mL. Densitas asap cair hasil distilasi lebih kecil dibandingkan dengan sebelum distilasi. Diketahui pada hasil penelitian Kuncoro (2014), densitas asap cair pada suhu 450°C sebesar 1,0744 g/mL. Besarnya densitas asap cair sebelum distilasi dipengaruhi oleh adanya senyawa tar dalam asap cair yang tidak dapat larut dan juga adanya senyawa-senyawa lain yang lebih berat.

Sementara itu, densitas asap cair tertinggi pada variasi putaran pengadukan 800 rpm sebesar 1,024 g/mL. Hal tersebut disebabkan oleh adanya senyawa tar yang masih ikut teruapkan pada saat proses distilasi. Nilai densitas asap cair hasil distilasi pada penelitian ini mendekati dengan nilai densitas asap cair yang beredar di pasaran dengan bahan baku tempurung kelapa yaitu sebesar 1,026 g/mL (Fachraniah dkk, 2009).

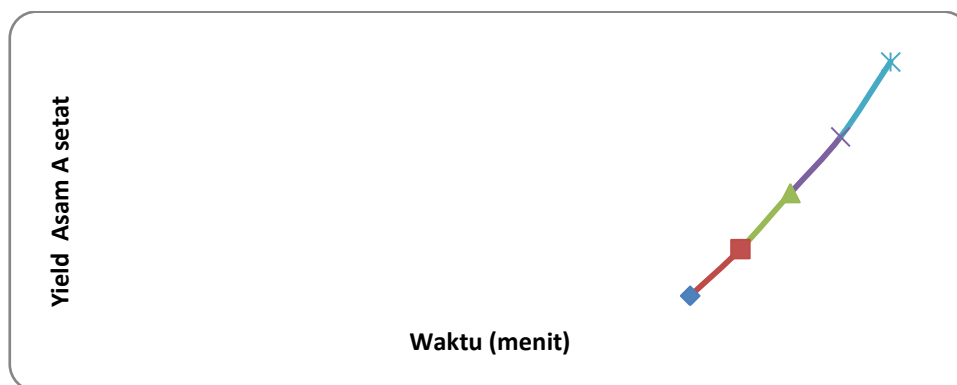
Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan bahwa konsentrasi asam asetat pada variasi waktu distilasi dan variasi kecepatan pengadukan mengalami kenaikan dan penurunan. Konsentrasi asam asetat di atas merupakan konsentrasi asam asetat sebelum dilakukan pengenceran. Terlihat bahwa waktu distilasi untuk menghasilkan konsentrasi asam asetat yang optimum yaitu 150 menit dengan konsentrasi asam asetat sebesar 13,915 N. Sedangkan pada variasi kecepatan putaran pengadukan, dipilih waktu distilasi 50 menit karena pada waktu tersebut menghasilkan volum asam asetat yang paling banyak dari variasi sebelumnya. Menurut Widiya dkk, (2013) kadar asam asetat meningkat dengan semakin bertambahnya waktu distilasi. Dengan suhu maksimum untuk menghasilkan asap cair *grade* 1 adalah 125°C dan waktu minimum yang dibutuhkan 30 menit. Kadar asam yang diperoleh sebesar 20,53%. Hal tersebut tentunya berbeda dengan hasil penelitian ini. Pada asam asetat hasil distilasi waktu 40 dan 50 menit, diketahui masih terdapat tar yang terikut didalam asam asetat yang dititrasi, sehingga dengan adanya tar dapat mempengaruhi konsentrasi asam asetat itu sendiri. Penurunan konsentrasi asam asetat pada waktu ditilasi juga dapat disebabkan oleh asam asetat yang telah teroksidasi oleh udara yang mengakibatkan asam asetat hasil distilasi berwarna keruh dan tidak sejernih semula. Sedangkan pada variasi kecepatan putaran pengadukan, konsentrasi asam mengalami kenaikan dan penurunan. Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa konsentrasi optimum terjadi pada kecepatan pengadukan 800 rpm dengan konsentrasi sebesar 12,696 N. Penyebab dari naik-turunnya konsentrasi asam pada kecepatan pengadukan juga dipengaruhi oleh kadar tar yang terdapat dalam asam asetat dan asam yang telah teoksidasi karena waktu penyimpanan yang cukup lama.

Warna hasil distilasi asap cair dari kayu glugu dapat dilihat pada Gambar 1. Asap cair sebelum didistilasi memiliki warna coklat kemerahan dan berwarna hitam dibagian bawah karena adanya tar dalam asap cair tersebut. Setelah didistilasi, asap cair yang dihasilkan berwarna kuning dan lebih jernih. Namun, pada variasi kecepatan putaran pengadukan 800 rpm dan 1200 rpm, asap cair yang dihasilkan berwarna kuning kecoklatan. Warna coklat ini berasal dari senyawa tar yang masih ikut teruapkan pada proses distilasi. Tar bersifat tidak larut dalam asap cair, sehingga tar akan membentuk lapisan di bagian atas asap cair dan apabila teroksidasi oleh udara sekitar akan mengakibatkan warna asap cair berubah menjadi kecoklatan. Jadi, penilaian warna asap cair sebaiknya dilakukan sebelum proses oksidasi terhadap asap cair terjadi.



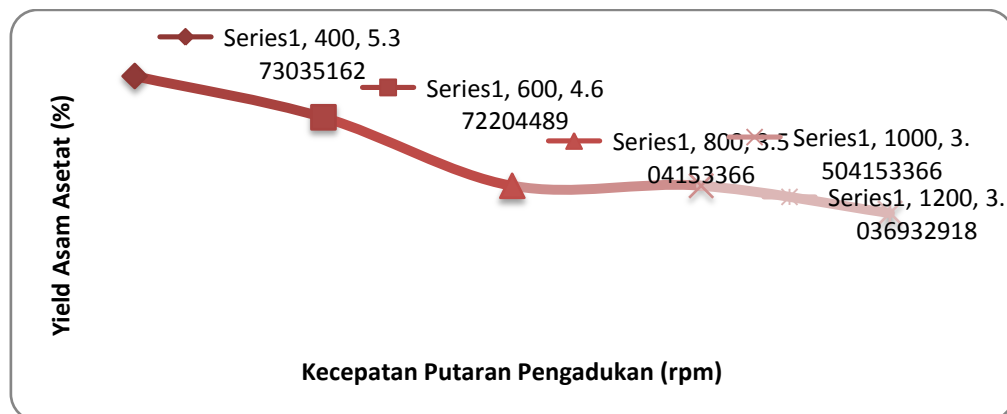
Gambar 1. (a) Warna asap cair sebelum distilasi (b) Warna setelah distilasi pada variasi waktu dan (c) Warna setelah distilasi pada variasi pengadukan

Selain uji warna, pH, densitas, dan konsentrasi asam asetat. *Yield* asam asetat dapat dilihat pada Gambar 2, *yield* produk mengalami kenaikan dengan semakin lamanya waktu distilasi. *Yield* asam asetat diperoleh dari perbandingan massa produk dengan massa umpan. Dimana massa asam asetat pada variasi waktu distilasi berbanding lurus dengan volum asam asetat yang dihasilkan. Sehingga dengan semakin lamanya waktu distilasi, massa produk yang terdistilasi akan semakin banyak karena waktu untuk bahan tersebut menguap menjadi lebih lama dan zat terdistilasi akan lebih banyak. Dari gambar tersebut menunjukkan waktu optimum untuk menghasilkan *yield* asam asetat yang tinggi yaitu selama 170 menit.



Gambar 3. Pengaruh waktu distilasi terhadap *Yield* Asam Asetat

Sedangkan dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan semakin cepatnya putaran pengadukan pada distilasi asap cair tersebut menyebabkan *yield* asam asetat yang diperoleh cenderung menurun. Kecepatan putaran pengadukan berpengaruh pada kecepatan bertumbukan partikel yang satu dengan yang lain dari bahan tersebut. Dengan semakin cepatnya putaran pengadukan maka bahan tersebut akan semakin cepat bertumbukan dengan partikel lainnya yang mengakibatkan bahan menjadi cepat panas dan suhu distilasi mengalami kenaikan yang cukup tinggi dari suhu yang tertera pada *thermocouple* hingga mencapai 160°C. Akibat suhu distilasi yang terlampaui tinggi, maka proses pemanasan yang berlangsung pada distilasi terhenti, sehingga menyebabkan cairan yang teruapkan menjadi lebih sedikit dan distilat yang tertampung juga berkurang. Pada Gambar 3 menunjukkan kecepatan putaran yang optimal untuk menghasilkan *yield* asam asetat adalah 400 rpm dengan *yield* yang dihasilkan sebesar 5,373%.



Gambar 3. Pengaruh Kecepatan Putaran Pengadukan terhadap Yield Asam Asetat

### Kesimpulan

1. Waktu distilasi yang optimum untuk menghasilkan *yield* asam asetat hasil distilasi asap cair adalah 170 menit, dengan *yield* asam asetat yang dihasilkan sebesar 3,738 %
2. Kecepatan putaran pengadukan yang optimum untuk menghasilkan *yield* asam asetat hasil distilasi asap cair adalah 400 rpm dengan *yield* asam asetat sebesar 5,373%.
3. Nilai dari derajat keasamaan (pH) dari asam asetat pada variasi waktu distilasi semakin meningkat dengan lamanya waktu distilasi. Sedangkan, pada variasi kecepatan pengadukan pH asam asetat cenderung sama yaitu 2.
4. Nilai konsentrasi asam asetat tertinggi yaitu 13,951 N pada waktu distilasi 150 menit dan konsentrasi 12,696 N pada kecepatan putaran pengadukan 800 rpm

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Koordinator Perguruan Tinggi Swasta Wilayah VI Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah membiayai penelitian ini sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Tahun 2015 Program Penelitian Kerjasama Antar Perguruan Tinggi Nomor 135.52/A.3-III/LPPM/IV/2015 tanggal 21 April 2015. Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, S.U., Ph.D. dan Prof. Panut Mulyono, M.Eng., D.Eng. sebagai peneliti mitra pada program Hibah Kerjasama Antar Perguruan Tinggi (Hibah Pekerti) dan Teresia Widi Kirana yang membantu dalam penelitian di laboratorium.

### Daftar Pustaka

- Darmadji P., (2002), "Optimasi Pemurnian Asap Cair dengan Metode Redistilasi", *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol. XIII (3), hal 267-271.
- Departemen Kehutanan., (2008), "*Statistik Kehutanan Indonesia 2007*", Departemen Kehutanan Indonesia, Jakarta, hal 171.
- Dewan Riset Nasional., (2010), "Agenda Riset Nasional 2010-2014" Dewan Riset Nasional, Jakarta.
- Fachraniah, Fona, Z., dan Rahmi, Z., (2009), "Peningkatan Kualitas Asap Cair dengan Distilasi", *Jurnal Reaksi*, Vol. 7(14), pp. 1-11.
- Fatimah I., Nugraha, J., (2005), "Identifikasi Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Jati Menggunakan Principal Component Analysis", *Jurnal Ilmu Dasar*, Vol. 6 (1) pp.41-47.
- Fretheim, K., Granum P.E., and Vold E., (1980), "Influence of Generation Temperature on the Chemical Composition, Antioxidative, and Antimicrobial Effects of Wood Smoke", *Journal of Food Sci*, 45, pp. 999-1007.
- Girard, J.P., (1992), "*Technology of Meat and Meat Products*", Ellis Horwood, New York, pp. 165-201.
- Hambali E., Mujdalifah S., Tambunan AH, Pattiwiri AW, Hendroko R., (2007), "Teknologi Bioenergi", Agro Media Pustaka, Jakarta.

- Kuncoro, Y.R., (2014), "*Laporan Penelitian Pengaruh Suhu dan Perbandingan Katalis Zeolit terhadap Karakteristik Produk Hasil Pirolisis Serbuk Gergaji Kayu Glugu*", Laporan Penelitian, Program Studi Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia.
- Luditama, C., (2006), "*Isolasi dan Pemurnian Bahan Pengawet Alami Berbahan Dasar Tempurung dan Sabut Kelapa Secara Pirolisis dan Distilasi*", Skripsi S1, Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Indonesia, hal 37.
- Qi, Z., (2006), "*Review of Biomass Pyrolysis Oil Properties and Upgrading Research*" Elsevier, Energy Conversion and Management.
- Yulistiani, R., (2008), "*Monograf Asap Cair Sebagai Bahan Pengawet Alami Pada Produk Daging dan Ikan*", UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya, hal 50-53.
- Widiya, Idral, dan Zultiniar, (2013), "*Pengaruh Suhu dan Waktu Distilasi Terhadap Komposisi Kimia Asap Cair Dari Kulit Durian*", Skripsi S1, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Riau, Indonesia.
- Maga, J.A., (1988), "*Smoke in Food Processing*", CRC Press-Inc, Boca Raton Florida, 1-3; pp. 113 -138.
- Kartal, S.N., Imamura Y., Tsuchiya F., Ohsato K., (2004), "Preliminary Evaluation of Fungicidal and Termiticidal Activity of Filtrates from Biomassa Sharry Fuel Production", *Journal Bioresource Technology*, Vol. 95, pp. 4147.