

PIROLISIS CANGKANG SAWIT MENJADI ASAP CAIR (*LIQUID SMOKE*)

Padil, Sunarno. Tri Andriyasih

Palm Industry and Energy Research Group (PIEReG)
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km 12,5 Panam-Pekanbaru

ABSTRAK

Pemerintah Indonesia mengandalkan beberapa sektor dalam menggerakkan roda perekonomian masyarakat. Salah satu sektor yang menjadi andalan adalah sektor perkebunan. Usaha perkebunan yang berkembang menjadi industri skala besar adalah kelapa sawit yang menghasilkan produksi minyak sawit yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Industri kelapa sawit selain menghasilkan produk minyak juga akan menghasilkan produk samping atau limbah, baik limbah padat, cair dan gas. Pada penelitian ini digunakan cangkang sawit sebagai bahan baku pembuatan asap cair. Tujuan penelitian ini adalah menentukan suhu dan waktu pirolisis yang optimum, dan menganalisis senyawa-senyawa yang terkandung di dalam asap cair yaitu senyawa asam, senyawa fenol dan benzopyren sesudah dilewatkan kolom adsorber. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pirolisis dan kondensasi. Mula-mula cangkang sawit dianalisis kadar air, hemiselulosa, selulosa dan lignin. Kemudian cangkang sawit dimasukkan ke dalam reaktor dengan suhu pirolisis 250-550 °C pada waktu tetap 270 menit. Asap yang keluar dari reaktor akan mengalir ke kondensor dan keluar menjadi asap cair. Langkah selanjutnya yaitu melakukan variasi terhadap waktu pirolisis dari waktu 30-270 menit pada suhu pirolisis optimum untuk mendapatkan waktu pirolisis optimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum pembuatan asap cair yaitu pada suhu pirolisis 350 °C dengan waktu pirolisis 90 menit. Pada kondisi ini, kadar asam asetat sebesar 9,622 % dan kadar fenol sebesar 4,107 %. Rendemen asap cair yang dihasilkan akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan suhu pirolisis dan rendemen asap cair pada permulaan waktu pirolisis mengalami peningkatan kemudian mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya waktu pirolisis. Senyawa benzopyren dalam asap cair dengan rentang suhu 250-550 °C tidak terdeteksi. Hal ini disebabkan adanya kemungkinan senyawa tersebut ikut teradsorpsi saat dilewatkan ke kolom adsorber

Kata Kunci : cangkang sawit, pirolisis, asap cair, rendemen, asam asetat, fenol, benzopyren

Pendahuluan

Di Provinsi Riau perkembangan kegiatan perkebunan menunjukkan kecenderungan yang semakin meningkat. Salah satu usaha perkebunan yang berkembang menjadi industri skala besar adalah industri kelapa sawit. Perkebunan kelapa sawit di Riau cukup besar perkembangannya. Data dari PT. Inti Indosawit Subur (2008) menyatakan bahwa setiap satuan massa tandan buah segar (TBS) mempunyai kandungan minyak sawit mentah sebesar 40%, kernel 6%, cangkang sawit 7%, tandan kosong sawit (TKS) 22%, sabut sawit 15% dan pelepah sawit 10%. Jadi jumlah limbah padat sawit meningkat setiap tahunnya sejalan dengan peningkatan minyak sawit mentah. Data dari PTPN V (2008) menyatakan bahwa pada tahun 2007 cangkang sawit yang dihasilkan sekitar 8.209.559 kg dan dari jumlah tersebut yang digunakan untuk boiler sekitar 246.287 kg dan sisanya sekitar 7.963.272 kg belum termanfaatkan. Mengingat jumlah sisa cangkang sawit yang

belum dimanfaatkan secara optimal cukup besar, maka perlu dilakukan penelitian untuk memanfaatkan cangkang sawit tersebut sehingga diperoleh suatu produk yang bernilai ekonomis, salah satunya yaitu asap cair (*liquid smoke*) (Padil, 2005).

Metode yang digunakan dalam penelitian pembuatan asap cair ini yaitu metode pirolisis dan kondensasi. Setelah asap cair diperoleh, kemudian asap cair dilewatkan pada kolom adsorber untuk mengurangi komponen yang bersifat karsinogenik yang terdapat di dalam asap cair. Dengan dikurangnya komponen berbahaya ini, maka asap cair aman dikonsumsi oleh manusia. Variabel yang diteliti adalah suhu pirolisis dan waktu pirolisis. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan suhu dan waktu pirolisis yang optimum. Disamping itu, akan dilakukan analisis terhadap produk asap cair. Analisis yang dilakukan antara lain analisis senyawa fenol, asam asetat dan *benzopyren* sesudah dilewatkan kolom adsorber.

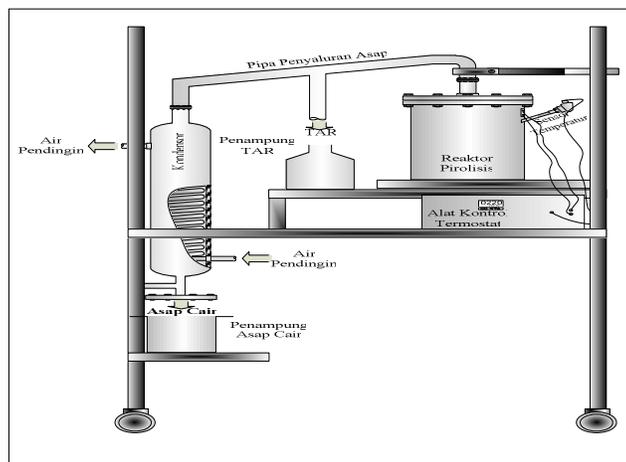
Metode Penelitian

Bahan yang digunakan meliputi

- Cangkang sawit yang diperoleh dari Kabupaten Rokan Hulu tepatnya Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Sinar Mas dengan komposisi : 8,04 % kadar air, 23,7 % hemiselulosa, 46,37 % selulosa dan 34,29 % lignin (Balai Besar *Pulp* dan Kertas, 2007).
- Reagen kimia yang terdiri dari $H_2C_2O_4$, $2H_2O$, indikator *phenol phtalein*, NaOH 0,1 N, Na_2CO_3 , reagen Folin-Ciocalteu.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain reaktor pirolisis, pipa penyaluran asap, penampung tar, kondensator, penampung asap cair, sensor temperatur, alat kontrol termostat, oven dan peralatan gelas di laboratorium sesuai dengan prosedur kerja.

Rangkaian alat produksi asap cair dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Rangkaian Alat Produksi Asap Cair (*Liquid Smoke*)

Prosedur penelitian

Proses pembuatan asap cair dimulai dengan mempersiapkan bahan baku. Cangkang sawit dikeringkan sampai kadar air 8,04 %. Lalu cangkang sawit dianalisis kadar hemiselulosa, selulosa dan ligninnya. Pada penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan variasi terhadap variabel suhu dengan waktu 270 menit. Waktu ini diperoleh dari hasil penelitian pendahuluan. Cangkang sawit dimasukkan ke dalam reaktor dengan berat cangkang sawit seberat 250 gram, kemudian reaktor ditutup rapat agar tidak ada asap yang keluar dari reaktor pada saat terjadinya proses pirolisis. Proses pirolisis dilaksanakan pada temperatur 250-550°C dengan waktu 270 menit. Asap yang keluar dari reaktor akan mengalir ke kondensator melalui pipa penyaluran asap. Pada pipa ini, terdapat selang yang dihubungkan ke botol penampung untuk menampung tar. Ke dalam kondensator dialirkan air pendingin dengan suhu kamar sehingga asap mengalami kondensasi. Setelah asap mengalami kondensasi, maka asap tersebut akan menjadi cair dimana cairan ini akan mengalir ke penampung asap cair. Ulangi langkah diatas untuk temperatur 300, 350, 400, 450, 500, 550 °C

dengan waktu setiap suhu yaitu 270 menit. Setelah diperoleh data rendemen asap cair kemudian dibuat tabel dan grafik. Selain dari tabel dan grafik, juga dilakukan analisis terhadap asap cair untuk menentukan suhu pirolisis optimum. Setelah diperoleh suhu pirolisis optimum, lalu dilakukan variasi pada variabel waktu dengan rentang waktu 30 menit sampai mencapai waktu 270 menit. Setelah diperoleh data rendemen asap cair, lakukan hal yang sama seperti diatas sehingga diperoleh waktu pirolisis optimum.

Analisis asap cair

- Penentuan keasaman asap cair dengan metode titras dan penentuan senyawa Fenol pada asap cair Dengan metode Senter dengan sedikit modifikasi.
- Penentuan konsentrasi *Benzopyren* pada asap cair dengan menggunakan GC-MS..

Hasil dan Pembahasan

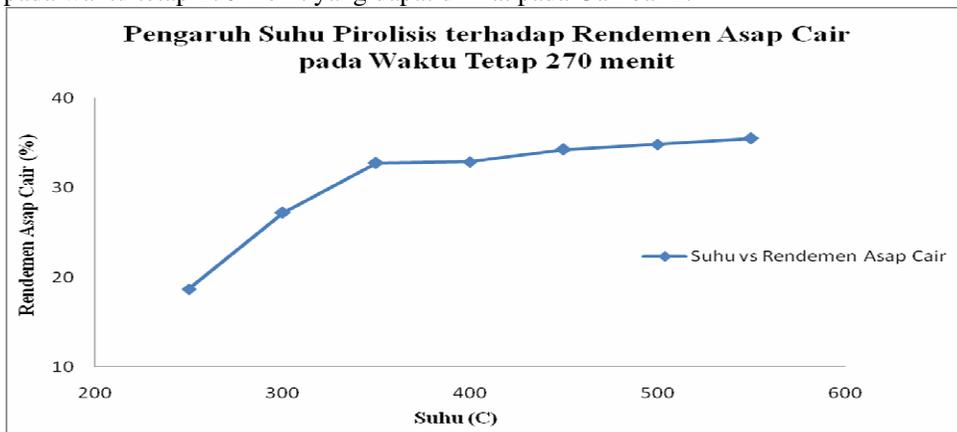
Analisis Data Suhu Pirolisis

Suhu pirolisis sangat berpengaruh dalam mendapatkan rendemen asap cair. Pengaruh suhu pirolisis terhadap rendemen asap cair pada waktu tetap 270 menit dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Suhu Pirolisis Terhadap Rendemen Asap Cair pada Waktu Tetap 270 Menit

T (°C)	250	300	350	400	450	500	550
Rendemen asap cair (%)	18,68	27,2	32,76	32,88	34,24	34,84	35,48

Berdasarkan Tabel 1 dibuat grafik pengaruh suhu pirolisis terhadap rendemen asap cair pada waktu tetap 270 menit yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Suhu Pirolisis terhadap Rendemen Asap Cair pada Waktu Tetap 270 menit

Dari Gambar 2 terlihat bahwa pada suhu 250 sampai 350 °C terjadi kenaikan rendemen asap cair yang relatif besar sedangkan pada suhu 400 sampai 550 °C kenaikan rendemen asap cair tidak signifikan. Cangkang sawit mengandung komponen seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin yang mengalami proses pirolisis dan dengan kenaikan suhu maka komponen-komponen ini akan terlepas (terdekomposisi) dari cangkang. Dekomposisi hemiselulosa terjadi pada suhu 200-260 °C dilanjutkan dengan dekomposisi selulosa pada suhu 260-300 °C, sedangkan dekomposisi lignin terjadi diatas suhu 300 °C (Maga, 1987 dalam Santosa, 2007). Oleh karena itu, pada suhu 250 sampai 350 °C rendemen asap cair yang diperoleh relatif besar dan pada suhu 400 sampai 550 °C kenaikan rendemen asap cair kecil (mendekati konstan) karena komponen-komponen dalam cangkang sawit sudah mengalami dekomposisi. Hal ini sama dengan tesis Santosa (2007) dan tesis Rahmah (2007) bahwa rendemen asap cair akan semakin meningkat dengan kenaikan suhu pirolisis.

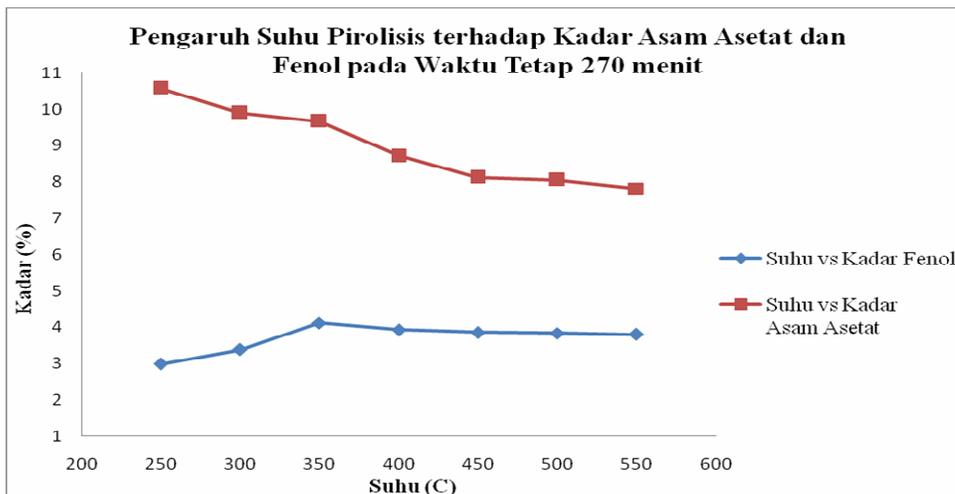
Dalam penentuan suhu pirolisis optimum pada penelitian ini, langkah selanjutnya yaitu analisis asap cair. Analisis yang dilakukan yaitu analisis senyawa asam asetat, fenol dan *benzopyren*.

Senyawa Asam Asetat dan Fenol

Sebelum asap cair dianalisa kadar asam asetat dan fenolnya terlebih dahulu dilakukan proses adsorpsi dengan menggunakan arang aktif sebagai adsorben. Proses adsorpsi bertujuan untuk mengurangi senyawa karsinogenik (*benzopyren*) pada asap cair. Setelah proses adsorpsi, kemudian asap cair dianalisa kadar asam asetat dan fenolnya. Hasil dari pengaruh suhu pirolisis terhadap kadar asam asetat dan fenol yang terdapat dalam asap cair pada waktu tetap 270 menit dapat dilihat pada Tabel.2 dan Gambar 3. berikut ini.

Tabel 2 Pengaruh Suhu Pirolisis Terhadap Kadar Asam Asetat dan Fenol pada Waktu Tetap 270 Menit

No.	Suhu (°C)	Asam asetat (%)	Fenol (%)
1	250	10,572	2,986
2	300	9,901	3,378
3	350	9,659	4,121
4	400	8,714	3,925
5	450	8,127	3,855
6	500	8,057	3,841
7	550	7,811	3,799



Gambar 3. Pengaruh Suhu Pirolisis Terhadap Kadar Asam Asetat dan Fenol pada Waktu Tetap 270 Menit

Dari Gambar 3 menunjukkan bahwa kadar asam asetat terus mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena komponen hemiselulosa pembentuk asam asetat mengalami dekomposisi pada suhu 200-260 °C. Pada suhu 250-350 °C, kadar asam asetat mengalami penurunan yang tidak signifikan karena pada suhu-suhu ini hemiselulosa terdekomposisi membentuk asam asetat paling besar pada suhu 250 °C. Jadi pada suhu 300-350 °C, penurunan kadar asam asetat yang dihasilkan kecil sedangkan pada suhu 400-550 °C, kadar asam asetat mengalami penurunan yang berarti. Hal ini disebabkan karena kemampuan hemiselulosa membentuk asam asetat semakin menurun dengan kenaikan suhu, hal ini sama dengan Santosa (2007) setelah diperoleh kadar asam asetat optimum kemudian kadar asam asetat dalam asap cair akan menurun dengan kenaikan suhu pirolisis.

Sedangkan kadar fenol mengalami kenaikan dari suhu 250 sampai 350 °C kemudian mengalami penurunan dan mendekati konstan sampai suhu 550 °C. Hal ini disebabkan karena dekomposisi lignin yang menghasilkan fenol terjadi pada suhu di atas 300 °C sehingga kadar fenol yang didapat pada suhu 350 °C besar. Kadar fenol mengalami penurunan disebabkan karena semakin tinggi suhu maka lignin dalam cangkang sawit akan semakin berkurang terdekomposisi menjadi asap, hal ini sesuai dengan yang dilakukan Santosa (2007) setelah diperoleh kadar fenol

optimum kemudian kadar fenol dalam asap cair akan mengalami penurunan seiring dengan kenaikan suhu pirolisis.

Jadi, suhu pirolisis optimum dicapai pada suhu 350 °C dengan kadar asam asetat sebesar 9,659 % dan kadar fenol sebesar 4,121 %. Hasil penelitian ini tidak berbeda jauh jika dibandingkan dengan kesimpulan Santosa (2007). Santosa (2007) memperoleh suhu pirolisis optimum pada suhu 310 °C dengan kadar asam asetat sebesar 4,28 % dan kadar fenol sebesar 2,58 %. Perbedaan komposisi dalam asap cair dari penelitian penulis dan Santosa disebabkan perbedaan jenis bahan baku, komponen penyusun bahan baku dan kadar air bahan baku yang digunakan.

Senyawa *Benzopyren*

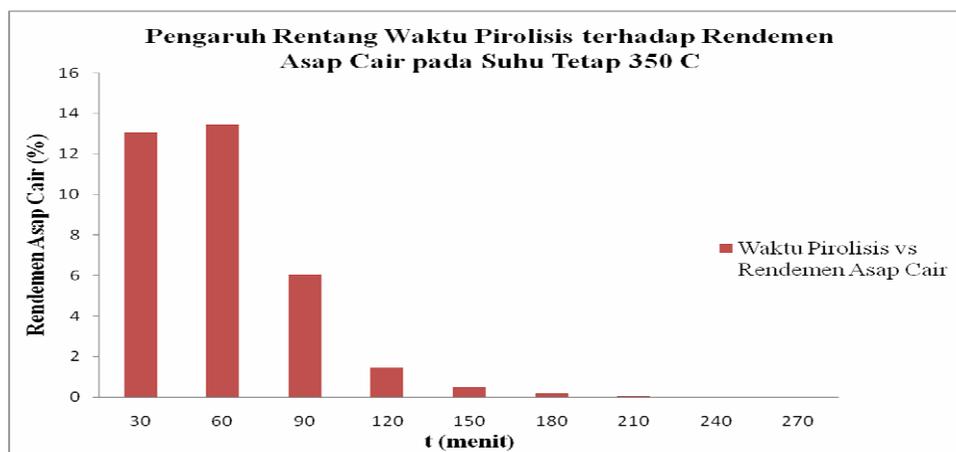
Untuk menganalisis senyawa *benzopyren* di dalam asap cair maka sebelumnya asap cair dilewatkan ke dalam kolom adsorber dengan adsorben arang aktif. Selanjutnya *benzopyren* dalam asap cair dianalisa dengan GC-MS. Namun senyawa ini tidak terdeteksi. Kemungkinan senyawa *benzopyren* ikut teradsorbsi saat dilewatkan ke kolom adsorber sehingga saat dianalisis dengan menggunakan GC-MS senyawa *benzopyren* tidak terdeteksi. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis terhadap asap cair sebelum dilewatkan kolom adsorber untuk mengetahui pengaruh dari proses adsorbsi.

Analisis Data Waktu Pirolisis

Data pengaruh waktu pirolisis terhadap rendemen asap cair dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 6.

Tabel 3 Pengaruh Rentang Waktu Pirolisis Terhadap Rendemen Asap Cair pada Suhu Tetap 350 °C

t(men)	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270
Rendemen asap cair (%)	13,04	13,44	6,04	1,44	0,48	0,2	0,04	0	0



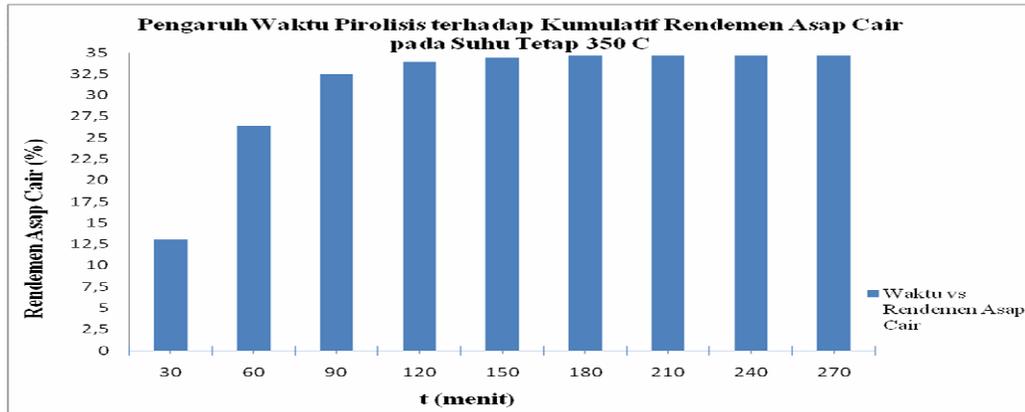
Gambar 6 Pengaruh Rentang Waktu Pirolisis Terhadap Rendemen Asap Cair pada Suhu Tetap 350 °C

Dari Gambar 6, terlihat bahwa rendemen asap cair pada permulaan waktu pirolisis mengalami peningkatan kemudian mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya waktu pirolisis. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa rendemen asap cair terbesar diperoleh pada waktu 60 menit yang disebabkan komponen-komponen dalam cangkang sawit terdekomposisi menjadi produk asap cair sedangkan pada waktu 90 sampai 270 menit rendemen asap cair mulai berkurang dan mencapai nol disebabkan komponen-komponen dalam cangkang sawit telah terdekomposisi membentuk komponen utama penyusun asap cair.

Pengaruh waktu pirolisis terhadap kumulatif rendemen asap cair pada suhu tetap 350 °C dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 7 berikut.

Tabel 4. Pengaruh Waktu Pirolisis terhadap Kumulatif Rendemen Asap Cair pada Suhu Tetap 350 °C

t(men)	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270
Rendemen asap cair (%)	13,0	26,5	32,5	34,0	34,4	34,6	34,7	34,7	34,7



Gambar 7 Pengaruh Waktu Pirolisis terhadap Kumulatif Rendemen Asap Cair pada Suhu Tetap 350 °C

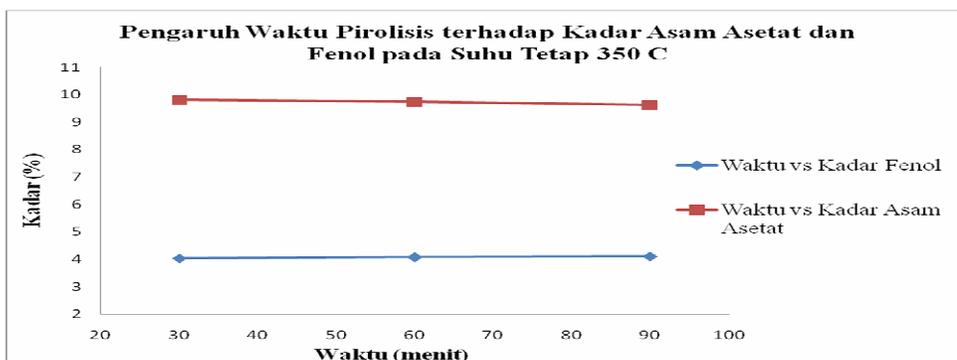
Dalam penentuan waktu pirolisis optimum, langkah selanjutnya yaitu analisis asap cair. Analisis yang dilakukan yaitu analisis senyawa asam asetat, fenol dan *benzopyren*.

Senyawa Asam Asetat dan Fenol

Dari Tabel 3, waktu yang dapat diambil untuk dianalisis kadar asam asetat dan fenolnya yaitu dari waktu 30 sampai 90 menit. Hal ini disebabkan karena pada waktu 120 menit, rendemen asap cair yang dihasilkan sedikit sehingga untuk melakukan proses adsorpsi tidak memungkinkan. Dalam menganalisis senyawa asam asetat dan fenol asap cair, perlakuan sebelum dianalisis sama seperti analisis senyawa asam asetat dan fenol sebelumnya. Hasil dari pengaruh waktu pirolisis terhadap kadar asam asetat dan fenol yang terdapat dalam asap cair pada suhu tetap 350 °C dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5 Pengaruh Waktu Pirolisis Terhadap Kadar Asam Asetat dan Fenol pada Suhu Tetap 350 °C

No.	Waktu (menit)	Asam asetat (%)	Fenol (%)
1	30	9,809	4,037
2	60	9,739	4,079
3	90	9,622	4,107



Gambar 8. Pengaruh Waktu Pirolisis Terhadap Kadar Asam Asetat dan Fenol pada Suhu Tetap 350 °C

Dari Gambar 8, terlihat bahwa kadar asam asetat mengalami penurunan dari waktu 30 sampai 90 menit. Hal ini disebabkan komponen hemiselulosa pembentuk asam asetat semakin berkurang dengan meningkatnya waktu. Sedangkan kadar fenol mengalami kenaikan dari waktu 30 sampai 90 menit yang disebabkan komponen lignin pembentuk fenol terdekomposisi pada suhu ini sehingga dengan meningkatnya waktu maka kadar fenol yang dicapai juga meningkat. Jadi, dari grafik dapat disimpulkan bahwa waktu pirolisis optimum dicapai pada waktu 90 menit dengan kadar asam asetat sebesar 9,622 % dan kadar fenol sebesar 4,107 %.

Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang diperoleh dari penelitian "Pirolisis Cangkang Sawit Menjadi Asap Cair (*Liquid Smoke*)" adalah :

- Kondisi optimum pembuatan asap cair yaitu pada suhu pirolisis 350 °C dengan waktu pirolisis 90 menit. Pada kondisi ini, kadar asam asetat sebesar 9,622 % dan kadar fenol sebesar 4,107 %
- Rendemen asap cair yang dihasilkan akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan suhu pirolisis
- Rendemen asap cair pada permulaan waktu pirolisis mengalami peningkatan kemudian mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya waktu pirolisis
- Senyawa *benzopyren* dalam asap cair dengan rentang suhu 250-550 °C tidak terdeteksi.

Daftar Pustaka

- 1].Balai Besar *Pulp* dan Kertas, 2007, *Laporan Hasil Uji*, Bandung.
- 2].Balitbang Provinsi Riau, 2008, *Sub Sektor Perkebunan*, <http://balitbang.riau.go.id>, 12 Juli 2008.
- 3].BPS Riau, 2006, *Riau Dalam Angka 2006*, <http://www.bps.go.id>, 19 April 2007.
- 4].Dinas Perkebunan Provinsi Riau, 2005, *Perkebunan*, <http://www.riau.go.id>, 19 April 2007.
- 5].Lukman, 2005, *Tempurung Kelapa Sawit*, Jurnal INFO RISTEK, Vol. 3, No. 1, Hal 1.
- 6].Padil, 2005, *Rancangan Proses Pengolahan Limbah Padat Sawit Menjadi Asap Cair (Liquid Smoke)*, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Oleo dan Petrokimia Indonesia 2005, hal AO2, Pekanbaru, 2005.
- 7].PT. Inti Indosawit Subur, 2008, *Laboratorium PMKS Buatan I*, Kabupaten Pelalawan, Riau.
- 8].PTPN V, 2008, *Data Produksi PTPN V*, Sungai Galuh, Riau.
- 9].Rahmah, S., 2007, *Pengaruh Suhu Pirolisis, Proses Redestilasi dan Perlakuan Mekanik Terhadap Rendemen dan Kualitas Asap Cair Tempurung Kelapa*, Tesis Hal. 7-11, Universitas Gadjah Mada.
- 10].Santosa,S.I., 2007, *Asap Cair (Liquid Smoke) dari Sampah Organik dengan Proses Pirolisis*, Tesis Hal. 4-13, Universitas Gadjah Mada.
- 11].Tranggono, Suhardi, dan Setiaji A.H.B., 1997, *Produksi asap cair dan Penggunaannya Pada Pengolahan Beberapa Bahan Makanan Khas Indonesia*, Laporan Akhir Riset Unggulan Terpadu (RUT) III.
- 12].Triyudianto, H., dan Darmadji, P., 2005, *Asap Cair dari Cangkang Sawit*.
- 13].Yudhatama, 2006, *Asap Cair*, <http://www.AsapCair.com>, 3 Juli 2006.