

PIROLISIS CANGKANG SAWIT MENJADI ASAP CAIR DENGAN KATALIS BENTONIT: VARIABEL WAKTU PIROLISIS DAN RASIO KATALIS/CANGKANG SAWIT

Padil, Sunarno, Komalasari, Yopy Widyandra

Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. Subrantas Km 12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28293

fadilpps@yahoo.com

Abstrak

Perkebunan kelapa sawit setiap tahunnya mengalami peningkatan, begitu juga dengan produksi CPO yang terus meningkat seiring bertambahnya luas perkebunan sawit. Hal ini berdampak pada timbulan limbah padat sawit diantaranya adalah cangkang sawit. Pada penelitian ini digunakan cangkang sawit sebagai bahan baku pembuatan asap cair dan bentonit sebagai katalisnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pirolisis dan kondensasi. Mula-mula bentonit dipreparasi kemudian diaktivasi secara asam, cangkang sawit dijemur atau dipanaskan dibawah sinar matahari. Kemudian cangkang sawit di masukkan ke dalam reaktor sebanyak 250 gram dan katalis yang digunakan tetap sebanyak 36 gram (14,4%), suhu pirolisis 300 °C dengan waktu 0-180 menit. Asap yang keluar dari reaktor akan mengalir ke kondensor dan keluar menjadi asap cair. Langkah selanjutnya yaitu melakukan variasi terhadap rasio katalis terhadap cangkang sawit dengan waktu optimum yang diperoleh dari variasi waktu pirolisis sebelumnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum pembuatan asap cair menggunakan katalis bentonit yaitu waktu pirolisis 60 menit dengan rasio katalis 11% (% berat). Pada kondisi ini, kadar asam asetat sebesar 21,767% dan kadar fenol 5,532%. Rendemen asap cair pada permulaan waktu pirolisis mengalami peningkatan kemudian mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya waktu pirolisis.

Kata kunci: asam asetat, asap cair, bentonit, cangkang sawit, fenol, pirolisis, rendemen

1 Pendahuluan

Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan, begitu juga dengan produksi CPO yang terus meningkat seiring bertambahnya luas perkebunan sawit. Hal ini berdampak pada timbulan limbah padat sawit yang terus meningkat diantaranya adalah cangkang sawit, meskipun saat ini cangkang sawit telah mulai dimanfaatkan tapi belum optimal.

Cangkang sawit merupakan limbah yang melimpah dan timbulannya akan meningkat sejalan dengan pertumbuhan industri sawit. Setiap satuan massa tandan buah segar (TBS) di PKS rata-rata menghasilkan minyak sawit sebesar 22%, kernel 6%, fiber 15%, cangkang 8%, sludge 31% dan air 18% (Ferry, 2010). Menurut data Dinas Perkebunan Riau diketahui saat ini produksi sawit Riau telah mencapai 35 juta ton setahun. Dari produksi sawit ini, telah dihasilkan CPO sebanyak 7 juta ton setahun sedangkan produksi cangkang sebanyak 2,8 juta ton. Selama ini limbah cangkang sawit digunakan oleh PKS hanya terbatas sebagai bahan bakar boiler yang

digunakan untuk proses produksi dan pembangkit listrik. Cangkang sawit dapat diolah menjadi beberapa produk yang bernilai ekonomis tinggi yang diperlukan oleh beberapa industri, salah satunya yaitu asap cair (*liquid smoke*) sehingga pemanfaatan cangkang sawit memiliki peluang untuk dikembangkan, karena cangkang sawit selalu tersedia pada PKS, selain itu pengumpulannya juga relatif mudah dan murah.

Salah satu metode untuk mendekomposisi komponen-komponen dalam cangkang sawit yaitu dengan cara pirolisis. Selain dengan pirolisis, biomassa dapat diproses dengan pembakaran langsung dan gasifikasi. Jika dibandingkan dengan pembakaran langsung dan gasifikasi, produk yang terbentuk lebih banyak dihasilkan dari pirolisis. Pirolisis adalah proses konversi dari suatu bahan organik pada suhu tinggi dan terurai menjadi molekul yang lebih kecil atau pendegradasian panas pada biomassa tanpa oksigen, untuk menghilangkan komponen volatile pada karbon. Proses pirolisis dapat dilakukan tanpa katalis maupun dengan menggunakan katalis.

Pirolisis cangkang sawit pernah dilakukan sebelumnya oleh (Andriyasih, 2007) tanpa menggunakan katalis, setelah diamati hasil asap cair yang diperoleh masih memiliki kandungan tar dan suhu yang tinggi tetapi rendemen yang didapatkan kecil yaitu 32,76 %. Untuk mengatasi kelemahan – kelemahan diatas, maka akan dilakukan proses pembuatan asap cair dengan menggunakan katalis, katalis yang akan digunakan yaitu bentonit.

Bentonit adalah nama dagang untuk jenis lempung yang mengandung mineral *monmorilonit* antara 80 – 90 %, $(\text{Na.Ca})_{0,33} (\text{Al.Mg})_{12}\text{Si}_4\text{O}_{10} (\text{OH})_2.n\text{H}_2\text{O}$. Fragmen sisa umumnya merupakan campuran dari mineral-mineral pengotor seperti kuarsa, kristobalit, feldspar, dan mineral-mineral lempung lain, tergantung pada daerah geologisnya. Menurut kamus geologi, bentonit adalah endapan karang yang dibentuk dari perubahan tempat dari abu vulkanis, komposisi terbesar dari tanah liat *monmorillonit* yang pada umumnya mempunyai kemampuan cukup besar untuk menyerap air, juga dipakai secara komersial dalam cairan *drilling*, katalis, cat, pengisi plastik dan sebagainya.

Penelitian pirolisis menggunakan katalis yang telah dilakukan sebelumnya yaitu pirolisis sampah plastik (Soetaredjo *et al.* 2009) menjadi bio oil dengan katalis bentonit, diperoleh jumlah gas hasil pembakaran lebih banyak dibandingkan tanpa menggunakan katalis. Berarti jumlah gas yang dapat dikondensasikan menjadi lebih besar. Pirolisis ban bekas menjadi bahan bakar cair menggunakan katalis (Budi *et al.* 2009), didapatkan suhu optimum pirolisis turun dibandingkan tanpa menggunakan katalis HY dan ZSM-5. Pirolisis gambut dengan katalis menjadi bio oil (Eka *et al.* 2004), didapatkan produk tar yang diperoleh semakin menurun seiring dengan meningkatnya suhu, menggunakan katalis klorida (natrium dan kalsium klorida). Hasil-hasil kajian tersebut menunjukkan bahwa proses pirolisis dapat dilakukan dengan menggunakan katalis yang telah diaktivasi sebelumnya untuk mendapatkan produk asap cair yang lebih baik.

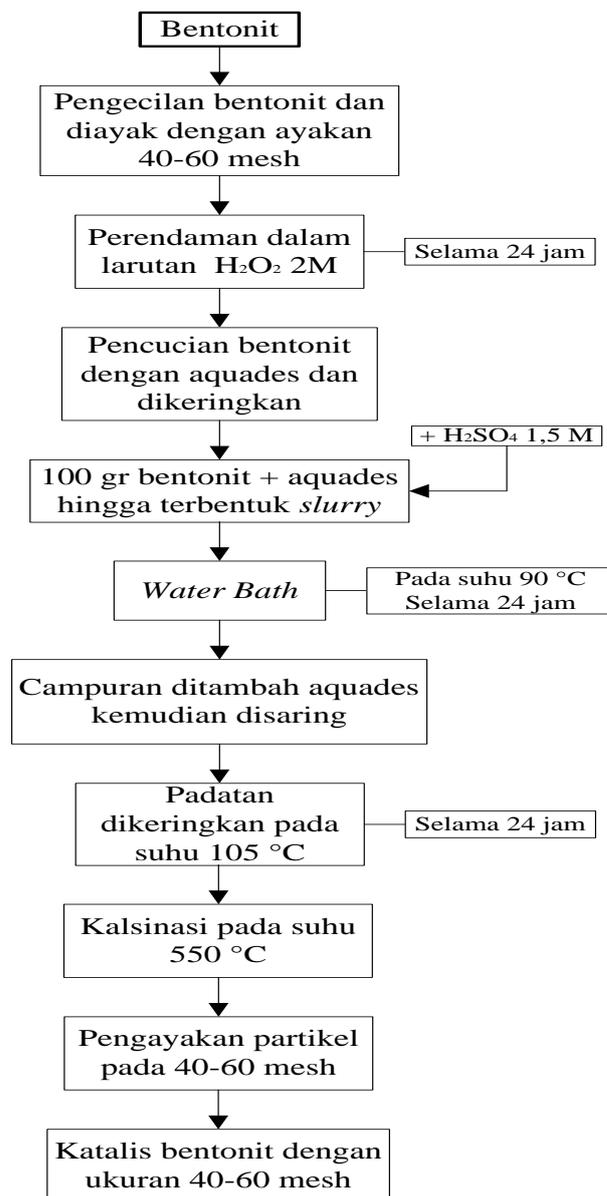
Tujuan penelitian ini adalah mempelajari penggunaan bentonit sebagai katalis dalam pirolisis cangkang sawit serta menentukan waktu pirolisis & rasio katalis yang optimum terhadap cangkang sawit yang menghasilkan asap cair dengan volume terbanyak dan komposisi asap cair yang terbaik dalam pirolisis cangkang sawit.

2 Metode Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang sawit yang diperoleh dari PTPN Sei. Galuh, bentonit yang diperoleh dari desa Gema Kabupaten Kampar, Riau, asam sulfat 1,5 M, *hidrogen peroksida* 2 M dan aquades. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel tetap dan variabel bebas. Variabel tetap dalam penelitian ini adalah suhu, ukuran katalis, rasio katalis/cangkang dan massa cangkang sawit. Suhu ditetapkan 300 °C, ukuran katalis

40-60 mesh, rasio katalis/cangkang 14,4% (36 gram) dan massa cangkang sawit 250 gram. Variabel bebas dilakukan dengan tinjauan variasi yaitu waktu pirolisis (30, 60, 90, 120, 150, dan 180 menit), dan perbandingan cangkang-katalis bentonit 2%, 5%, 8%, 11%, 14 % dan 17 % dari jumlah massa cangkang sawit.

Pembuatan Katalis Bentonit



Gambar 1. Skema Prosedur Pembuatan Katalis Bentonit

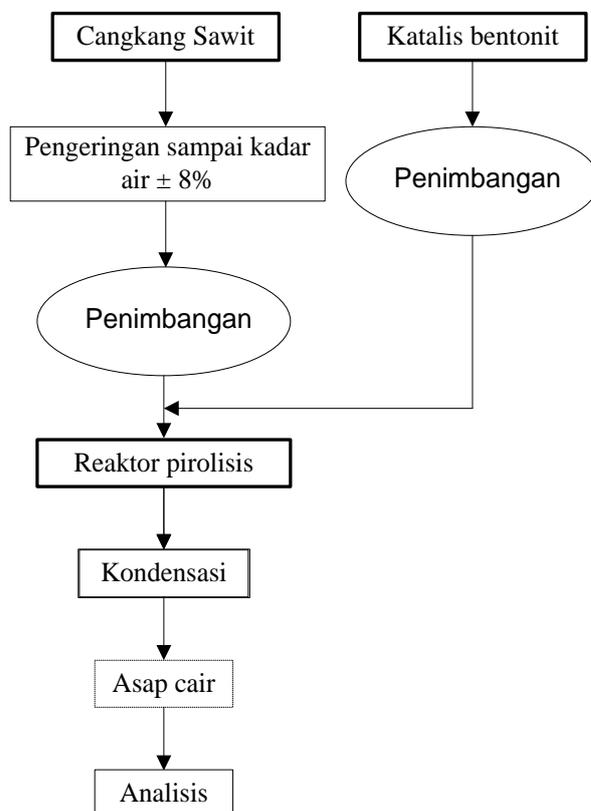
Pembuatan katalis dilakukan dengan cara aktivasi asam dengan prosedur kerja sebagai berikut: Bahan baku katalis yang digunakan adalah bentonit dari Desa Gema berdasarkan karakteristik bentonit, jenis bentonit ini termasuk jenis Ca-Bentonit. Mula-mula bentonit yang masih berbentuk bongkahan dikecilkkan menggunakan

martil sampai ukuran tertentu, kemudian diayak menggunakan ayakan mesh. Untuk menghilangkan kandungan senyawa organik yang terdapat dalam bentonit dilakukan perendaman dalam larutan H₂O₂ selama 24 jam. Setelah itu dilakukan pencucian bentonit menggunakan aquades, kemudian disaring menggunakan kertas saring dan dikeringkan dalam oven. Selanjutnya bentonit yang sudah dikeringkan diambil sebanyak 100 gram dan ditambahkan aquades sehingga terbentuk *slurry*. Kemudian ke dalam *slurry* ditambahkan asam sulfat 1,5 M dengan perbandingan asam/bentonit sebesar 0,35. Kemudian campuran dimasukkan ke dalam *water bath* bersuhu 90°C sambil diaduk dan dipanaskan selama 24 jam. Pada akhir waktu aktivasi ditambahkan air dalam jumlah berlebih ke dalam campuran untuk menghentikan reaksi aktivasi, kemudian dipisahkan antara padatan dan cairan dengan cara disaring. Padatan kemudian dicuci berulang-ulang untuk menghilangkan sisa asam. Padatan kemudian dikeringkan pada suhu 105 °C selama 24 jam. Bentonit yang telah dikeringkan kemudian dimasukkan ke dalam *furnace* dengan suhu 550 °C selama 7 jam, setelah itu katalis bentonit dibiarkan dingin kemudian ditimbang massanya. Skema prosedur pembuatan katalis bentonit dapat dilihat pada gambar 1.

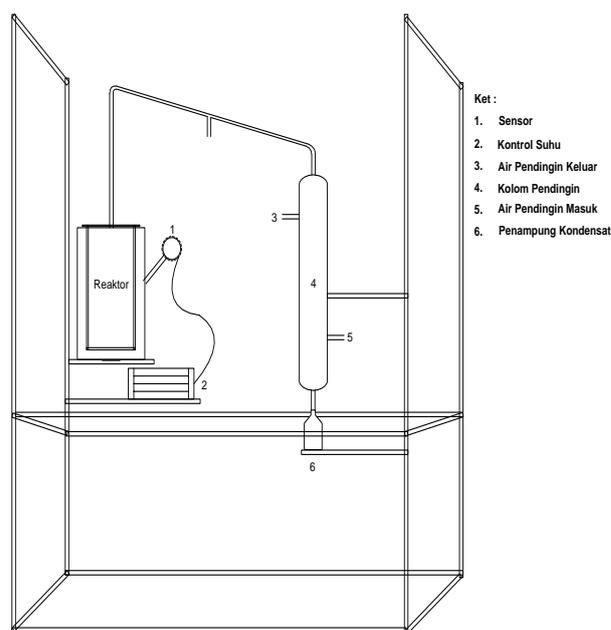
Pembuatan Asap Cair dan Analisis Komposisi Asam Asetat Serta Fenol

Proses pembuatan asap cair dimulai dengan mempersiapkan bahan baku yaitu cangkang sawit yang telah dikeringkan dan katalis bentonit. Lalu cangkang sawit dianalisis kadar hemiselulosa, selulosa dan ligninnya. Alat dirangkai sedemikian rupa sehingga dapat digunakan pada penelitian. Pada penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan variasi terhadap variabel waktu yaitu pada waktu 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit. Cangkang sawit dimasukkan kedalam reaktor dengan berat cangkang sawit 250 gram dan ditambahkan katalis bentonit sebanyak 36 gram, kemudian reaktor ditutup rapat agar tidak ada asap yang keluar dari reaktor pada saat terjadinya proses pirolisis. Asap yang keluar dari reaktor akan mengalir ke kondensor melalui pipa penyaluran asap. Pada pipa ini, terdapat selang yang dihubungkan ke botol penampung untuk menampung tar. Ke dalam kondensor 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. Selanjutnya dilakukan variasi rasio cangkang sawit/bentonit yaitu variasi katalis sebanyak 2%, 5%, 8%, 11%, 14 % dan 17 % dari massa cangkang sawit selama waktu optimum yang diperoleh dari percobaan pertama yang dilakukan sesuai dengan prosedur seperti diatas. Skema prosedur pembuatan asap cair dapat dilihat pada gambar 2. Produk asap cair yang didapatkan kemudian dianalisis meliputi: Rendemen (*yield*), komposisi asam asetat dan fenol.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari kemungkinan penggunaan katalis bentonit pada proses pembuatan asap cair (*liquid smoke*) dari cangkang sawit melalui proses pirolisis dengan melakukan variasi terhadap waktu pirolisis dan rasio katalis terhadap cangkang sawit.



Gambar 2. Skema Prosedur Pembuatan Asap Cair dengan Katalis Bentonit



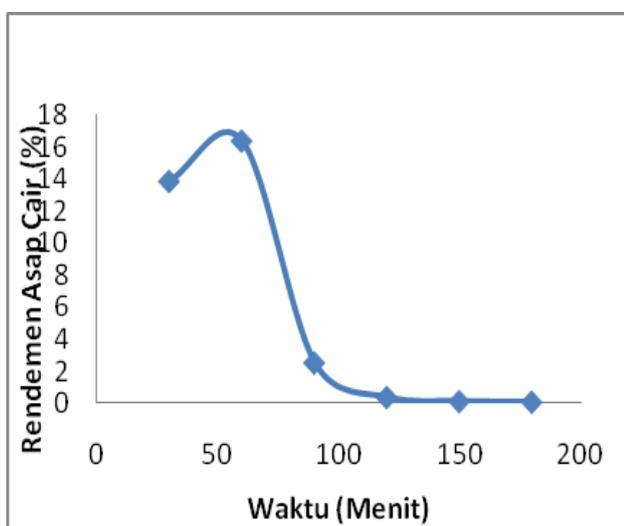
Gambar 3. Rangkaian Alat Pirolisator

3 Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari kemungkinan penggunaan katalis bentonit pada proses pembuatan asap cair (*liquid smoke*) dari cangkang sawit melalui proses pirolisis dengan melakukan variasi terhadap waktu pirolisis dan rasio katalis terhadap cangkang sawit.

Analisis Data Waktu Pirolisis

Waktu pirolisis sangat berpengaruh dalam mendapatkan rendemen asap cair. Pengaruh waktu pirolisis terhadap rendemen asap cair pada rasio katalis/cangkang tetap 14,4 % dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh Waktu Pirolisis terhadap Rendemen Asap Cair Pada Rasio Katalis/Cangkang Tetap 14,4%

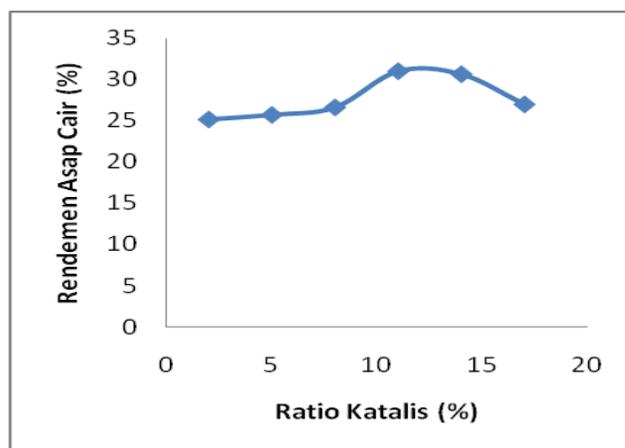
Pada Gambar 4, pengaruh waktu pirolisis terhadap rendemen asap cair terlihat bahwa rendemen asap cair pada permulaan waktu pirolisis mengalami peningkatan kemudian mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya waktu pirolisis. Hal ini dapat dilihat dari Gambar 4, bahwa rendemen asap cair terbesar diperoleh pada waktu 30-60 menit yang disebabkan pada menit 0-30 terjadi proses dekomposisi awal yang menghasilkan gas belum terlalu banyak dan pada menit 30-60 proses dekomposisi menghasilkan gas yang terbanyak sehingga didapatkan kondensat yang paling besar. Sedangkan pada waktu 60-90 sampai 150-180 menit rendemen asap cair mulai berkurang dan mencapai nol disebabkan komponen-komponen dalam cangkang sawit telah terdekomposisi sehingga gas yang dihasilkan semakin sedikit, sehingga kondensatnya semakin berkurang pula. Pada penelitian (Padil, *et al*, 2008) rendemen terbanyak juga dihasilkan pada menit 30-60 tetapi rendemen yang dihasilkan lebih sedikit daripada rendemen hasil pirolisis dengan katalis bentonit. Hal ini menunjukkan bahwa

penggunaan katalis bentonit mampu mendekomposisi komponen dalam cangkang sawit lebih optimum untuk menghasilkan asap cair.

Analisis Data Rasio Katalis/Cangkang Sawit

Rasio Katalis terhadap cangkang sawit juga berpengaruh dalam mendapatkan rendemen asap cair. Dari analisis data waktu pirolisis diperoleh waktu pirolisis optimum yaitu selama 60 menit. Dari data ini, kemudian dilakukan analisis data rasio katalis/cangkang dalam pirolisis terhadap rendemen asap cair yang dapat dilihat pada Gambar 5.

Pada Gambar 5 terlihat semakin besar rasio katalis/cangkang rendemen asap cair juga semakin meningkat kemudian mengalami penurunan. Rasio katalis/cangkang 11% memberikan hasil rendemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan rasio katalis/cangkang yang lainnya. Semakin banyak katalis yang digunakan proses *cracking* yang terjadi semakin baik. Namun pada variasi katalis 14 % menghasilkan rendemen yang rendah yaitu 30,6%. Hal ini terjadi karena pada pengamatan yang dilakukan saat proses *pyrolysis catalytic cracking* lebih banyak terbentuk uap yang terbuang dari pada yang dapat terkondensasi membentuk asap cair, ini disebabkan oleh tabung kondenser yang kurang panjang, asap yang dihasilkan meningkat dan adanya *non condenseble gas* yang dihasilkan sehingga asap yang berhasil dikondensasi hanya sedikit. Hal ini juga sama terjadi pada penelitian (Irfan, 2010), dimana peningkatan rasio katalis akan meningkatkan rendemen produk (*bio oil*) kemudian mengalami penurunan rendemen apabila rasio katalis terus ditingkatkan.



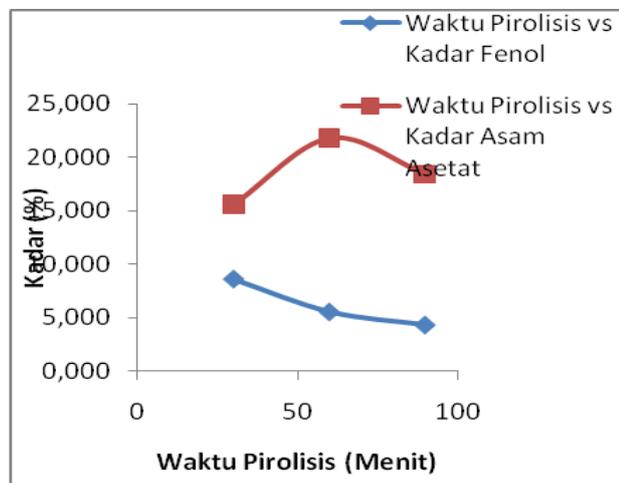
Gambar 5. Pengaruh Rasio Katalis/Cangkang Terhadap Rendemen Asap Cair Pada Waktu Tetap 60 Menit

Analisis Senyawa Asam Asetat dan Fenol

Dari Gambar 4, waktu yang dapat diambil untuk dianalisis kadar asam asetat dan fenolnya yaitu dari waktu 0-30 sampai 60-90 menit. Hal ini disebabkan

karena pada waktu 90-120 menit, rendemen asap cair yang dihasilkan sedikit sehingga untuk melakukan proses analisa tidak memungkinkan. Hasil dari pengaruh waktu pirolisis terhadap kadar asam asetat dan fenol yang terdapat dalam asap cair pada rasio katalis/cangkang 14,4% dan pada suhu 300 °C dapat dilihat pada Gambar 6.

Pada Gambar 6, menunjukkan kadar asam asetat mengalami peningkatan dari waktu 0-30 menit sampai 30-60 menit kemudian mengalami penurunan pada waktu 60-90 menit. Hal ini menunjukkan komponen hemiselulosa pembentuk asam asetat semakin berkurang setelah waktu 30-60 menit. Sedangkan kadar fenol semakin menurun seiring dengan bertambahnya waktu. Hal ini menunjukkan kandungan lignin yang terdekomposisi semakin berkurang seiring bertambahnya waktu.

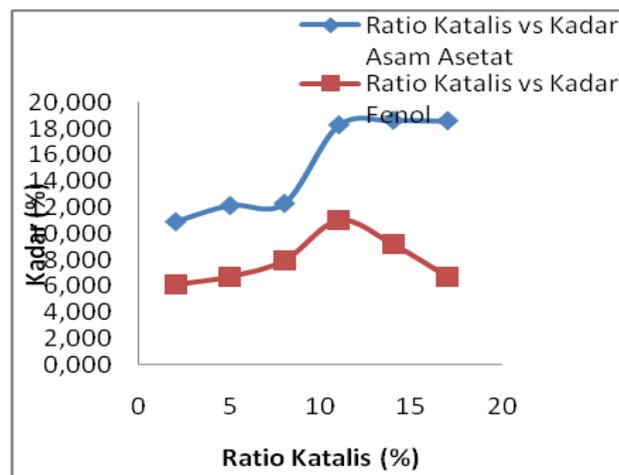


Gambar 6. Pengaruh Waktu Pirolisis Terhadap Kadar Asam Asetat dan Fenol Pada Rasio Katalis/Cangkang Tetap 14,4%

Pada penelitian (Andriyasih, 2008) kadar asam asetat mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu, sedangkan kadar fenol mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya waktu. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan suhu pirolisis yang dilakukan, (Andriyasih, 2008) melakukan proses pirolisis pada suhu 350 °C sedangkan penelitian ini menggunakan suhu 300 °C. Kadar fenol pada penelitian (Andriyasih, 2008) mengalami kenaikan karena lignin terdekomposisi sempurna pada suhu 350 °C sehingga diperoleh kadar fenol meningkat seiring bertambahnya waktu dan kadar asam asetat mengalami penurunan karena hemiselulosa sudah terdekomposisi pada suhu 260 °C, sehingga pada suhu 350 °C hemiselulosa yang belum terdekomposisi hanya sedikit makanya diperoleh kadar asam asetat yang semakin menurun seiring bertambahnya waktu.

Pada Gambar 7, terlihat bahwa semakin besar rasio katalis/Cangkang kadar asam asetat dan fenol semakin besar kemudian mengalami penurunan. Kadar asam

asetat tertinggi diperoleh pada rasio katalis/cangkang 14% sebesar 18,618% kemudian mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan komponen hemiselulosa terdekomposisi optimum pada rasio katalis 14% kemudian dengan meningkatnya rasio katalis mengalami penurunan. Sedangkan kadar fenol tertinggi diperoleh pada rasio katalis/cangkang 11% sebesar 11,063% kemudian mengalami penurunan kembali. Hal ini menunjukkan komponen lignin terdekomposisi optimum pada rasio katalis 11% kemudian dengan meningkatnya rasio katalis mengalami penurunan.



Gambar 7. Pengaruh Rasio Katalis/Cangkang Terhadap Kadar Asam Asetat dan Fenol pada Waktu Tetap 60 Menit

4 Kesimpulan

Cangkang sawit dapat dikonversi menjadi asap cair (*liquid smoke*) melalui proses *pyrolysis catalytic cracking* dengan menggunakan katalis bentonit yang diaktivasi secara aktivasi asam. Hasil optimum rendemen asap cair dihasilkan pada menit 30-60 dan variasi rasio katalis/cangkang 11% menghasilkan rendemen 30,96%. Kadar asam asetat pada menit 60 dan rasio katalis/cangkang 11% yaitu 18,274% sedangkan kadar fenol sebesar 11,063%.

Daftar Pustaka

- Andriyasih, Tri. 2008, Pirolisis Cangkang Sawit Menjadi Asap Cair (Liquid Smoke). Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau, Pekanbaru
- Budi, F.S., dan Anggoro, D.D. 2009, Proses Pirolisis Katalisis dari Ban Bekas Menjadi Bahan Bakar Cair, Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang.
- Eka, L dan Herman. 2004, Pirolisis Gambut dengan Katalis, Jurusan Teknik Kimia Unika Widya Mandala Surabaya.

Ferry,.H.C., 2010. *Cangkang Sawit Kini Jadi Komoditi Penting*, <http://www.riauinfo.com>. 13 Mei 2010]

Irfan, M. 2010, Pirolisis Tandan Kosong Sawit dengan Katalis CoMo/ZSM-5 Menjadi Bio-oil, Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau, Pekanbaru

Padil, Sunarno, Aman, dan T. Andriyasih. 2008. "Pengaruh temperatur dan waktu pirolisis terhadap rendemen asap cair", *Palm Industry and*

Energy Research Group (PIEReG), Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, UNRI

Soetaredjo, Felycia Edi. 2009, Pembuatan dan Karakterisasi Katalis Dari Bentonite Pacitan Untuk Aplikasi Pembuatan Bahan Bakar Sintetis Dari Sampah Plastik, Jurusan Teknik Kimia Unika Widya Mandala Surabaya, Kimia Unika Widya Mandala Surabaya.