ARTIKEL

PENGARUH LAJU PEMANASAN DAN WAKTU TERHADAP HASIL PIROLISIS BAN BEKAS DAN LIMBAH PADAT KELAPA SAWIT PADA PROSES PIROLISIS

Oleh:

MOH. RIDWAN ABDUL AZIZ

13.1.03.01.0175

Dibimbing oleh :

1. **Irwan Setyowidodo, M. Si**
2. **Ir. Nuryosuwito, M. Eng**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

TAHUN 2017

SURAT PERNYATAAN
ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2017

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap	: Moh. Ridwan Abdul Aziz
NPM	: 13.1.03.01.0175
Telepun/HP	: 085749943653
Alamat Surel (Email)	: ridhuan.aziz95@gmail.com
Judul Artikel	: Pengaruh Laju Pemanasan dan waktu Terhadap Hasil Pirolisis Ban Bekas dan Limbah Padat Kelapa Sawit Pada Proses Pirolisis
Fakultas – Program Studi	: Fakultas Teknik – Teknik Mesin
Nama Perguruan Tinggi	: Universitas Nusantara PGRI Kediri
Alamat Perguruan Tinggi	: Jl. Kh Ahmad Dahlan No. 76 Mojoroto, Kota Kediri

Dengan ini menyatakan bahwa :

a. artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiarisme;
b. artikel telah diteliti dan disetujui untuk diterbitkan oleh Dosen Pembimbing I dan II.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggungjawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri,16 Agustus 2017
Pembimbing I	Pembimbing II	Penulis,
Irwan Setyowidodo, M. Si NIDN.	Ir. Nuryosuwito, M. Eng NIDN	Moh. Ridwan Abdul Aziz NPM. 13.1.03.01.0151

PENGARUH LAJU PEMANASAN DAN WAKTU TERHADAP HASIL PIROLISIS BAN BEKAS DAN LIMBAH PADAT KELAPA SAWIT PADA PROSES PIROLIS

MOH. RIDWAN ABDUL AZIZ
13.1.03.01.0175
Fakultas Teknik – Prodi Teknik Mesin
Email : ridhuan.aziz95@gmail.com
Irwan Setyowidodo, M.Si[1] dan Ir. Nuryosuwito, M. Eng[2]

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

Abstrak

Semakin menumpuknya sampah ban bekas dan limbah padat kelapa sawit baik di tempat pembuangan maupun di pabrik pengolahan kelapa sawit yang sampai saat ini masih belum ditemukan solusi yang tepat dalam menanganinya, untuk itu peneliti menggunakan proses pirolisis sebagai salah satu solusinya. Penelitian ini sendiri bertujuan untuk mengetahui pengaruh laju pemanasan dan waktu terhadap kuantitas dan karakteristik fisik dari hasil pirolisis ban bekas dan limbah padat kelapa sawit. Kuantitas minyak hasil pirolisis yang dihasilkan dengan laju pemanasan 7^0c/menit dengan kenaikan suhu reaktor 250-500^0C selama 36 menit sebanyak 55 ml, sedangkan pada laju pemanasan 9^0c/menit didapat hasil cair sebanyak 78 ml. Untuk nilai viskositas yang didapat pada laju pemanasan 7^0c/menit sebesar 0.33 dPa.S sedangkan pada laju pemanasan 9^0c/menit nilai viskositas yang didapat sebesar 0.34 dPa.S, untuk nilai densitasnya perbedan laju pemanasan tidak mempengaruhi nilai yang didapat yakni sama sebesar 770 kg/m^3 baik pada laju pemanasan 7^0c/menit maupun 9^0c/menit. Untuk nilai *flash point* yang di dapat dari hasil pirolisis dengan laju pemanasan 7^0c/menit sebesar 32^0C, sedangkan pada laju pemanasan 9^0c/menit nilai *flashpoint*nya sebesar 33^0C.

Kata kunci : Laju pemanasan, waktu, pirolisis, ban bekas, limbah kelapa sawit.

A. PENDAHULUAN

Ban karet bekas merupakan masalah lingkungan yang cukup besar pada saat ini, tidak hanya di luar negeri tapi juga di Indonesia. Selama ini banyak alternatif yang telah dilakukan untuk mendaur ulang ban karet seperti untuk kerajinan, ditimbun, dibakar, digrinding dan lainnya. Cara daur ulang tersebut memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan. Kesulitan mendaur ulang ban karet disebabkan oleh komponen penyusun ban karet yang merupakan hasil dari polimerisasi material penyusunnya.

Jumlah limbah ban bekas di Indonesia terus bertambah, dikarenakan produksi ban kendaraan setiap tahun meningkat. Berdasarkan Dewan Karet Indonesia (2012), menginformasikan bahwa produksi ban mobil di Indonesia tahun 2010 dan 2011 mencapai 14,4 dan 15,4 juta unit. Jumlah yang demikian besar tersebut berpotensi menimbulkan limbah ban bekas yang dapat berdampak buruk

pada lingkungan. Sedangkan penumpukan limbah ban bekas dapat menjadikan sarang nyamuk dan sumber penyakit.

Menurut Dinas Perkebunan Provinsi Jambi (2012), luas perkebunan kelapa sawit milik negara dan milik perusahaan swasta mengalami peningkatan hingga 8,60% dari 448.899 Ha pada tahun 2007 menjadi 532.293 Ha pada tahun 2011, diluar kebun yang dimiliki masyarakat (perorangan). Perkebunan kelapa sawit menghasilkan berbagai bahan biomassa, yakni tandan buah segar (TBS), daun kering, pelepah dan batang sawit. Dari 1 ton TBS akan menghasilkan limbah serabut 13%, limbah tandan kosong 23%, dan cangkang sawit 6,5% serta pelepah 12,6%.

Adapun keinginan peneliti memakai limbah padat kelapa sawit karena di Provinsi Jambi terdapat perkebunan kelapa sawit yang luas, bahkan ke depan luasnya akan bertambah lagi. Limbah padat kelapa sawit yang dimaksud terdiri dari tandan kosong, serabut, dan cangkang berbentuk limbah biomassa. Bila limbah biomassa ini dibuang ke lingkungan maka akan terjadi pencemaran lingkungan. Dan apabila dibakar secara langsung maka akan kurang baik hasil pembakarannya di karenakan asap yang di hasilkan masih mengandung zat berbahaya apabila di hirup secara terus-menerus.

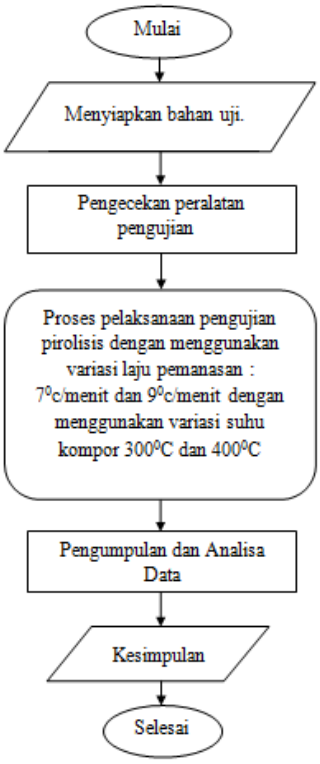
Oleh karena itu salah satu cara untuk menangani sampah ban bekas dan limbah padat kelapa sawit agar memiliki nilai yang lebih berguna adalah mendegradasi secara panas (*thermal)* melalui proses pirolisis. Pirolisis atau devolatilisasi adalah proses fraksinasi material oleh suhu. Proses pirolisis dimulai pada temperatur sekitar 230^0C, ketika komponen yang tidak stabil secara termal, dan *volatile matters* pada sampah akan pecah dan menguap bersamaan dengan komponen lainnya. Produk cair yang menguap mengandung tar dan *polyaromatic hydrocarbon*. Produk pirolisis umumnya terdiri dari tiga jenis, yaitu gas (H_2, CO, CO_2, H_2O dan CH_4), tar (*pyrolitic oil*), dan arang. Parameter yang berpengaruh pada kecepatan reaksi pirolisis mempunyai hubungan yang sangat kompleks, sehingga model matematis persamaan kecepatan reaksi pirolisis yang diformulasikan oleh setiap peneliti selalu menunjukkan rumusan empiris yang berbeda (Trianna, 2002).

Sedangkan tujuan dalam penelitian ini antara lain: (1) untuk mengetahui pangaruh laju pemanasan terhadap kuantitas hasil pirolisis dan (2) untuk mengetahui pengaruh laju pemanasan terhadap nilai viskositas, nilai densitas dan nilai *flash point* terhadap hasil pirolisis ban dalam bekas dan limbah padat kelapa sawit.

Fakto-faktor atau kondisi yang mempengaruhi proses pirolisis adalah sebagai berikut : (1) Waktu, (2) Suhu, (3) Ukuran Partikel, (4) Berat Partikel, (5) Kadar air dalam sampah, (6) Laju Pemanasan dan (7) Kehadiran oksigen.

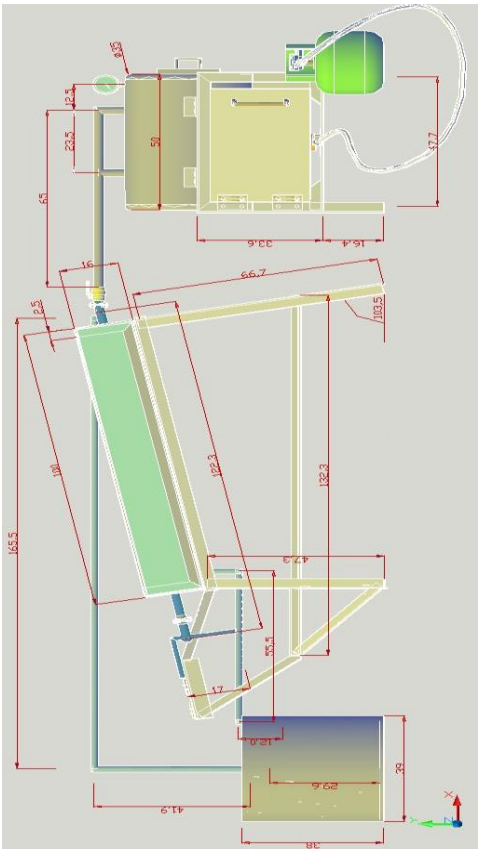
B. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik penelitian eksperimental. Dengan variabel bebasnya adalah suhu kompor 300^0C dan 400^0C. Untuk variabel terikatnya adalah kuantitas hasil cair dan nilai viskositas, densitas dan *flash point* dari hasil cair yang didapat. Dalam penelitian ini alur yang digunakan seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 1. Alur Penelitian

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah ban dalam bekas yang sudah dipotong-potong dengan ukuran 1 cm x 1 cm dan limbah padat kelapa sawit berupa campuran cangkang dan serabut. Untuk peralatan yang digunakan untuk proses pirolisis akan di digambarkan di bawah ini :



Gambar 2. Alat Pirolisis

Langkah-langkah kerja proses pirolisis adalah sebagai berikut :

1. Ban dalam bekas dan limbah padat kelapa sawit dimasukkan ke dalam tabung reaktor.
2. Tabung reaktor dipanasi dengan menggunakan kompor.

3. Suhu kompor diatur pada suhu 300^0C dan suhu 400^0C.
4. Pipa dari reaktor menuju kondensor ditutup oleh kran dengan tujuan untuk memperoleh suhu yang dikehendaki, yakni pada suhu 250-500^0C.
5. Setelah suhu yang diinginkan tercapai kran dibuka dan gas akan mengalir menuju kondensor.
6. Kondensor akan dialiri air secara *kontinyu.* Dengan mempertahankan suhu 27^0C.
7. Cairan dan gas akan turun pada bagian pipa yang ada pada pipa kondensor berbentuk T. Untuk hasil cair akan mengalir melalui pipa bagian bawah dan gas akan mengalir melalui pipa bagian atas.
8. Produk pirolisis berupa gas akan dimanfaatkan kembali untuk pembakaran.
9. Selanjutnya produk pirolisis cair akan dihitung kuantitasnya juga dibandingkan perbedaan nilai viskositas, densitas dan *flash point*nya.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah data hasil penelitian pada proses pirolisis ban bekas dan limbah padat kelapa sawit. Variasi dalam penelitian ini menggunakan suhu kompor 300^0C dan 400^0C, dimulai dari suhu reaktor 250-500^0C yang akan menghasilkan minyak cair dengan jumlah dan kualitas yang berbeda. Berikut merupakan tabel hasil penelitian selama proses pirolisis berlangsung yang dilaksanakan pada tanggal 21 juni 2017 dimulai pada jam 12:30 WIB dengan menggunakan bahan campuran sampah dari ban bekas dan limbah padat kelapa sawit sebanyak 2 kg.

Tabel 1. Hasil pengamatan selama proses pirolisis

Suhu Kompor (℃)	300^0C	400^0C
Waktu (menit)	36	28
Suhu Air (℃)	23	23
Suhu Kondensor (℃)	27	27
Suhu Out reaktor (℃)	230	243
Suhu Out Kondensor (℃)	198	227
Jumlah Cairan (ml)	55 ml	78 ml

Tabel di atas merupakan hasil keseluruhan selama proses pirolisis berlangsung. Dari tabel hasil penelitian di atas akan diketahui berapa besar laju pemanasannya. Sesuai dengan hasil yang didapat dalam penelitian, perhitungan besarnya laju pemanasan akan didapat sesuai dengan perhitungan di bawah ini :

$$\text{Laju pemanasan} : \frac{\text{suhu akhir} - \text{suhu awal}}{\text{Waktu pemanasan}}$$

Dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Suhu kompor 300^0C

   Diketahui kenaikan suhu reaktornya dari 250^0C sampai pada suhu 500^0C, sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan reaktor dari suhu 250^0C sampai suhu 500^0C selama 36 menit. Perhitungan besarnya laju pemanasan adalah :

   Laju Pemanasan : $\frac{500-250}{36} = \frac{250}{36} = 6.99$

   dibulatkan menjadi 7.

   Jadi besarnya laju pemanasan pada suhu kompor 300^0C sebesar 7^0c/menit.

2. Suhu kompor 400^0C

   Diketahui kenaikan suhu reaktornya dari 250^0C sampai pada suhu 500^0C, sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan reaktor dari suhu 250^0C sampai suhu 500^0C selama 28 menit. Perhitungan besarnya laju pemanasan adalah :

   Laju Pemanasan : $\frac{500-250}{28} = \frac{250}{28} = 8.9$

   dibulatkan menjadi 9.

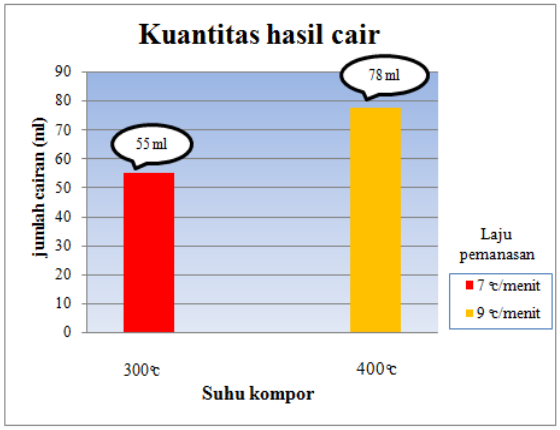
   Jadi besarnya laju pemanasan pada suhu kompor 400^0C sebesar 9^0c/menit.

Dari perhitungan di atas dapat dilihat bagaimana perbedaan suhu kompor dapat mempengaruhi pada besar kecilnya laju pemanasan yang diberikan pada sampah ban bekas dan limbah padat kelapa sawit. Diketahui pada suhu kompor 300^0C di dapatkan laju pemanasan sebesar 7^0c/menit, sedangkan pada suhu kompor 400^0C didapatkan laju pemanasan sebesar 9^0c/menit.

Pembahasan pengaruh laju pemanasan dan waktu terhadap kuantitas dan kualitas karakteristik fisik produk cair dari hasil pirolisis ban bekas dan limbah padat kelapa sawit adalah sebagai berikut :

1. Pengaruh laju pemanasan terhadap kuantitas hasil cair

Hubungan antara suhu kompor, laju pemanasan dan kuantitas minyak hasil pirolisis akan dijelaskan pada grafik x dan y di bawah ini :



Gambar 3. Grafik Pengaruh Laju Pemanasan terhadap kuantitas hasil cair.

Grafik di atas merupakan pemaparan hasil yang diperoleh saat proses pirolisis pada suhu kompor 300^0C dan 400^0C dengan laju pemanasan 7^0c/menit pada suhu kompor 300^0C dan menggunakan laju pemanasan 9^0c/menit

pada suhu kompor 400^{0}C. Pada laju pemanasan 7^{0}c/menit diperoleh hasil cair sebanyak 55 ml, pada kondisi ini hasil cair yang didapat berwarna hitam kecoklatan. Sedangkan pada laju pemanasan 9^{0}c/menit diperoleh hasil cair sebanyak 78 ml, pada kondisi ini hasil yang diperoleh berwarna hitam kecoklatan hampir sama dengan percobaan pertama. Di lihat dari jumlah cairan yang didapat perbedaa laju pemanasan berpengaruh pada jumlah cairan yang didapat dari proses pirolisis ban bekas dan limbah padat kelapa sawit, sedangkan terhadap warna cairan yang didapat perbedaan laju pemanasan tidak terlalu berpengaruh atau perbedaan warnanya tidak terlalu signifikan.

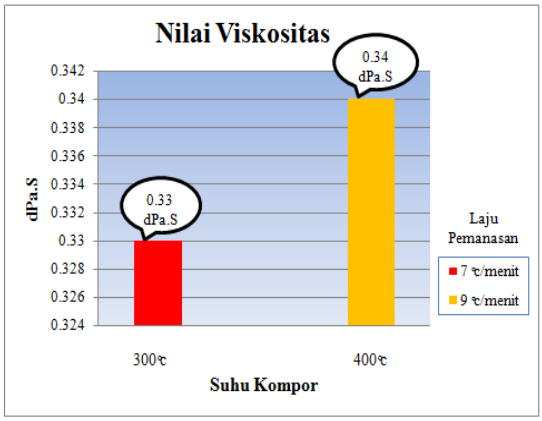
Dari sini dapat ditarik kesimpulan bahwa perbedaan laju pemanasan dapat berpengaruh pada kuantitas hasil pirolisis yang didapatkan terutama pada hasil cairnya. Semakin tinggi laju pemanasan akan menghasilkan cairan yang lebih banyak karena kecenderungan produk akan menghasilkan cairan seiring dengan lamanya waktu pemanasan pada sampah ban bekas dan limbah padat kelapa sawit.

2. Perbedaan karakteristik fisik dari minyak hasil pirolisis

Setelah melihat perbedaan kuantitas hasil cair dari proses pirolisis, selanjutnya hasil cair dari proses pirolisis akan diteliti bagaimana karakateristik fisiknya. Penjelasan di bawah akan dilihat bagaimana setiap hasil cair dari proses pirolisis ban bekas dan limbah padat kelapa sawit akan berbeda-beda viskositas, densitas maupun *flash point*nya :

a. Viskositas

Grafik di bawah akan menjelaskan perbedaan nilai viskositas dari setiap hasil cair pirolisis :



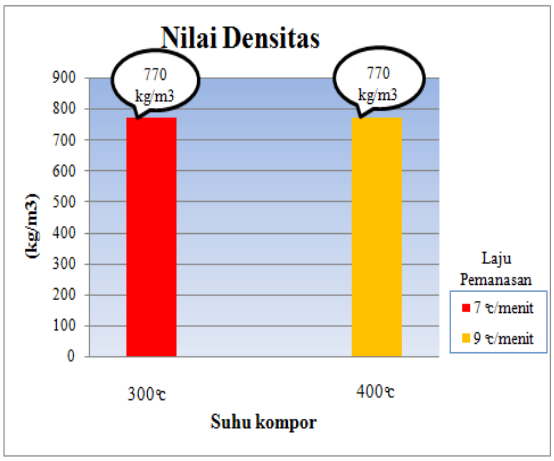
Gambar 4. Nilai Viskositas dengan laju pemanasan berbeda.

Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa perbedaan laju pemanasan dan suhu tidak terlalu berpengaruh secara signifikan terhadap nilai viskositas dari setiap

sampel hasil cair pirolisis. Pada laju pemanasan 7^0c/menit nilai viskositas sampel sebesar 0,33 dPa.S, sedangkan mendapatkan nilai viskositas 0,34 dPa.S pada laju pemanasan 9^0c/menit.

b. Densitas (Massa Jenis)

Grafik di bawah akan menjelaskan hasil perhitungan nilai densitas dari minyak hasil pirolisis :

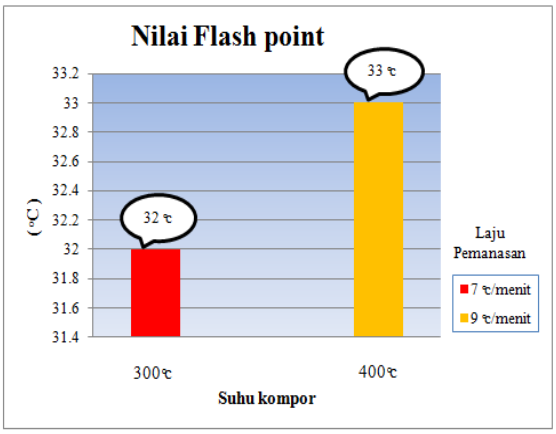


Gambar 5. Nilai Densitas dengan laju pemanasan berbeda.

Grafik di atas menjelaskan perbedaan nilai densitas minyak hasil pirolisis ban bekas dan limbah padat kelapa sawit. Pada laju pemanasan 7^0c/menit didapat nilai densitas sebesar 770 kg/m^3, sedangkan pada nilai densitas sebesar 770 kg/m^3. Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa perbedaan laju pemanasan tidak mempengaruhi nilai densitas dari minyak hasil pirolisis.

c. *Flash Point*

Grafik di bawah ini akan menjelaskan hasil penelitian nilai *flash point* pada tiap sampel hasil pirolisis :



Gambar 6. Nilai *Flash point* dengan laju pemanasan berbeda.

Laju pemanasan sedikit banyak berpengaruh meskipun tidak terlalu signifikan perbedaannya pada nilai *flash point* hasil cair pirolisis. Pada sampel ke 1 dengan laju pemanasan 7^0c/menit didapat nilai *flash point* sebesar 32^0C, sedangkan pada sampel ke 2 dengan menggunakan laju pemanasan 9^0c/menit mendapatkan nilai *flash point* sebesar 33^0C. Dari hasil nilai *flash point* di atas, perbedaan laju pemanasan berpengaruh pada nilai *flash point* dari hasil cair proses pirolisis ban bekas dan limbah padat kelapa sawit.

Dilihat dari nilai Viskositas, Densitas dan nilai *Flash point* seperti yang telah dijelaskan di atas dapat disimpulkan bahwa laju pemanasan dan waktu pemanasan maupun suhu kompor berpengaruh pada perbedaan nilai dari kualitas hasil cair dari pirolisis, meskipun perbedaannya tidak terlalu terlihat. Dilihat secara fisik sampel 1 dan 2 perbedaan warnanya tidak terlalu signifikan bahkan bisa dikatakan hampir sama.

Jika dilihat dari kuantitas hasil cair yang didapat dari laju pemanasan 7^0c/menit maupun 9^0c/menit, ada perbedaan hasil yang terlihat. Dimana jika disimpulkan, semakin tinggi laju pemanasan yang digunakan untuk memanaskan bahan yang ada pada reaktor maka semakin banyak pula hasil cair yang didapat.

Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Luo pada tahun 2011, dimana laju pemanasan akan menentukan komposisi produk yang dihasilkan, semakin tinggi laju pemanasan kecenderungan produk yang dihasilkan akan berupa cairan dan gas. Selain itu pada penelitian ini proses pirolisis yang di gunakan termasuk *slow pyrolisis*, karena memanaskan reaktor antara suhu 250-500^0C dengan laju pemanasan 7-9^0c/menit, Teori ini seperti yang di kemukakan oleh Basu pada tahun 2010.

D. PENUTUP

1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

a. Perbedaan laju pemanasan mempengaruhi jumlah cairan yang didapat dari pemanasan ban bekas dan limbah padat kelapa sawit. Semakin tinggi Laju Pemanasan yang digunakan akan semakin banyak hasil cair yang didapat tetapi untuk warna cairan yang didapat sama. Dalam penelitian ini pada laju pemanasan 7^0c/menit mendapatkan cairan sebanyak 55 ml sedangkan pada laju pemanasan 9^0c/menit didapat cairan sebanyak 78 ml .

b. Perbedaan laju pemanasan berpengaruh pada nilai viskositas yang didapat, pada laju pemanasan 7^0c/menit nilai viskositasnya sebesar 0.33 dPa.S sedangkan pada laju pemanasan

9^0c/menit sebesar 0.34 dPa.S. tetapi tidak berpengaruh pada nilai densitasnya yakni sama-sama 770 kg/m^3. Sedangkan pada nilai *flash point* yang didapat, pada laju pemanasan 7^0c/menit sebesar 32^0C dan dengan laju pemanasan 9^0c/menit sebesar 33^0C. Dari sini dapat ditarik kesimpulan jika perbedaan laju pemanasan pada penelitian ini berpengaruh pada nilai viskositas dan *flash point* yang didapat. Sedangkan pada nilai densitasnya perbedaan laju pemanasan tidak berpengaruh pada nilai yang didapat atau bisa dikatakan sama nilainya.

2. Saran

Untuk memperoleh hasil yang lebih maksimal pada penelitian selanjutnya, maka perlu adanya peningkatan, adapun saran dari peneliti adalah sebagai berikut:

a. Untuk mendapatkan hasil cair yang lebih maksimal, maka penelitian selanjutnya disarankan untuk menjaga kenaikan temperatur pada reaktor secara konstan. Sedangkan kondensor dibuat vertikal dan volumenya lebih besar. Untuk pipa yang ada di dalam kondensor diameternya lebih kecil dan berbentuk melingkar, supaya waktu kondensasi lebih lama.
b. Jumlah air pada bak penampung air sebaiknya memiliki volume 3 kali lebih banyak dari pada volume air pada kondensor. Selain itu untuk menghasilkan hasil yang lebih maksimal konstruksi alat lebih baiknya dibuat miring.
c. Posisi reaktor sebaiknya dibuat lebih tinggi dari pada kondensor, tujuannya agar cairan yang dihasilkan dari proses pirolisis laju alirannya lebih baik sehingga menghasilkan cairan yang lebih banyak.

E. DAFTAR PUSTAKA

Basu, Prabir. 2010. *Biomass Gasification and Pyrolysis: Practical Design and Theory*. Academic Press. Elsevier.

Dewan Karet Indonesia. 2012. *Program Percepatan Hilirisasi Usaha Industri Karet Periode tahun 2012-2015*. Dewan Karet Indonesia. Jakarta.

Luo, Xuon. 2011. *Torrefaction of biomass – a comparative and kinetic study of thermal decomposition for Norway spruce stump, poplar and fuel tree chips*. SLU. Swedish University of Agricultural Sciences. Faculty of Natural Resources and Agricultural.

Statistik Perkebunan Indonesia tentang kelapa sawit 2013-2015. 2014. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.

Trianna, N.W. dan Rochimoellah, M.. 2002. "*Model Kinetika Reaksi Heterogen pada Pirolisis*". Prosiding Rekayasa Kimia dan Proses, ISSN 1411-4216, B-1. UNDIP.