

Analisa Karakteristik Bahan Bakar Pirolisis Jenis Plastik PET Dicampur Serabut Kelapa Menggunakan Program Matlab

Dian Chafid Amrulloh¹, Nuryosuwito², Fatkur Rhozman³

^{1,2,3}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹diankapid@gmail.com, ²suwito.unp@gmail.com, ³fatkurrozman@unpkediri.ac.id

Abstrak – Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pencemaran lingkungan yang disebabkan karena semakin menumpuknya sampah plastik yang sulit terurai. Serta belum adanya cara yang tepat untuk mengolah limbah yang timbul dari industri di sektor kelapa juga melatarbelakangi dilakukan penelitian ini. Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik bahan bakar cair hasil pirolisis plastik PET dengan serabut kelapa ditinjau dari viskositas, densitas, dan flash point. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Dengan variabel bebasnya adalah bahan dan variabel bebasnya adalah nilai viskositas, densitas dan flash point. Serta tekanan dan temperatur kondensor sebagai variabel kontrol. Hasil penelitian yang telah dilakukan, pada temperatur 250°C minyak hasil pirolisis berwarna pekat dan terdapat endapan, mempunyai nilai viskositas 0,95 cSt, Densitas 0,075Kg/m³ dan Flash point 1,4°C. selanjutnya pada temperatur 300°C minyak hasil pirolisis berwarna merah tua jernih tanpa adanya endapan dengan nilai viskositas 0,90 cSt, Densitas 0,074Kg/m³ dan Flash point 2°C. Pada temperatur 350°C minyak pirolisis berwarna merah tua jernih seperti pada suhu 300°C tetapi mempunyai nilai viskositas 0,89 cSt, Densitas 0,075Kg/m³ dan Flash point 1,5°C. pada temperatur 400°C minyak hasil pirolisis berwarna pekat dan terdapat banyak endapan dan mempunyai nilai viskositas 0,90 cSt, Densitas 0,076Kg/m³ dan Flash point 1,8°C. Dalam pembuatan grafik penelitian ini menggunakan program matlab.

Kata Kunci — Pirolisis, Plastik PET, Serabut Kelapa

1. PENDAHULUAN

Kondisi sampah plastik di Indonesia sudah sangat memprihatinkan, dan secara tidak langsung mengancam kehidupan umat manusia. Kebutuhan plastik terus meningkat. Akibat dari peningkatan penggunaan plastik ini adalah bertambah pula sampah plastik. Berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), setiap hari penduduk Indonesia membuang sampah plastik sejumlah 28,4 ribu ton/hari [1].

Tingginya konsumsi plastik (terutama botol PET) merupakan pendorong utama untuk mempertimbangkan daur ulang plastik, pemulihan dan perawatan sebagai target utama, bersama dengan kebutuhan untuk memperluas sistem pengumpulan otoritas lokal yang ada. Sektor pengemasan bukan satu-satunya sektor konsumsi plastik, survei terbaru menunjukkan bahwa limbah plastik yang timbul dari pengemasan dalam sistem pengumpulan sisi jalan juga menciptakan masalah besar bagi pendaur ulang. Limbah kemasan tersebut (terhitung 11% dari pengumpulan sisi jalan) terakumulasi setiap hari dan beberapa otoritas lokal saat ini mengumpulkan plastik kemasan di sisi jalan [2].

Serabut kelapa di beberapa daerah khususnya daerah saya tidak dimanfaatkan sehingga hanya menjadi limbah organik. Teknologi gasifikasi merupakan suatu cara konversi energi biomassa dengan melakukan perubahan termokimia bahan bakar organik padat. Serabut kelapa merupakan limbah biomassa yang dapat dimanfaatkan dengan teknologi gasifikasi dan menghasilkan gas yang dapat dijadikan bahan bakar cair [3].

Biokomposit yang berserat serabut kelapa dengan matrik sagu dan gliserol berpotensi untuk dikembangkan lagi lebih lanjut sebagai material alternatif pengganti *polistierene* sebagai kemasan makanan. Pada fraksi volume 45% serabut kelapa, 10% gliserol dan 45% sagu mempunyai kekuatan tarik yang optimum yaitu sebesar 4,744 Mpa. Nilai ini mempunyai nilai kekuatan tarik yang lebih besar daripada kekuatan tarik *polistierene* sebesar 3,03 Mpa [4].

Limbah serabut kelapa memiliki potensi sebagai bahan baku pembuatan asap cair. Penggunaan serabut kelapa dengan berbagai parameter kadar air berpengaruh nyata terhadap rendemen nilai pH, total asam, kadar fenol dan bobot jenis. Penilaian perlakuan terbaik dari parameter yang telah diuji yaitu pada perlakuan kadar air pada serabut kelapa 20%. Asap cair yang dihasilkan mempunyai karakteristik rendemen 9,06% nilai pH 2,6, total asam 5,2%, kadar fenol 0,660 dan bobot jenis 1,009 [5].

Tujuan diadakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap proses pirolisis pada sampah plastik jenis PET dicampur serabut kelapa. Selain itu juga untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap karakteristik hasil produk ditinjau dari nilai viskositas, densitas dan *flash pointnya*.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Penelitian eksperimen adalah metode penelitian yang

digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi-kondisi yang terkendalikan.

2.2. Identifikasi Variabel

Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah bahan dan viskositas, densitas dan *flash point* sebagai variabel terikat serta tekanan dan temperatur kondensor pada reaktor sebagai variabel kontrol.

2.3. Alur Penelitian

Dalam penelitian ini adapun alur penelitian dari mulai mempersiapkan bahan hingga menganalisa data penelitian dapat digambarkan seperti gambar 1.

Keterangan Gambar 1 :

- 1) persiapan bahan baku plastik PET dicampur serabut kelapa dan mempersiapkan alat-alat yang dibutuhkan.
- 2) persiapan peralatan alat-alat untuk melakukan pengujian pirolisis.
- 3) masukan bahan pengujian yang nantinya sebagai proses awal dari pengujian pirolisis plastik PET dicampur serabut kelapa ke dalam tabung reaktor.
- 4) setelah proses pengujian selesai hasil produksi dari proses pirolisis diuji untuk mengetahui karakteristiknya.
- 5) pengumpulan data adalah setelah mendapat hasil data yang diperoleh nantinya dikumpulkan datanya.
- 6) analisa data adalah setelah pengumpulan data lalu lakukan analisis data.
- 7) kesimpulan proses akhir dari pengujian adalah menyimpulkan data yang diteliti dan diuji.

2.4. Alat Dan Bahan

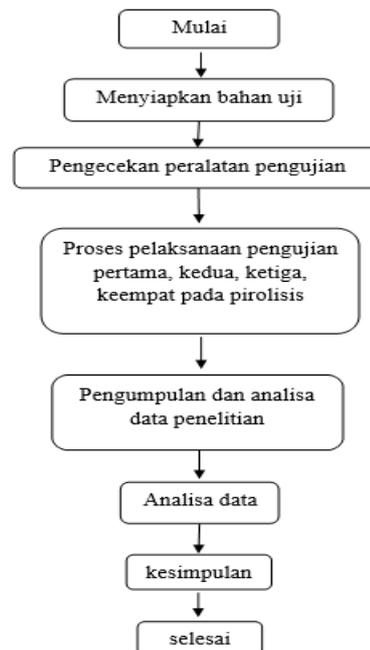
Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah limbah botol plastik bekas jenis PET yang sudah dibersihkan dan dipotong kecil-kecil dicampur sabut kelapa yang sudah dikeringkan dengan perbandingan 7 : 3 dimana 3,5kg plastik PET dan 1,5kg serabut kelapa.

1. Plastik PET

PET (*Polyethylene Etilen Terephalate*) adalah salah satu jenis plastik yang dapat didaur ulang mempunyai logo daur ulang dengan angka 1 ditengahnya serta tulisan PET/PETE dibawah segitiga. Biasanya dipakai pada botol plastik, berwarna jernih transparan / tembus pandang seperti botol air mineral, botol jus, wadah makanan dan hampir semua botol minuman lainnya [2].

2. Serabut Kelapa

Serabut kelapa merupakan bagian terluar buah kelapa yang membungkus tempurung kelapa. Ketebalan serabut kelapa berkisar 5-6 cm yang terdiri atas lapisan terluar dan lapisan dalam. Komposisi kimia serabut kelapa terdiri atas selulosa, lignin, gas, arang dan potasium [6].



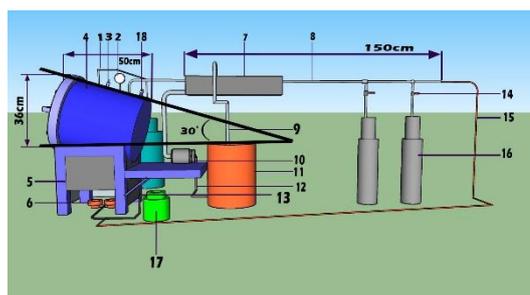
Gambar 1. Alur Penelitian



Gambar 2. Jenis dan Simbol plastik PET



Gambar 3. Serabut Kelapa



Gambar 4. Instalasi Alat Pirolisis

3. Instalasi Alat Pirolisis

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pirolisis, Gambar 4 adalah instalasi alat pirolisis.

Keterangan Gambar 4:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. Nitrogen | 11. Wadah air kondensor |
| 2. Manometer | 12. Selang air kondensor |
| 3. Otomatis tekanan | 13. Regulator |
| 4. Reaktor | 14. Valve |
| 5. Pondasi | 15. Selang LPG |
| 6. Kompor | 16. Wadah hasil pirolisis |
| 7. Kondensor | 17. Gas LPG |
| 8. Pipa logam | 18. Termokopel |
| 9. Keluaran air kondensor | |
| 10. Pompa | |

Langkah proses produksi pirolisis :

1. Memasukan bahan uji ke dalam reaktor.
2. Tabung reaktor dipanaskan menggunakan kompor sampai suhu.
3. Untuk sementara waktu kran/valve ditutup dengan waktu 15-20 menit agar supaya tabung reaktor menjadi vakum setelah itu kran yang menuju kondensor dibuka.
4. Suhu diukur dengan *thermocouple* digital.
5. Kondensor dialiri air secara terus menerus selama proses pengujian berjalan dengan suhu 17-26°C.
6. Setelah pipa didinginkan dengan kondensor gas dan cairan akan turun pada bagian output kondensor tersebut.
7. Gas akan mengalir melalui pipa bagian atas dan cairan akan mengalir melalui pipa bagian bawah.
8. Tunggu hingga kurang lebih 1 jam.
9. Setelah selesai akan mendapatkan hasil produk pirolisis dari plastik PET dicampur serabut kelapa.

10. Hasil produk pirolisis dari bahan plastik PET dicampur Serabut kelapa akan diteliti atau diuji guna mengetahui karakteristiknya.

11. Setelah melakukan pengujian catat hasil dari perbandingan tersebut.

2.5 Program MATLAB

Program Matlab adalah salah satu program komputer yang dapat melakukan perhitungan matematik dengan suatu bahasa pemrograman sederhana dengan fasilitas yang jauh lebih hebat dan lebih mudah digunakan dari bahasa seperti Basic, Pascal. Matlab digunakan untuk menggambarkan data dengan berbagai cara misalkan membuat grafik, manipulasi polinomial, mengintegalkan fungsi, memanipulasi persamaan secara simbol dan lain-lain. Melalui kemampuan grafisnya, matlab memberikan banyak pilihan untuk visualisasi data. Dengan kata lain matlab adalah suatu lingkungan tempat membuat aplikasi dimana kita dapat membuat antarmuka grafis (Graphical User Interface atau GUI) dan menyediakan pendekatan visual untuk menyelesaikan masalah-masalah tertentu.

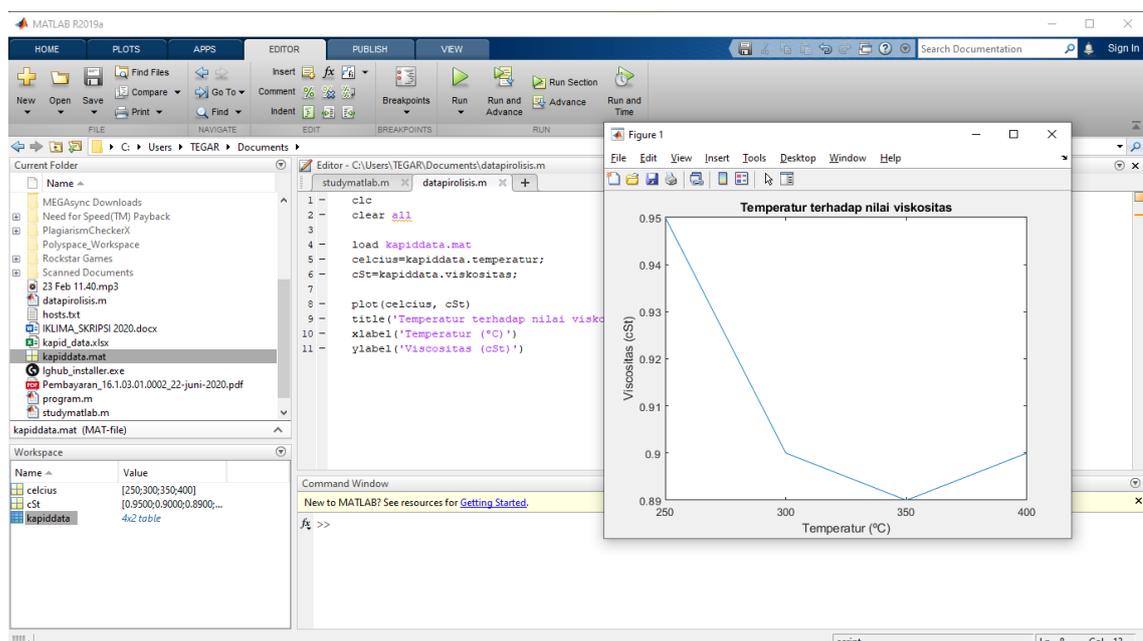
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian pirolisis yang dilakukan dengan menggunakan bahan plastik PET dan serabut kelapa diperoleh data sebagai berikut :

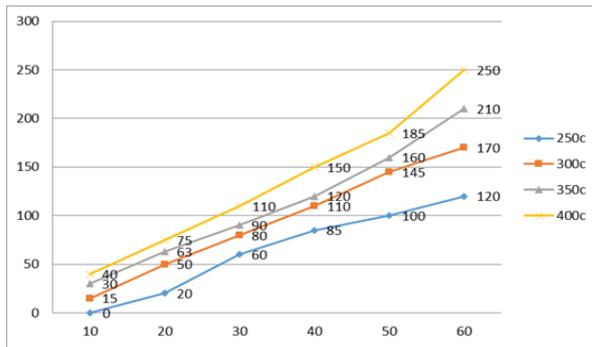
1. Pengaruh temperatur terhadap hasil pirolisis

Hubungan antara temperatur, waktu dan hasil cair yang diperoleh akan dijelaskan melalui grafik x dan y pada gambar 6.

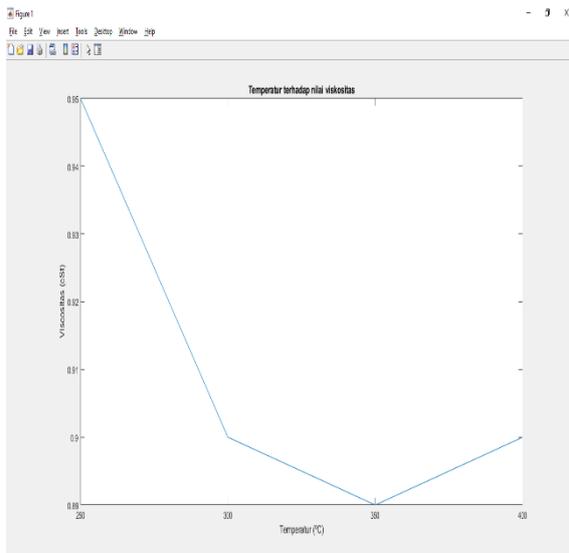
Dari grafik pada gambar 6 semakin tinggi temperatur, hasil yang diperoleh juga semakin banyak. Hasil terbanyak di dapat pada temperature 400°C dengan waktu selama 60 menit. Hasil bahan bakar yang didapat sebanyak 250 ml.



Gambar 5. Program MATLAB



Gambar 6. Pengaruh temperatur terhadap proses pirolisis.



Gambar 7. Pengaruh temperatur terhadap nilai viskositas.



Gambar 8. alat viskotester

Tabel 1. Hasil Pengukuran

Suhu (°C)	Cair		
	Viskositas (cSt)	Densitas (g/ml)	Flashpoint (°C)
250	0,95	750	1,4
300	0,90	740	2
350	0,89	750	1,5
400	0,90	760	1,8

2. Pengaruh temperatur terhadap nilai viskositas

Viskositas adalah nilai yang diukur dari daya hambatan aliran yang dialami suatu fluida pada suatu tekanan tertentu, viskositas sering disebut kekentalan atau penolakan terhadap penguangan. Contoh sederhananya yaitu membandingkan air dengan oli, tentu air akan lebih cepat mengalir jika dibandingkan dengan oli, ini dikarenakan air memiliki kekentalan lebih rendah daripada oli.

Sehingga dapat kita simpulkan bahwa semakin tinggi viskositas suatu cairan maka semakin susah cairan tersebut untuk bergerak mengalir begitupun sebaliknya. Dalam penelitian ini viskositas akan diukur dengan menggunakan viskotester. Sejumlah cairan akan dituang ke dalam wadah kemudian saklar dihidupkan untuk menyalakan rotor. Rotor akan terus bergerak mengaduk cairan dan jarum indikator juga akan terus bergerak. Bila jarum pada indikator sudah menunjukkan posisi *steady* maka hasil viskositasnya sudah diketahui dan selanjutnya matikan rotor.

Dari tabel 2. diatas menunjukkan pengaruh temperatur terhadap nilai viskositas dapat dilihat pada grafik gambar 7.

Semakin rendah nilai viskositas yang dimiliki cairan maka cairan tersebut semakin encer. Nilai viskositas dari bahan plastik PET dengan serabut kelapa terendah sebesar 0.89 cSt pada temperatur 350°C. Sedangkan nilai tertinggi sebesar 0.95 cSt pada temperatur 250°C. Gambar 8 adalah alat viskotester.

3. Pengaruh temperatur terhadap nilai densitas

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin besar massa volume dari suatu benda, maka semakin tinggi pula massa jenis benda tersebut. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya.

Sebuah benda yang memiliki massa jenis lebih rendah (misalnya air) akan memiliki volume yang lebih tinggi daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih tinggi (misalnya besi). Satuan SI massa jenis adalah kilogram per meter kubik ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$). Massa jenis berfungsi untuk menentukan zat. Setiap zat memiliki massa jenis yang berbeda. Dan suatu zat berapapun massanya berapapun volumenya akan memiliki massa jenis yang sama. Rumus untuk menentukan massa jenis seperti persamaan 1, dimana ρ adalah massa jenis, m adalah massa, dan V adalah volume.

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (1)$$

Satuan massa jenis dalam 'CGS (centi-gram-sekon)' adalah: gram per sentimeter kubik (g/cm^3), $1000 \text{ g}/\text{cm}^3 = 1 \text{ kg}/\text{m}^3$. Dari tabel 3 dapat disimpulkan dengan grafik seperti pada gambar 9.

Tabel 2. temperatur terhadap nilai viskositas

Bahan	Plastik PET dan Serabut kelapa			
Temperatur (°C)	250	300	350	400
Viskositas (cSt)	0,95	0,90	0,89	0,90

Tabel 3. temperatur terhadap nilai densitas

Suhu (°C)	Massa erlemeyer (Kg)	Massa Erlemeyer + Cairan (Kg)	Massa Cairan (Kg)
250	0,073	0,148	0,075
300	0,073	0,147	0,074
350	0,073	0,148	0,075
400	0,073	0,149	0,076

Tabel 4. Temperatur terhadap nilai *flash point*

Temperatur (°C)	250	300	350	400
Flash Point (°C)	1,7	2	1,5	1,8

Besarnya nilai densitas masih erat kaitannya dengan nilai viskositas, jika semakin tinggi nilai viskositasnya maka semakin besar juga nilai densitasnya. Dari bahan plastik PET dan serabut kelapa yang digunakan sebagai penelitian nilai densitas terendah ada pada temperatur 300°C dengan nilai 0,074kg/m³. Sedangkan nilai densitas tertinggi adalah 0,076 Kg/m³ pada temperatur 400°C.

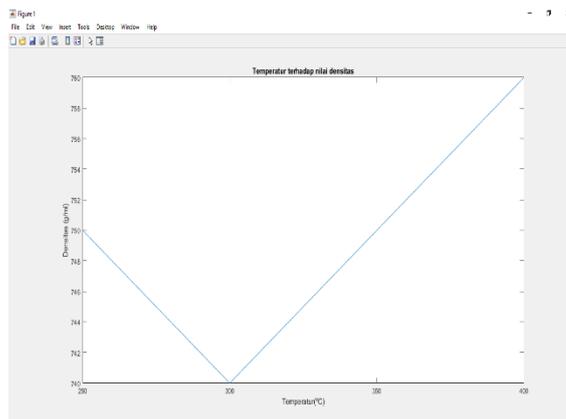
4. Pengaruh temperatur terhadap nilai *flash point*

Flash point adalah fraksi dimana bahan bakar akan menguap dan menimbulkan api bila terkena percikan api dan kemudian mati dengan sendirinya dengan rentan waktu yang cepat. Hal ini disebabkan karena pada kondisi tersebut belum mampu untuk membuat bahan bakar bereaksi dan menghasilkan api yang kontinu. *Flashpoint* dapat ditentukan dengan melakukan pemanasan yang tetap terhadap suatu fraksi bahan bakar, setelah mencapai titik suhu tertentu maka fraksi tersebut akan mengalami penguapan.

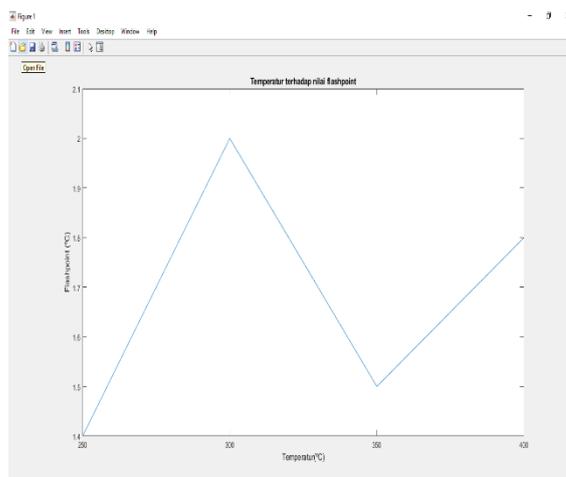
Semakin tinggi *flash point* suatu fraksi maka akan sulit untuk terbakar begitupun jika fraksi memiliki *flash point* rendah berarti akan mudah terjadi pembakaran. Dalam penelitian ini *flashpoint* akan diukur dengan menggunakan alat *flash point tester*.

Dari tabel 4 dapat digambarkan grafik pada gambar 10.

Flash point dari bahan plastik PET dicampur serabut kelapa memiliki nilai terendah terdapat pada temperatur 350°C dengan nilai 1,5°C. Sedangkan nilai *flash point* tertinggi terdapat pada temperatur 300°C dengan nilai 2°C. Berikut adalah alat yang digunakan untuk mengukur *flash point* :



Gambar 9. Pengaruh temperatur terhadap densitas



Gambar 10. pengaruh temperatur terhadap nilai *flash point*



Gambar 11. *Flash point tester*

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, pada temperatur 250°C minyak hasil pirolisis berwarna pekat dan terdapat endapan, mempunyai nilai viskositas 0,95 cSt, Densitas 0,075Kg/m³ dan *Flash point* 1,4°C. selanjutnya pada temperatur 300°C minyak hasil pirolisis berwarna merah tua jernih tanpa adanya endapan dengan nilai viskositas 0,90 cSt, Densitas 0,074Kg/m³ dan *Flash point* 2°C. Pada temperatur 350°C minyak pirolisis berwarna merah

tua jernih seperti pada suhu 300°C tetapi mempunyai nilai viskositas 0,89 cSt, Densitas 0,075Kg/m³ dan *Flash point* 1,5°C. pada temperatur 400°C minyak hasil pirolisis berwarna pekat dan terdapat banyak endapan dan mempunyai nilai viskositas 0,90 cSt, Densitas 0,076Kg/m³ dan *Flash point* 1,8°C.

Dari ketiga sifat karakteristik bahan plastik PET dicampur dengan serabut kelapa memiliki temperatur optimum yang berbeda. Sifat karakteristik yang dimiliki bahan plastik PET dengan serabut kelapa memiliki nilai viskositas, densitas, dan *flash point* terendah rata-rata pada temperatur 350°C. Dalam penelitian ini kualitas cairan hasil pirolisis yang terbaik adalah dengan warna merah jernih tanpa adanya endapan.

5. SARAN

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

1. Untuk mendapatkan hasil bahan bakar 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 spiral, supaya luas penampang yang terkondensasi lebih banyak dan waktu kondensasi lebih lama.
2. Jumlah air yang digunakan pada sistem pendingin harus memiliki volume 3 kali lebih banyak daripada volume air pada kondensor. Selain itu

untuk menghasilkan hasil yang maksimal, konstruksi kondensor sebaiknya lebih rendah dari Posisi Tabung reactor

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fahlevi, M.R. 2012. *Sampah Plastik*, tersedia: <http://I:/Artikel-sampah-plastic.com.l>. diunduh 1 oktober 2016 Diunduh pada 26 Januari 2020.
- [2] Al-Salem, S. L. (2010). *Kinetics Of Polyethylene Terephthalate (PET) and Polystyrene (PS) Dynamic Pyrolysis*. World Academy Of Science, Engineering and Technology, 66. pp. 1267-1275.
- [3] Wicaksono. (2017). *Pengolah Sampah Plastik Jenis PET (POLYETHYLENE PEREPHTALATE) Menggunakan Metode Pirolisis Menjadi Bahan Bakar Alternatif*. Jurnal Teknik Mesin, Universitas Diponegoro, Semarang., 1.
- [4] Bahtiar, A. D. (2012). *Aplikasi Serat Sabut Kelapa Bermatrik Sagu Dan Gliserol Sebagai Pengganti Kemasan Makanan Dari Styrofoam*. Jurnal Teknik Mesin, Program Studi Perawatan Dan Perbaikan Mesin, Politeknik Kediri, Vol. 1 No. 1.
- [5] Pamori, R. E. (2015). *Karakteristik Asap Cair Dari Proses Pirolisis Limbah Sabut Kelapa Muda*. Jurnal Pertanian, Vol, 14 No, 2 : 43-50 ISSN 1412-4424.
- [6] Indahyani, T. (2011). *Pemanfaatan Limbah Serabut Kelapa Pada Perencanaan Interior Dan Furniture Yang Berdampak Pada Pemberdayaan Masyarakat Miskin*. Jurnal Komunikasi Multimedia, Vol. 2 No. 1.