

Pengaruh Temperatur terhadap Hasil Pirolisis Limbah Ban menjadi Bahan Bakar Cair menggunakan Katalis Zeolit

T R Dumilah¹, N Kholidah^{1*}

¹Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Palembang 30126, Indonesia

*e-mail korespondensi : nurulkholidah@radenfatah.ac.id

Abstrak. Ban merupakan salah satu jenis polimer sintetis (*polystyrene*) yang tidak mudah untuk didaur ulang, sehingga pengolahan limbah ban harus dilakukan dengan benar agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Proses pirolisis merupakan salah satu cara untuk meminimalisir limbah ban. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap hasil pirolisis limbah ban menjadi bahan bakar cair menggunakan katalis zeolit. Proses pirolisis limbah ban dilakukan selama 3 jam, bahan baku sebanyak 500 gram, temperatur operasi yaitu 200°C, 250°C dan 300°C dengan menggunakan katalis zeolit yang telah diaktivasi secara fisika sebanyak 400 gram. Berdasarkan hasil penelitian, semakin tinggi temperatur pada proses pirolisis maka *yield* produk cair yang dihasilkan juga semakin tinggi. Adapun *yield* produk cair yang dihasilkan pada temperatur operasi 200°C, 250°C dan 300°C masing-masing sebesar 17.793 %, 41.1804 % dan 58.6030 %. Uji komposisi produk cair dengan menggunakan instrumen GC-MS, produk cair yang dihasilkan mengandung fraksi minyak tanah lebih tinggi dibandingkan dengan fraksi bensin, solar, dan lainnya. Semakin tinggi temperatur, maka semakin besar persentase minyak tanah yang dihasilkan, persentase minyak tanah yang dihasilkan pada temperatur operasi 200°C, 250°C dan 300°C masing-masing sebesar 45,36 % , 53,48 %, dan 55,28 %.

Kata kunci: Limbah Ban, Katalis Zeolit, Proses Pirolisis, Temperatur Operasi.

Abstract. Tires are one type of synthetic polymers (polystyrene) that are not easy to be recycled, so waste tire processing must be done properly so as not to cause enviromental pollution. Pyrolysis process is one way to minimize tire waste. The purpose of this study was to determine the effect of temperature on the result of pyrolysis of waste tires into liquid fuels using a zeolite catalyst. Tire waste pyrolysis process is carried out for 3 hours, raw materials as much as 500 grams, operating temperature of 200°C, 250°C and 300°C using a zeolite catalyst that has been activated physically as much as 400 grams. Based on the result of research the higher the temperature in the pyrolysis process, the liquid product produced is also higher the liquid product produced at operating temperature 200°C, 250°C and 300°C each of 17.793 %, 41.1804 % and 58.6030 %. Liquid product composition test using the GC-MS instrument, the resulting liquid product contains a hinger fraction of kerosene than the gasoline,, diesel and other fractions. The higher the temperature, the greater the percentage of kerosene produced at a temperature of 200°C, 250°C and 300°C eacj of 45,36 % , 53,48 %, dan 55,28 %.

Keyword: Waste Tire, Zeolite Catalysts, Pyrolysis Process, Operating Temperature.

1. PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu kebutuhan penting dalam kehidupan manusia. Kebutuhan energi masih didominasi oleh bahan bakar fosil tidak terbarukan, yang cepat atau lambat akan habis ketersediaannya (Susila, 2015). Menurut Kuncachyo (2013), tingkat konsumsi minyak yang bersumber dari bahan bakar fosil rata-rata meningkat 6% per tahun, sedangkan cadangan dan produksinya di Indonesia mengalami penurunan 10% setiap tahun. Upaya untuk menangani masalah tersebut yaitu dengan cara mengembangkan sumber energi alternatif, yaitu dengan mengkonversi limbah menjadi bahan bakar.

Limbah merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang berdampak buruk pada manusia dan lingkungan, salah satunya limbah ban. Ban merupakan salah satu jenis polimer sintetis (*polystyrene*) yang tidak mudah untuk didaur ulang. Ban merupakan salah satu produk industri di Indonesia. Produksi ban dalam negeri mengalami perkembangan yang cukup signifikan. Pada tahun 2010 produksi ban mengalami kenaikan rata-rata sebesar 10%, sehingga, tahun 2011 total produksi ban mencapai 41 juta unit (Handono, 2017). Peningkatan produksi ban menyebabkan jumlah limbah ban meningkat (Falaah, 2012).

Limbah ban sangat sulit terdegradasi secara alami oleh alam. Selama ini penanganan limbah ban hanya dengan menimbun dan membakar langsung di udara terbuka. Hal ini kurang bisa mengurangi limbah ban, karena akan menimbulkan permasalahan gas polutan hasil pembakaran limbah ban yang dapat mencemari lingkungan (Rohmad, 2013). Cara untuk menangani limbah ban agar memiliki nilai tambah adalah dengan mengkonversi limbah ban tersebut menjadi bahan bakar melalui proses pirolisis.

Pirolisis didefinisikan sebagai proses degradasi termal dari bahan padat pada kondisi udara atau oksigen terbatas. Pirolisis juga disebut sebagai proses perengkahan atau *cracking*. Proses *cracking* ada dua macam yaitu *thermal cracking* dan *catalytic cracking*. Proses perengkahan menggunakan tekanan tinggi dan suhu yang berkisar 350°C sampai dengan 900 °C tanpa menggunakan katalis disebut dengan perengkahan termal, sedangkan dengan menggunakan suhu dan tekanan yang lebih rendah dengan adanya katalis disebut dengan perengkahan katalitik (Kholidah, 2018).

Penelitian ini dilakukan dengan proses pirolisis menggunakan katalis (*catalytic cracking*). Proses pirolisis limbah ban dilakukan selama 3 jam, bahan baku sebanyak 500 gram, temperatur operasi yaitu 200°C, 250°C dan 300°C dengan menggunakan katalis zeolit yang telah diaktivasi secara fisika sebanyak 400 gram. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap hasil pirolisis limbah ban menjadi bahan bakar cair menggunakan katalis zeolit

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah gelas ukur, *beaker glass*, pipet tetes, kertas saring, neraca analitik, *furnace*, *picnometer* dan seperangkat alat pirolisis. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah limbah ban sepeda motor dan katalis zeolit.

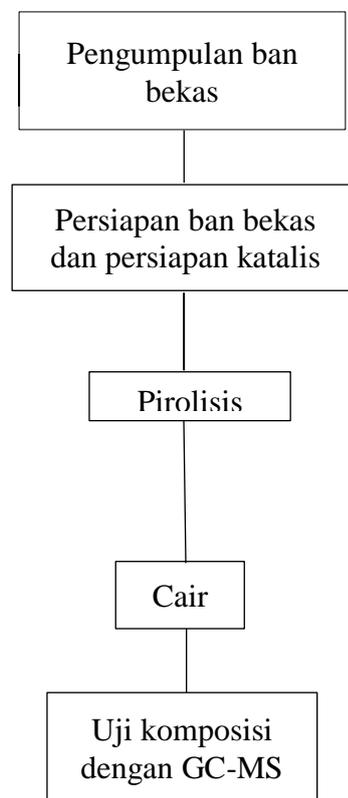
2.2 Prosedur

Pada penelitian ini, proses pirolisis limbah ban dilakukan selama 3 jam dengan bahan baku sebanyak 500 gram. Proses pirolisis berlangsung pada temperatur operasi yaitu 200°C, 250°C dan 300°C dengan menggunakan katalis zeolit yang telah diaktivasi secara fisika sebanyak 400 gram. Limbah ban yang digunakan pada penelitian ini merupakan limbah ban kendaraan roda dua yang sudah tidak terpakai lagi yang didapatkan dari bengkel motor, sebelum diproses limbah ban dibersihkan dengan cara dicuci agar kotoran yang menempel pada ban hilang.

Kemudian limbah ban yang telah bersih dikeringkan dan dipotong dengan ukuran 0.5 x 0.5 cm, hal ini bertujuan untuk mempermudah proses pelelehan dan perengkahan.

Limbah ban sebanyak 500 gram dimasukkan kedalam wadah dan di campur dengan katalis zeolit yang sudah diaktivasi sebanyak 400 gram. Setelah itu, dimasukkan kedalam reaktor lalu reaktor ditutup rapat. Pemanas reaktor dinyalakan dengan temperatur yang diatur sesuai variabel penelitian yaitu 200°C, 250°C dan 300°C waktu pirolisis selama 3 jam. Kemudian, pompa air pendingin dihidupkan untuk mengalirkan air pendingin ke kondensor. Pada temperatur tertentu limbah ban akan meleleh menjadi cair karena telah mencapai titik lelehnya dan setelah berubah menjadi cair limbah ban berubah menjadi fase gas. Fase gas terjadi akibat proses pemanasan yang terjadi. Kemudian gas yang terbentuk mengalir melalui aliran pipa yang ada dibagian atas reaktor menuju ke kondensor. Menurut Rahman (2017) , Kondensor berfungsi sebagai alat pendingin yang merubah fase gas tersebut menjadi cair. Gas melewati pendingin kondensor berubah fase menjadi fase cair, cairan inilah yang disebut dengan bahan bakar cair.

Bahan bakar cair kemudian ditampung dalam botol penampungan untuk selanjutnya dilakukan analisa komposisi menggunakan instrumen GC-MS (*Gas Chromatography Mass Spectroscopy*) untuk mengetahui fraksi yang terkandung di dalam bahan bakar cair yang dihasilkan dari proses pirolisis limbah ban. Adapun proses pirolisis dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses pirolisis limbah ban

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, proses pirolisis limbah ban dilakukan dalam reaktor jenis *fix bed* yang dioperasikan pada temperatur 200°C, 250°C dan 300°C dengan katalis zeolit yang sudah diaktivasi secara fisika sebanyak 400g. Konversi limbah ban menjadi bahan bakar cair melalui proses pirolisis menghasilkan residu padat, cair dan gas. *Yield* produk bahan bakar cair yang dihasilkan dari pirolisis limbah ban dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan analisa komposisi produk hasil pirolisis limbah ban dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. *Yield* produk yang dihasilkan dari hasil pirolisis limbah ban

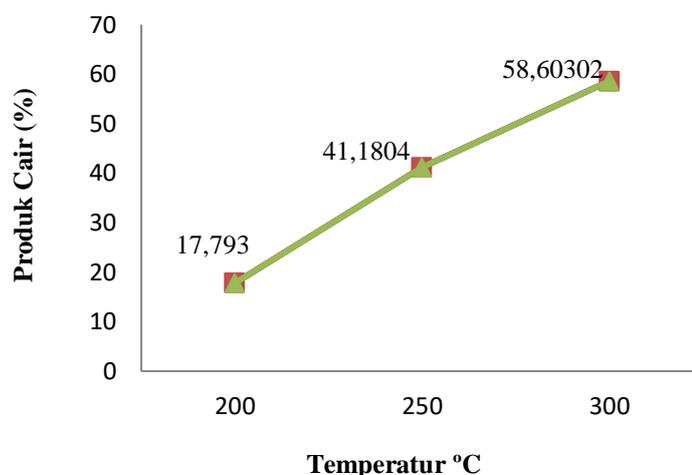
Variabel Percobaan				Parameter yang diukur		
				Yield Produk		
Bahan Baku (g)	Katalis (g)	Waktu Operasi (jam)	Temperatur (°C)	Cair (%)	Gas (%)	Padat (%)
500	400	3	200	17.793	14.207	68
			250	41.1804	16.8196	42
			300	58.60302	19.79689	21.6

Tabel 2. Komposisi bahan bakar cair yang dihasilkan dari hasil pirolisis limbah ban dengan menggunakan *GC-MS*

Bahan Baku (g)	Katalis (g)	Waktu Operasi (jam)	Temperatur (°C)	Parameter yang diukur			
				Bensin C ₄ -C ₁₂	Minyak Tanah C ₉ -C ₁₄	Solar C ₁₅ -C ₁₈	Lainnya >C ₂₀
500	400	3	200	11,44	45,36	13,48	29,72
			250	20,32	53,48	14,07	12,13
			300	23,75	55,28	14,14	6,83

3.1 Pengaruh Temperatur terhadap Persentase Yield Cairan

Berdasarkan hasil penelitian, hubungan antara temperatur terhadap *yield* produk cair dari hasil pirolisis limbah ban menjadi bahan bakar cair dengan lama waktu perengkahan 3 jam dapat dilihat pada Gambar 2.



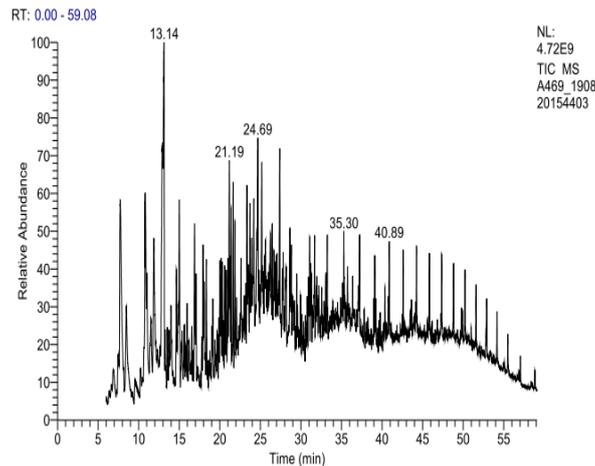
Gambar 2. Pengaruh Temperatur Terhadap *Yield* Produk Hasil Pirolisis Limbah Ban

Gambar 2. menunjukkan pengaruh hubungan antara temperatur terhadap *yield* produk cair dari hasil pirolisis limbah ban, *yield* produk cair dari hasil pirolisis limbah ban terus meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur. Jadi, semakin tinggi temperatur pada proses pirolisis limbah ban maka *yield* produk cair yang dihasilkan juga semakin banyak. Peningkatan temperatur mulai dari 200°C, 250°C dan 300°C. *Yield* bahan bakar cair tertinggi didapatkan dari proses pirolisis limbah ban pada temperatur 300°C yaitu sebanyak 58.60302%.

Menurut Susila (2015), bahwa “Suhu sangat mempengaruhi jumlah produk yang dihasilkan karena sesuai dengan persamaan Arrhenius, semakin tinggi suhu maka nilai konstanta dekomposisi termal makin besar akibatnya laju pirolisis bertambah dan konversi akan meningkat”. Hal yang sama juga diungkapkan oleh Kholidah (2018), bahwa semakin tinggi temperatur maka *yield* bahan bakar cair yang dihasilkan semakin banyak. Hal ini dikarenakan, pada temperatur tinggi rantai karbon akan lebih mudah terengkah dibandingkan pada suhu rendah.

3.2 Analisis GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*)

Bahan bakar cair yang dihasilkan, selanjutnya dilakukan analisa komposisi menggunakan instrumen (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*) untuk mengetahui persentase dan fraksi yang terkandung di dalam bahan bakar cair yang dihasilkan dari proses pirolisis limbah ban. Bahan bakar cair diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok yaitu fraksi bensin (C₄-C₁₂), fraksi Minyak Tanah (C₉-C₁₄), fraksi solar (C₁₅-C₁₈) dan lainnya (>C₂₀). Berdasarkan hasil analisa GCMS dari ketiga sampel, produk cair yang dihasilkan mengandung fraksi minyak tanah lebih tinggi dibandingkan dengan fraksi bensin, solar, dan lainnya. Semakin tinggi temperatur, maka semakin besar persentase minyak tanah yang dihasilkan, persentase minyak tanah yang dihasilkan pada temperatur operasi 200°C, 250°C dan 300°C masing-masing sebesar 45,36 % , 53,48 % , dan 55,28 %.



Gambar 3. Analisa GC-MS (temperatur 300°C , bahan baku 500 gram, dengan proses pirolisis selama 3 jam menggunakan katalis Zeolit sebanyak 400 gram)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa, temperatur mempengaruhi yield produk yang dihasilkan, semakin tinggi temperatur pada proses pirolisis maka *yield* produk cair yang dihasilkan juga semakin tinggi. Adapun *yield* produk cair yang dihasilkan pada temperatur operasi 200°C, 250°C dan 300°C masing-masing sebesar 17.793 %, 41.1804 % dan 58.6030 %.

Uji komposisi produk cair dengan menggunakan instrumen GC-MS, produk cair yang dihasilkan mengandung fraksi minyak tanah lebih tinggi dibandingkan dengan fraksi bensin, solar, dan lainnya. Semakin tinggi temperatur, maka semakin besar persentase minyak tanah yang dihasilkan, persentase minyak tanah yang dihasilkan pada temperatur operasi 200°C, 250°C dan 300°C masing-masing sebesar 45,36 % , 53,48 %, dan 55,28 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arita, Susila, Abrar Assalami, Dina Irawaty Naibah, “Proses Pembuatan Bahan Bakar Cair dengan Memanfaatkan Limbah Ban Bekas Menggunakan Katalis Zeolit,” *Jurnal Teknik Kimia*,” vol. 21, no. 2, ISSN 2088 – 3676, 2015.
2. Falaah, Asron F., Adi Cifriadi, “Pemanfaatan Hasil Pirolisis Limbah Ban Bekas Sebagai Bahan Pelunak Untuk Pembuatan Barang Jadi Karet.,” *Jurnal Penelitian Karet* vol. 31, no. 2, 2012.
3. Handono, Muhammad Roy Tri. 2017. Pembuatan Bahan Bakar Cair dengan Memanfaatkan Limbah Ban Bekas menggunakan Katalis Dari Limbah Bekas Perengkahan Minyak Bumi Pt. Pertamina Ru III dengan Metode Pirolisis. *Skripsi*. Palembang : Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Uniyersitas Muhammadiyah Palembang.
4. Kholidah, Nurul, “Pengaruh Temperatur terhadap Persentase Yield pada Proses Perengkahan Katalitik Sampah Plastik menjadi Bahan Bakar Cair,” *Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*,” vo. 2, no. 1, 2018.

5. Kunchahyo, Priyohadi., dkk, "Analisa Prediksi Potensi Bahan Baku Biodiesel sebagai Suplemen Bahan Bakar Motor Diesel di Indonesia," *Jurnal Teknik Pomit*, " vol. 2 ,no. 1, 2013.
6. Rahman, M.T Abdul, Abrar Assalami, Dina Irawaty Naibaho, "Pengaruh Suhu Dan Persen Katalis Zeolit Terhadap Yield Pirolisis Limbah Plastik Polypropylene (PP)," *Jom FTEKNIK*, " vol 4, no. 2, 2017.
7. Rohmad, Agung., dkk," Karakterisasi Produk Ubin Berbahan Dasar Plastik PP dan Karet Ban Bekas dengan Metode Pressured Sintering," *Mekanika*, " vol. 11, no. 2, 2013.