

Pengaruh Katalis Genteng Tanah Liat dalam Proses Produksi Bahan Bakar Cair dari Limbah Ban Bekas dengan Proses Pirolisis

Andry Anggoro Arahim¹, Widayat², Hadiyanto³

¹Magister Energi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro;

²Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro;

Email : anggoroandry@gmail.com (A.A.A), widayat@lecturer.undip.ac.id (W),
hadiyanto@lecturer.undip.ac.id (H);

Abstrak : Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh katalis dari genteng tanah liat untuk memproduksi bahan bakar cair dari limbah ban bekas dengan proses pirolisis. Pirolisis menghasilkan produk yaitu cair (*yield*), arang (*Char*) dan gas. Alat pirolisis terdiri dari tabung reaktor, pipa stainless, pipa kaca, pipa kondensor dan kompor listrik. Katalis diletakkan pada pipa yang keluar dari reaktor sehingga katalis berperan dalam proses perubahan gas hasil pirolisis menjadi cair. Hasil XRF katalis genteng menunjukkan bahwa katalis genteng tanah liat mengandung silica alumina dimana dalam proses pirolisis silica alumina digunakan sebagai polimer, isomer dan pengkrekahan pada reaksi kimia hidrothermal. Hasil tanpa katalis menghasilkan *yield* lebih sedikit jika dibandingkan dengan penggunaan katalis. *Yield* di yeield dianalisis menggunakan Gas Chromatography-Mass spectrometry (GC-MS), hasil *yield* mengandung hidrokarbon dengan fraksi C5-C12 (bensin) sebesar 80,94%.

Kata Kunci : Pirolisis, Katalis Genteng, GC-MS, Limbah Ban

1. Pendahuluan

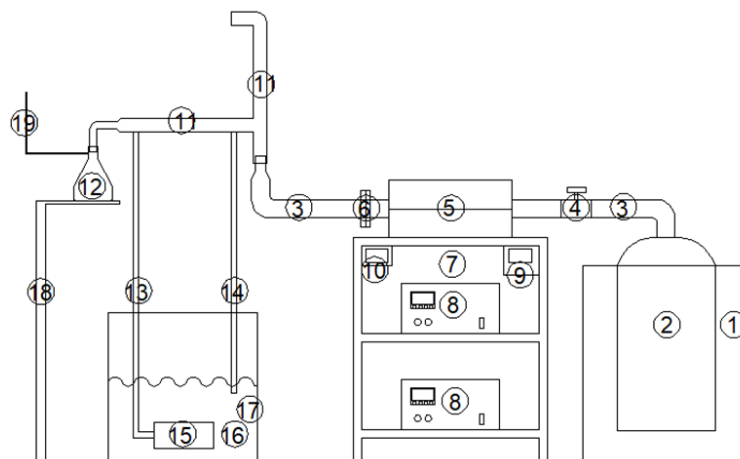
Laju suatu reaksi kimia dapat dipengaruhi dengan menambahkan katalisator sebagai substansi tanpa mempengaruhi hasil suatu reaksi (Syahputra, 2015). Katalisator hanya memberikan reaksi alternatif terhadap suatu reaksi kimia dan tidak mengalami perubahan pada ahir reaksi (Widjajanti, 2005). Katalisator tanah liat merupakan katalis yang ramah lingkungan, karena ternuat dari bahan alam yang mudah didapat. Katalis tanah liat digunakan karena tanah liat mempunyai sifat *ecofriendly*, ekonomis, dapat di daur ulang dan tidak korosif sehingga lebih efisien jika digunakan dalam reaksi organik (Theng, 1974; Krstic dkk., 2002; Aznárez dkk., 2015).

Teknologi pirolisis dapat digunakan untuk memperoleh sumber energi lain. Pirolisis adalah proses pembakaran dengan kondisi sedikit oksigen (Lailunnazar dkk., 2013). Genteng tanah liat di pecah menjadi ukuran 0.5 – 1 cm dan dilakukan uji katalis menggunakan *X-ray fluorescence spectrometers and analyzers* (XRF) digunakan untuk dapat mengetahui kandungan yang terdapat pada katalis genteng tanah liat. Pirolisis menghasilkan produk yaitu cair (*yield*), arang (*Char*) dan gas. Rangkaian alat pirolisis terdiri dari tabung reaktor, pipa *stainless*, pipa kaca, pipa kondensor dan

kompor listrik. Katalis diletakkan pada pipa yang keluar dari reaktor sehingga katalis berperan dalam proses perubahan gas hasil pirolisis menjadi cair. Hasil XRF katalis genteng menunjukkan bahwa katalis genteng tanah liat mengandung silika alumina dimana dalam proses pirolisis silika alumina dapat berperan sebagai polimerisasi, isomerasasi dan pengkrekahan pada reaksi kimia *hydrothermal* yang memungkinkan tanah liat dapat digunakan sebagai katalis. Hasil *Yield* akan di uji menggunakan alat GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*) untuk mengetahui kandungan yang terdapat pada *yield*.

2. Metodologi

Penelitian ini akan mengkaji pengaruh katalis dan tanpa katalis pada proses pirolisis ban bekas. Bahan baku yang di gunakan dalam penelitian ini menggunakan ban dalam sepeda motor. Preparasi ban dilakukan dengan mencacah menjadi ukuran 0,5 – 1 cm dicuci dan dikeringkan. Preparasi katalis genteng tanah liat dilakukan dengan memecah genteng menjadi ukuran 0,5 – 1 cm.



Keterangan :

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1) Heater | 11) Pipa destilasi kaca |
| 2) Reaktor | 12) Erlenmeyer |
| 3) Pipa gas keluar | 13) Pipa in kondensor |
| 4) Ball Valve | 14) Pipa out kondensor |
| 5) Tempat katalis | 15) Pompa air |
| 6) Plandes | 16) Air |
| 7) Meja kontrol | 17) Ember air |
| 8) Kontrol | 18) Holder |
| 9) kWh meter | 19) Flow gas |
| 10) Indikator suhu reaktor | |

Gambar 1. Alat Pirolisis

Limbah ban dipotong dengan ukuran 0,5 – 1 cm ditimbang dengan berat 1000 gram dimasukkan kedalam reaktor. Katalis di masukkan kedalam pipa dengan memberi penyekat agar katalis tidak terbawa pada saat gas mengalir dalam pipa. Berat katalis di sesuaikan dengan tabel 1. Proses pirolisis dilakukan dengan memanaskan tabung reaktor menggunakan kompor listrik. Suhu dalam reaktor

diatur pada suhu 500°C. Gas yang dihasilkan dialirkan melalui pipa yang berisi katalis dan gas akan terkondensasi agar menjadi *yield*. Cairan hasil pirolisis di tampung pada Erlenmeyer. Waktu pirolisis dihitung pada saat pemanasan. Hasil *yield* dilakukan uji GC-MS. Proses pirolisis di ulang berdasarkan tabel penelitian.

Tabel 1.
Pengambilan Data Pirolisis

Run	Waktu (jam)	Bahan	Temperatur Reaktor	Konsentrasi Katalis (%)
1	2	1.000	500	0
2	2	1.000	500	2,5
3	2	1.000	500	3
4	2	1.000	500	6
5	2	1.000	500	5
6	2	1.000	500	10

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Karakteristik Katalis Genteng Tanah Liat

Katalis pecahan genteng di uji menggunakan hasil Uji *X-Ray Fluoresence* (XRF) katalis mengandung beberapa unsur. Tabel 2 merupakan kandungan yang terdapat pada genteng tanah liat.

Tabel 2.

Hasil Uji X-Ray Fluoresence	
Komponen	Jumlah (%)
Si	21,8198
Al	17,8297
Fe	6,3436
K	1,4679
Balans	52,5389

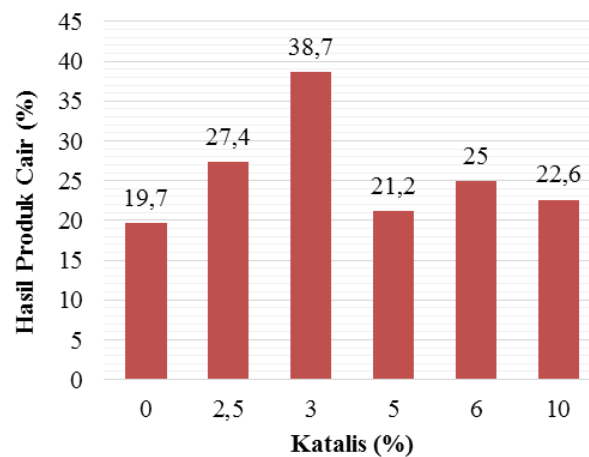
Hasil XRF katalis genteng menunjukkan bahwa katalis genteng tanah liat mengandung silika alumina dimana dalam proses pirolisis silika alumina dapat berperan sebagai polimer, isomer dan pengkrekahan pada reaksi kimia hidrothermal.

3.2. Pengaruh Katalis Terhadap Hasil Pirolisis

Pirolisis ban kendaraan bermotor menghasilkan *yield*, gas dan sisa padatan. Hasil ditimbang dan dibandingkan antara percobaan satu dan percobaan lainnya.

Gambar 2 menunjukkan perbandingan *yield* menggunakan katalis dan tanpa katalis. Hasil *yield* tanpa katalis lebih sedikit menghasilkan *yield* jika dibandingkan dengan proses pirolisis menggunakan katalis, hal ini membuktikan penggunaan katalis membantu proses kondensasi gas menjadi *yield*.

Variabel katalis menghasilkan *yield* berbeda jumlahnya, hasil terbaik ketika proses pirolisis menggunakan katalis 3% dengan hasil 38,7%. Penambahan jumlah katalis lebih dari 3 %, hasil *yield* mengalami penurunan, hal ini di sebabkan karena produk gas yang melewati katalis mengalami depolimerisasi menjadi senyawa yang lebih sederhana yang menyebabkan fasa gas tidak dapat terkondensasi.



Gambar 2. Hasil Pirolisis Karet Ban dengan variabel katalis

3.3. Uji Kualitatif GC-MS Yield

Hasil uji GC-MS menghasilkan karakterisasi hidrokarbon yang terkandung dalam hasil *yield*.

Tabel 3.
 Analisis GCMS *yield*

No.	Formula	Jumlah (%)	Nama
1	C ₄ H ₆ BrCl	3,35	Cyclobutane,1-bromo-3-chloro-(CAS)
2	C ₆ H ₈ N ₂	2,95	Pyrazine,2,3-dimethyl-(CAS)
3	C ₇ H ₁₂	4,64	2,4-Hexadiene,2-methyl-
4	C ₇ H ₁₂	4,15	Cyclohexene,4-methyl-(CAS)
5	C ₇ H ₉ N	16,37	1-Cyclopentylacetonitrile
6	C ₇ H ₈	9,12	1,5-Hexadien-3-yne, 2-methyl-
7	C ₇ H ₈	4,81	1,6-Heptadiyne (CAS)
8	C ₈ H ₁₂	2,5	1,3-Cyclooctadiene(CAS)
9	C ₉ H ₁₂	3,6	3-Ethylidene-6-methylene-1-cyclohexene
10	C ₉ H ₁₂	3,9	Cyclohexane,1,2,4-Tris(Methylene)-
11	C ₁₀ H ₁₄	7,69	2,6- Dimethyl - 1,3,5,7 - octatetraene, E,E
12	C ₁₀ H ₁₄	7,69	2,6- Dimethyl - 1,3,5,7- octatetraene,E,E
13	C ₁₀ H ₁₆	12,27	Cyclohexene,1-Methyl-4-(1-Methylethenyl)
14	C ₁₀ H ₁₂	2,5	Benzene,1-Methyl-4-(1-Methylethenyl)-(CAS)
15	C ₁₁ H ₂₀ O	3,52	(+)(IR)-2,2- Dimethyl-3-[methylidene] cyclohexane-1-
16	C ₁₄ H ₂₄	2,7	Phenanthrene,tetradecahydro-
17	C ₁₇ H ₂₃ NO	3,3	Cyclopropanecarboxamide,2,2-Dimethyl-3-(2-Methyl-2-Propenyl)- N-(4-Methylphenyl)-
18	C ₁₈ H ₂₃ NO ₃	2,61	2-Oxo-1-Oxa-Spiro [4,5] Decane-4-Carboxylic Acid Phenethyl- Amide
19	C ₂₂ H ₃₂ O ₃	3,28	Cyclohexyl-(10-Phenyl-9,11-Trans- Dioxabicyclo[6.3.0]Undecanyl)Methanol
20	C ₂₁ H ₁₈ N ₂ O ₅	3,83	2-[4-(BENZYLOXY)PHENOXY]-N-(4-NITROPHENYL) ACETAMIDE

Pada tabel 3 fraksi C₅ – C₁₂ merupakan fraksi terbanyak dengan rata-rata produksi 80,94% yang tergolong minyak bensin. Produksi terbesar kedua fraksi C₁₃ – C₂₀ dengan rata-rata produksi 8,60% yang merupakan yang tergolong minyak diesel. Fraksi >C₂₀ merupakan fraksi minyak berat sebanyak 7,11%.

4. Kesimpulan

Katalis genteng tanah liat dapat digunakan sebagai katalis karena mengandung silica alumina. Penggunaan katalis genteng tanah liat mempengaruhi laju reaksi dalam proses kondensasi gas menjadi yield. Fraksi terbesar hasil pirolisis ban bekas adalah fraksi bensin sebesar 80.94% yang merupakan fraksi bensin.

Daftar Pustaka

- Andry, A. A., Widayat, & Hadiyanto. (2020). Liquid fuel production from motorized vehicle tires with pirolisis process. AIP Conference Proceedings, 6.
- Anyela, R.-C., Muñoz-Camelo, Y., & Singh, P. (2018). Decomposition of Used Tyre Rubber by Pyrolysis: Enhancement of the Physical Properties of the Liquid Fraction Using a Hydrogen Stream. *Environments*, 1-12.
- Arita, S., Assalami, A., & Naibaho, D. I. (2015). Proses Pembuatan Bahan Bakar Cair Dengan Memanfaatkan Limbah Ban Bekas Menggunakan Katalis Zeolit. *Jurnal Teknik Kimia*, 8-14.
- Aznárez, A., Delaigle, R., Eloy, P., Gaigneaux, E. M., Korili, S. A., Gil, A. (2015) Catalysts based on pillared clays for the oxidation of chlorobenzene, *Catalysis Today*, 246, 15 - 27.
- Damayanthi, R., & Martini, R. (2009). Proses Pembuatan Bahan Bakar Cair Dengan Memanfaatkan Limbah Ban Bekas Menggunakan Katalis Zeolit Y Dan Zsm-5. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Diez, C., Martinez, O., Calvo, L. F., Cara, J., & Moran, A. (2003). Pyrolysis of tyres. Influence of the final temperature of the process. Waste Management Department of Chemical Engineering, Institute of Natural Resources, University of León, 463–469.
- Galvagno, S., Casu, S., Casabianca, T., Calabrese, A., Cornacchia, G. 2002. Pyrolysis process for the treatment of scrap tyres: Progres In Energy And Combustion Peraturan Menteri ESDM No. 28 tahun 2016 tentang Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan Oleh PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero).
- Handono, M. R. (2017). Laporan Penelitian Pembuatan Bahan Bakar Cair Dengan Memanfaatkan Limbah Ban Bekas Menggunakan Katalis Dari Limbah Bekas Perengkahan Minyak Bumi Pt. Pertamina Ru Iii Dengan Metode Pirolisis. Palembang: Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Krstic, L. J., Sukdolak, S., Solujic, S. (2002) An efficient synthesis of warfarin acetals on montmorillonite clay K-10 with microwaves, *Journal of Serbian Chemical Society*, 67 (5), 325 - 329.
- Lailunnazar, L., Wijayanti, W., Sasongko, M.N. (2013) Pengaruh temperatur pirolisis terhadap kualitas tar hasil pirolisis serbuk kayu Mahoni, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Brawijaya.
- Putra, E. A., Rahman, M., & Aminy, A. Y. (2016). Produksi Bahan Bakar Ramah Lingkungan Melalui Proses Pirolisis Limbah Ban. *Jurnal JPE* Vol. 20, No. 2, 26-31.
- Saputra, I. A., & Ariyanto. (2017). Pengujian Alat Konversi Ban Bekas Menjadi Bahan Bakar. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, Vol. 5, No. 2, 82-90.

Stelmachowski , M., & Słowiński , K. (2009). Conversion of waste rubber as an alternative route to renewable fuel production. *Energy and Sustainability II* , 489-498.

Surdia, T., dan S. Saito 2005, *Pengetahuan Bahan Teknik*. Pradanya Paramita, Jakarta.

Syahputra, R. J., Utami, T., Nugrahaningtyas, K. D., Ridasepri, A. F., & Astuti, W. (2015). Pemanfaatan Limbah Pecahan Genteng sebagai Katalis dalam Reaksi Pirolisis Plastik Polipropilena Menjadi Bahan Bakar Alternatif. *Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret* , 127-134.

Theng, B.K.G. (1974) *The chemistry of clayorganic reactions*, Hilger, London.

Widjajanti LFX, E. (2005). *Pengaruh Katalisator Terhadap Laju Reaksi*. Yogyakarta: Pelatihan Tentang Keterampilan Menyiapkan Praktikum Kimia Bagi Laboran Laboratorium Kimia Smama Diy.