



**PENGARUH PENAMBAHAN NANO KARBON *FULLERENE* pada MINYAK
HASIL PIROLISIS LDPE terhadap KARAKTERISTIK PEMBAKARAN
*SINGLE DROPLET***

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Pada Program Studi Teknik Mesin*



Disusun Oleh :

Rachma Adzimah Wulandari

21901052123

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

MALANG

2023

ABSTRAK

Rachma Adzimah Wulandari 2023. Pengaruh Penambahan Nano Karbon *Fullerene* pada Minyak Hasil Pirolisis LDPE terhadap Karakteristik Pembakaran *Single Droplet*. Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang. Dosen Pembimbing: Dr. Ena Marlina, S.T., M.T. dan Nur Robbi, S.T., M.T.

Penelitian ini dilakukan pada minyak hasil pirolisis *Low Density Polyethylene* (LDPE), metode yang digunakan yaitu pembakaran *single droplet* dengan penambahan nano karbon *fullerene* adalah salah satu cara untuk membantu meningkatkan laju penguapan serta pembakaran. Minyak hasil pirolisis LDPE diproses melalui alat pembakaran *single droplet* dengan variasi penambahan nano karbon *fullerene* sebesar 0 PPM, 1 PPM dan 5 PPM, penambahan nano karbon. Data yang diperoleh dari penelitian ini yaitu temperatur *droplet*, tinggi nyala api, lebar nyala api, diameter *droplet* dan *burning rate* pengaruh penambahan nano karbon *fullerene* dengan minyak hasil pirolisis LDPE. Hasil menunjukkan bahwa laju penguapan *droplet life time* dengan penambahan nano karbon *fullerene* 5 PPM sebesar 8.059564099s, *burning rate* terhadap waktu terendah pada LDPE 5 PPM dengan laju pembakarannya membutuhkan waktu lebih lama yaitu 0,0034 mm²/s, temperatur tertinggi dari variasi LDPE 0 PPM sebesar 818,5°C, tinggi api dari variasi 1 PPM sebesar 21,923 mm, dan pada lebar api tertinggi dari variasi penambahan 5 PPM sebesar 10,431 mm.

Kata-kata kunci: *Minyak Pirolisis LDPE, Nano Karbon Fullerene, Pembakaran, Singel Droplet.*

ABSTRACT

This research was conducted on Low Density Polyethylene (LDPE) pyrolysis oil, the method used is single droplet combustion with the addition of fullerene carbon nano is one way to help increase the rate of evaporation and combustion. LDPE pyrolysis oil is processed through a single droplet combustion device with variations of the addition of nano carbon fullerene of 0 PPM, 1 PPM and 5 PPM, the addition of nano carbon. The data obtained from this study are droplet temperature, flame height, flame width, droplet diameter and burning rate due to the effect of adding nano carbon fullerene to LDPE pyrolysis oil. The results show that the droplet evaporation rate of life time with the addition of nano carbon fullerene 5 PPM is 8.059564099s, the lowest burning rate to time is LDPE 5 PPM with a longer burning rate of 0.0034 mm²/s, the highest temperature of the LDPE 0 PPM variation of 818.5 °C, the flame height of the 1 PPM variation is 21.923 mm, and the highest flame width of the 5 PPM addition variation is 10.431 mm.

Keywords: *LDPE Pyrolysis Oil, Nano Carbon Fullerene, Combustion, Single Droplet.*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah krusial di Indonesia saat ini adalah kurangnya pasokan energi, terutama minyak pemanas. Pertumbuhan penduduk yang tinggi dan perkembangan industri yang pesat telah menyebabkan peningkatan konsumsi bahan bakar. Di sisi lain, produksi minyak pemanas nasional juga mengalami penurunan. Penyebabnya, pasokan minyak di sumur-sumur produksi semakin berkurang sehingga tidak lagi memenuhi kebutuhan BBM dalam negeri. (Liestiono,*et. al.*, 2017)

Proses perubahan sampah plastik menjadi bahan bakar minyak, padatan, dan gas, biasa dilakukan pada suhu tinggi, sehingga disebut dengan proses dekomposisi termal atau pirolisis. Perengkahan (*cracking*) sampah plastik dengan proses pirolisis adalah mengkonversi sampah plastik menjadi bahan petrokimia dasar yang dapat digunakan sebagai bahan baku hidrokarbon atau bahan bakar. Proses pirolisis melibatkan tiga mekanisme dekomposisi, yaitu pemotongan rantai polimer yang lebih pendek, pemotongan pada ujung rantai dimana molekul kecil dan rantai panjang polimer akan terbentuk, dan pemisahan rantai polimer membentuk molekul-molekul kecil. Proses ini umumnya berlangsung secara simultan. Secara ilmiah, pirolisis adalah proses dekomposisi termal bahan organik pada temperatur sekitar 350°C – 5500°C tanpa adanya oksigen. (Cahyono, 2013)

Produk utama dari proses dekomposisi termal plastik adalah minyak, yang setara dengan bahan bakar konvensional. Menurut Syamsiro (2015), dalam minyak hasil pirolisis katalis mempunyai peranan penting karena dapat menurunkan kebutuhan energinya dibandingkan formasi hidrokarbon cabang yang lebih banyak. Minyak plastik secara umum dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar solar pada mesin diesel, baik sebagai bahan bakar tunggal maupun dicampur dengan solar. Karena nilai kalornya yang hampir tidak menyimpang, minyak plastik cocok sebagai pengganti solar.

Pembakaran *droplet* terdapat tiga fase utama, yaitu pemanasan, penguapan dan pembakaran (Wardana, 2010). Pada tahap pemanasan, perpindahan panas terjadi dari permukaan *droplet* ke dalam *droplet*. Tegangan geser pada permukaan *droplet*

lebih rendah dari pada *droplet*, menyebabkan komponen bahan bakar bergerak ke permukaan *droplet* dan menyerap panas untuk memanaskan bahan bakar di *droplet*. (Huang, *et. al.*, 1994), dalam penelitian *single droplet, microexplosion* merupakan salah satu fenomena yang diamati. Ledakan mikro terjadi karena perbedaan tingkat penguapan, ukuran tetesan, dan konsentrasi dalam bahan bakar campuran (Lasheras, 1980; Wang & Law 1982; Hoxie *et al.* 2014). Ledakan mikro disebabkan oleh pemanasan komponen volatilitas tinggi yang terperangkap dalam tetesan di bawah kondisi yang sangat panas. (Botero *et al.* 2012; Hoxie, *et al.* 2014)

Arang aktif dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diaktivasi untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa kimia tertentu tergantung besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Karbon aktif (AC) dianggap juga sebagai bahan yang dengan aplikasi luas sebagai adsorben, katalis atau pengemban katalis karena sifat permukaan dan teksturnya yang baik, yang dapat dengan mudah dikontrol melalui proses pembuatan dan penggunaan prekursor (F. Rodriguez Reinoso, 1998)

Penambahan nanopartikel memperkuat sifat fisik dan kimia bahan bakar sehingga meningkatkan kinerja pembakaran *droplet*, dimana nano karbon *fullerene* mempunyai unsur C sebesar 62,53% massa. Sifat nano karbon sebagaimana dikonfirmasi oleh pengukuran uji SEM. Oksida grafena ditemukan dalam bentuk *fullerene* dalam nanokarbon yang terbuat dari tempurung kelapa. (Marlina, *et. al.*, 2023)

Secara kimiawi tempurung kelapa memiliki komposisi kimia yang terdiri dari lignin, selulosa dan hemiselulosa dengan komposisi yang berbeda-beda (Sapuan *et al.*, 2005). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan nanokarbon pada minyak jarak berpengaruh terhadap sifat pembakaran, termasuk suhu dan nyala api. Minyak jarak dengan tambahan nano karbon memiliki laju pembakaran yang lebih cepat. (G. Ramdhan *et. al.*, 2020)

Berdasarkan latar belakang diatas, minyak hasil pirolisis dapat dikembangkan sebagai minyak bahan bakar pembakaran *droplet* dengan campuran nano karbon (*fullerene*), karena mencampurkan (*fullerane*) dapat mempercepat laju pembakaran dan reaksi kimia. Oleh karena itu peneliti ingin melakukan penelitian dengan judul

“Pengaruh Penambahan Nano Karbon *Fullerene* pada Minyak Hasil Pirolisis LDPE Terhadap Karakteristik Pembakaran *Single Droplet*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dapat disusun dalam penyelesaian skripsi ini adalah bagaimana pengaruh penambahan nano karbon *fullerene* pada minyak hasil pirolisis LDPE (*Low Density Polyethylene*) terhadap karakteristik pembakaran *single droplet* yang meliputi temperatur *droplet*, tinggi nyala api, lebar nyala api, diameter *droplet* dan *burning rate*?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini perlu adanya batasan masalah agar pembahasan lebih terarah. Batasan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini tidak membahas proses uji GC-MS dan SEM.
2. Penelitian ini tidak membahas proses produksi nano karbon *fullerene*.
3. Penelitian ini tidak membahas proses minyak hasil pirolisis.
4. Penelitian ini tidak membahas jenis kalor dari minyak hasil pirolisis.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan nano karbon *fullerene* pada minyak hasil pirolisis LDPE (*Low Density Polyethylene*) terhadap karakteristik *single droplet*.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian yang dilakukan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mengurangi pencemaran lingkungan dari sampah plastik.
2. Bahan referensi pengembangan sumber energi atau bahan bakar terbarukan.
3. Memanfaatkan limbah dari sampah sebagai bahan bakar.

BAB V

KESIMPULAN dan SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari Penelitian yang telah dilakukan mulai dari proses penelitian, pengambilan data dan pengolahan data. Didapatkan beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut

1. Penambahan nano karbon terhadap minyak LDPE dapat mempengaruhi laju evaporasi (penguapan), hal ini dikarenakan sifat karbon nano akan membantu meningkatkan laju penguapan.
2. Nano karbon *fullerene* dapat mempengaruhi temperatur pembakaran, hal ini dikarenakan nano karbon *fullerene* mempunyai sifat polar, sehingga tidak dapat meningkatkan nilai temperatur yang mengakibatkan *droplet* tidak dapat menguap saat terkena panas *heater*.
3. *Burning Rate* terendah pada LDPE 5 PPM dengan laju pembakarannya membutuhkan waktu lebih lama yaitu $0,0034 \text{ mm}^2/\text{s}$, hal ini dikarenakan adanya penambahan nano karbon *fullerene* yang terlalu pekat sehingga dapat mengakibatkan tidak adanya reaksi pada *burning rate* terhadap waktu.
4. Penambahan nano karbon *fullerene* berpengaruh terhadap tinggi api dan lebar api, hal ini di sebabkan karena sifat nano karbon yang dapat memuai saat terkena panas hingga efek pada bentuk api yang lebih tinggi.
5. Prosentase pada pembakaran *droplet* meliputi prosentase kenaikan *droplet life time* dari 0 PPM ke 1 PPM sebesar 10% dan pada 0 PPM ke 5 PPM memiliki prosentase kenaikan sebesar 23%. Pada prosesntase kenaikan *burning rate* dari 0 PPM ke 1 PPM sebesar 43% sedangkan pada 0 PPM ke 5 PPM memiliki prosentase kenaikan sebesar 55%.

5.2 Saran

Penelitian *dorplet* selanjutnya diharapkan adanya penambahan variasi pada penambahan bioadiktif yang lainnya, dengan tujuan didapat variasi hasil yang banyak untuk dijadikan perbandingan data selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arwin, L. Yuliati, A.S. Widodo, (2020). Karakteristik Pembakaran *Droplet* Dengan Variasi Komposisi Campuran Bensin-Etanol.
- Andriyan, E., *et.al.*, (2020). Pengaruh Penambahan Karbon Nano terhadap Karakteristik Pembakaran *Droplet* Minyak *Sun Flower*.
- A. Hartono, A. Mursadin, (2020). Uji Karakteristik Pembakaran Hasil Destilasi Karet Bekas-Minyak Diesel Dengan Menggunakan.
- A. Mohammed, A. Abdulah, (2018). *SCANNING ELECTRON MICROSCOPY*.
- A. ArgaPriatna, I. Wardan, S. Wahyudi, (2017). Pengaruh Karbon Aktif Terhadap Karakteristik Pembakaran *Droplet* Minyak Kelapa Sawit.
- Cahyono.M., (2013). Pengaruh Jenis Bahan pada Proses Pirolisis Sampah Organik menjadi Bio-Oil sebagai Sumber Energi Terbarukan.
- Marlina, A.F. Alhikami, B. Waluyo, S.R. Sahwahita. ING. Wardana, (2023). *Study Of Blending Carbon Nanoparticles Made Of Coconut Shell Fullerene (C₆₀) In Vegetable Oils On The Droplet Evaporation Characteristic*.
- Endang K, Mukhtar G, Abed N, Angga S, (2016). Pengolahan Sampah Plastik Dengan Metoda Pirolisis Menjadi Bahan Bakar Minyak.
- F. Rodriguez Reinoso, (1998). *Textural and chemical characterization of microporous carbons*
- Ramadhan, E. Marlina, N. Robbi (2020). Pengaruh Pencampuran Karbon Nano Terhadap Karakteristik Pembakaran *Droplet* Minyak Jarak (*Crude Jatropha Oil*)
- Hoxie, A.; Schoo, R.; Braden, J,(2014). *Microexplosive Combustion Behavior of Blended Soybean Oil and Butanol Droplets. Fuel, 120, 22–29.*

- Huang LW., (1994). *Single Droplet Combustion in a Gravitational Environment. Warme-Und Stoffubertragung*
- I. Ines, Silvia A., Moita A., Mendes M., Costa M., (2021). *Combustion Characteristics of a Single Droplet of Hydroprocessed Vegetable Oil Blended with Alumunium Nanoparticles in a Drop Tube Furnace.*
- F. Hariyadi, E. Marlina, N. Robbi (2020). Pengaruh Penambahan Karbon Nano Terhadap Karakteristik Pembakaran *Droplet* Minyak Kelapa Sebagai Bahan Bakar Biodiesel. *Jurnal Teknik Mesin*
- K. Sasmita, (2018). Pengaruh Peambahan Bioaditif Minyak Cengkeh Dan Minyak Kayu Putih Terhadap Kecepatan Pembakaran *Droplet* Minyak Jarak.
- Krivoshapkina, Yu.L., *et al.* (2007) "Combustion synthesis of carbon nanostructures from fullerene soot." *Carbon* 45.7: 1357-1362.
- L. Syiyamuddin, E. Marlina, N. Robbi, (2020). Pengaruh Pencampuran Karbon Nano Terhadap Karakteristik Pembakaran *Droplet* Minyak Sawit Sebagai Bahan Bakar Biodiesel.
- Liestiono, R. P., Cahyono, M. S., Widyawidura, W., Prasetya, A., & Syamsiro, M. (2017). Karakteristik Minyak dan Gas Hasil Proses Dekomposisi Termal Plastik Jenis *Low Density Polyethylene (LDPE)*. *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy.*
- Misbachudin, L. Yuliaty, O. Novareza, (2017). Pengaruh Persentase Biodiesel Minyak Nyamplung-Solar Terhadap Karakteristik Pembakaran *Droplet*.
- N. Ramadhan, E. Marlina, Margianto, (2022). Pengaruh Katalis Kalsium Oksida (CaO) Terhadap Produksi Bahan Bakar Pirolisis dari Limbah Plastik LDPE.
- O. Jazani, H. Rastin, K. Formela, (2017). *An investigation on the role of GMA grafting degree on the efficiency of PET/PP-g-GMA reactive blending: morphology and mechanical properties*

- R. Dewi, I. Wardana, N. Hamidi, (2012). Pengaruh Daya Penyinaran Gelombang Mikro Terhadap Karakteristik Pembakaran *Droplet* Minyak Jarak Pagar.
- R. Idrus, B.P. Lapanporo, Y.S. Putra, (2013). Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa.
- R.M. Fahmi, (2018). Pengaruh Prosentase Penambahan Metanol Dan Etanol Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Diodiesel Minyak Kemiri Sunan (*Reutealis Trisperma (BLANCO) Air Shaw*).
- Taslim, P. Tito, P. Julian, G. Maria, Kelvin, (2015). *Pengaruh Jenis Impeller Terhadap Pola Aliran, Pendispersian Padatan Serta Pencampuran Cairan Yang tidak Saling Melarut Dengan Dan Tanpa Sekat Pada peralatan Pencampuran Fluida.*
- Wardana, (2010). Mekanisme *Droplet*.
- Z. Wang, B. Yuan, Y. Huang, (2022). *Progress in experimental investigations on evaporation characteristics of a fuel droplet.*

