

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

Rachma Adzimah Wulandari¹ Ena Marlina², Nur Robbi³

¹Univesitas Islam Malang

email: adzimarachma891@gmail.com

²Univesitas Islam Malang

email: ena.marlina@unisma.ac.id

³Univesitas Islam Malang

email: nurrobby@unisma.ac.id

ABSTRAK

Penelitian yang dilakukan pada minyak hasil pirolisis *Low Density Polyethylene* (LDPE) dengan menggunakan 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 pada *droplet*, lebar nyala pada api, tinggi nyala pada api, diameter pada *droplet* serta *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 10,431mm.

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

ABSTRACT

This study was performed on pyrolysis oil of low density polyethylene (LDPE), 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.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk manusia yang tinggi serta perkembangan dibidang industri yang begitu pesat sehingga menyebabkan peningkatan konsumsi pada bahan bakar. Selain itu, produksi minyak pemanas nasional juga mengalami penurunan. Penyebabnya, pasokan minyak di dalam sumur-sumur produksi semakin hari semakin berkurang sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar minyak dalam negeri.[1] Proses pirolisis terdiri dari tiga mekanisme dekomposisi yaitu memotong rantai polimer menjadi segmen-segmen yang lebih pendek, memotong pada ujung rantai tempat terbentuknya molekul-molekul kecil dan rantai polimer panjang, dan memecah rantai polimer menjadi molekul-molekul kecil. Proses ini biasanya berlangsung secara bersamaan. Secara ilmiah, pirolisis adalah dekomposisi termal bahan organik pada suhu antara 350°C dan 5500°C tanpa adanya oksigen.[2] Produk utama pada dekomposisi termal plastik yaitu minyak bumi, sebanding dengan bahan bakar konvensional.[3] Pembakaran droplet terdapat tiga fase utama, yaitu pemanasan, penguapan dan pembakaran. Pada tahap pemanasan, perpindahan panas terjadi permukaan *droplet* di dalam *droplet*. [4] Tegangan geser terhadap

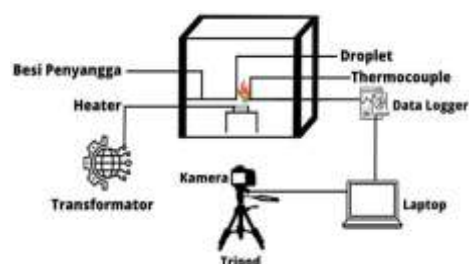
permukaan *droplet* akan lebih kecil dari pada *droplet*, yang dapat menyebabkan komponen bahan bakar berpindah ke pada permukaan *droplet* dan dapat menyerap panas untuk memanaskan bahan bakar yang ada di dalam *droplet*. [5] dalam penelitian single droplet, *microexplosion* merupakan salah satu fenomena yang telah diamati. Ledakan mikro terjadi karena perbedaan tingkat pada penguapan, ukuran tetesan, serta konsentrasi dalam bahan bakar campuran. Ledakan mikro disebabkan oleh pemanasan komponen volatilitas tinggi yang terperangkap dalam tetesan di bawah kondisi yang sangat panas. [6] Karbon aktif dapat diproduksi dari bahan yang mengandung karbon atau dari karbon aktif untuk mencapai luas permukaan yang lebih besar. Karbon aktif dapat menyerap sejumlah gas serta senyawa kimia hal ini tergantung terhadap ukuran atau volume pori dan luas pada permukaan. Karbon aktif (AC) juga dianggap sebagai bahan dengan aplikasi luas sebagai adsorben, katalis atau pembawa katalis karena sifat permukaan dan teksturnya yang baik, yang dapat dengan mudah dikontrol melalui proses produksi dan penggunaan prekursor. [7] 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.[8] penambahan nanokarbon pada minyak jarak berpengaruh terhadap sifat pembakaran, termasuk suhu serta nyala pada api. Minyak jarak dengan tambahan Karbon nano dapat memiliki tingkat pembakaran yang lebih cepat.[9] percampuran merupakan kombinasi dari dua atau lebih zat yang berbeda untuk mendapatkan hasil produk fisik serta kimia homogen yang terbilang ideal. Pengaduk dapat digunakan untuk menanggulangi partikel padat, mencampur cairan terlarut, membubarkan gas ke dalam gelembung kecil dan mengontrol perpindahan panas antara cairan dan koil. Pencampuran merupakan langkah dari suatu proses yang sangat penting di dalam industri seperti aplikasi kimia, biokimia dan farmasi.[10] Pembakaran tetesan merupakan pembakaran difusi, yaitu suatu pencampuran dari bahan bakar dengan oksidan terjadi setelah adanya pembakaran tetesan. Difusi terjadi saat tetesan dipanaskan sedemikian rupa sehingga pada uap bahan bakar berdifusi ke dalam oksidan, terutama ke udara. Jadi nyala api bisa terbentuk agak jauh di permukaan tetesan. Proses difusi antara bahan bakar dan oksidan memiliki pengaruh besar pada munculnya nyala api selama pembakaran tetesan. Semakin

cepat difusi, semakin cepat api terbentuk.[11]

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen nyata (*experimental research*). Dengan melakukan perbandingan pembakaran *single droplet* minyak hasil pirolisis *Low Density Polyethylene* (LDPE) penambahan nano karbon *fullerene* menggunakan variasi penambahan 0 PPM, 1 PPM dan 5 PPM. Diameter *droplet* ditentukan sebesar 1-2,5 mm, dan temperature awal menggunakan tempratur ruangan kisaran antara 25°C–30°C, serta jarak termokopel dengan *heater* 3 mm. penelitian bertujuan untuk mengetahui karakteristik yang dihasilkan dari *single droplet*.



(Gambar 1. Desain skema instalasi penelitian)

1. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan antara lain : Gelas Ukur, Alat pembentuk *droplet* (Suntikan), *Thermocouple*, Botol, Elemen pemanas (*heater*), *Transformator*, *Data logger*, Laptop, Kamera, Lampu, *Tripod*, *Spatula* Laboratorium, *Magnetic Stirrer*, Timbangan Analitik dan Gelas Baker.

2. Proses Pencampuran Minyak LDPE dengan Nano Karbon *Fullerene*

Minyak hasil pirolisis LDPE sebanyak 20 mL, serta nano karbon *fullerene* pada 1 PPM sebesar 0,02 Mg, dan untuk 5 PPM sebesar 0,1 Mg. Kemudian masukkan nano karbon *fullerene* sesuai variasi penambahan kedalam gelas beker yang berisi minyak LDPE sebesar 20 mL. Letakkan gelas beker diatas alat *magnetic hotplate stirrer*. Selanjutnya lakukan pengadukan selama 1 jam dengan suhu 40°C serta kecepatan putaran 250 rpm. Setelah selesai pengadukan, masukkan campuran minyak LDPE dan nano karbon *fullerene* kedalam botol dan tutup rapat.

3. Proses Uji Pembakar *Single Droplet* Minyak LDPE Penambahan Nano Karbon *fullerene*

Minyak LDPE yang sudah dicampur dengan nano karbon *fullerene* dimasukkan kedalam suntikan untuk mengambil bahan bakar cair dalam botol dan sesuaikan dengan volume variasi yang diinginkan, kemudian letakkan kepala suntikan pada ujung jarum akan membentuk *droplet*, selanjutnya ditaruh pada ujung termokopel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang sudah dilakukan dapat menghasilkan beberapa data yang dilampirkan sebagai berikut:

No	Variasi Campuran	Karakteristik Pembakaran				
		Temperatur max (°C)	Temperatur awal (°C)	Lebar api max (mm)	Tinggi api max (mm)	Burnng rate max (mm/s)
1	LDPE 0 PPM	818,5	314,87274	6,708	18,194	1,24
2	LDPE 1 PPM	785,3	434,81172	10,282	21,828	1,57
3	LDPE 5 PPM	771,8	487,09475	10,435	19,385	2,25

Tabel 1. Hasil Rekapitulasi Pengujian *droplet*.

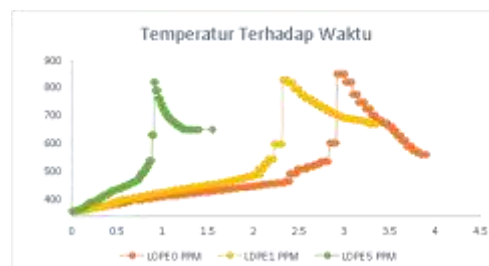
Keterangan :

LDPE 0 PPM = 100% minyak hasil pirolisis LDPE (Low Density Pholyethylene)

LDPE 1 PPM = 0,2 mg nano karbon *fullerene* + 20 ml minyak hasil pirolisis LDPE (Low Density Pholyethylene)

LDPE 5 PPM =0,1 mg nano karbon *fullerene* + 20 ml minyak hasil pirolisis LDPE (Low Density Pholyethylene)

1. Pengaruh Penambahan Nano Karbon *fullerene* Terhadap Temperatur



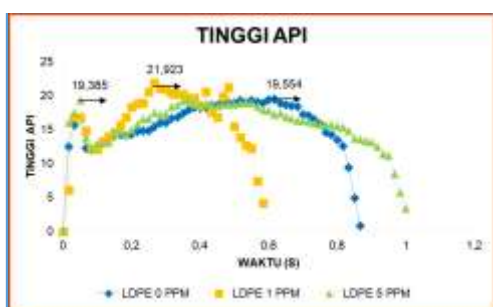
(Gambar 5. Grafik Terhadap Temperatur)

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh pada penambahan nano karbon *fullerene* dengan variasi percampuran minyak hasil pirolisis LDPE pada temperatur selama pembakaran. Hasil dari pengujian memperoleh hasil temperatur yang maksimal dari variasi 0 PPM sebesar 818,5°C, 1

PPM sebesar 783,3°C, dan 5 PPM sebesar 771,8°C

Dilihat dari gambar 5 diatas merupakan temperatur dari awal penyalaan heater sampai dengan droplet habis terbakar. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai penambahan nano karbon fullerene terhadap proses pembakaran droplet, maka temperatur rendah dibandingkan dengan tanpa penambahan nano karbon fullerene, 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. Temperatur dari heater dapat mendorong ke titik didih pada droplet agar terbakar, akan tetapi kejenuhan dari penambahan nano karbon fullerene dengan minyak menyebabkan laju pembakaran droplet semakin lambat.

2. Pengaruh Penambahan Nano Karbon *fullerene* Terhadap Tinggi Api

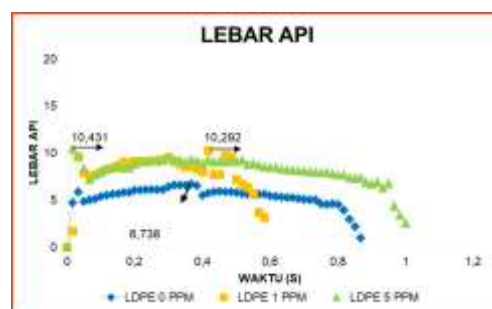


(Gambar 6. Grafik Terhadap Tinggi Api)

Terlihat pada gambar 6 menunjukkan Salah satu visualisasi api adalah ketinggian api dihitung dari saat tetesan air menyala hingga api padam. Pada grafik hasil penelitian ini terlihat bahwa tinggi bakar maksimum LDPE 0 PPM

adalah 19.554 mm, LDPE 1 PPM adalah 5 dan LDPE 5 PPM adalah 19.365 mm. Grafik tersebut menunjukkan bahwa penambahan karbon nano fullerene berpengaruh pada tinggi nyala api karena 1 PPM LDPE dan 5 PPM LDPE memiliki tinggi nyala api yang lebih tinggi. dibandingkan dengan LDPE 0 PPM, hal ini disebabkan sifat dari nanopartikel karbon *fullerene*. memuai jika terkena panas, sehingga bekerja di bagian atas membentuk api.

3. Pengaruh Penambahan Nano Karbon *fullerene* Terhadap Lebar Api

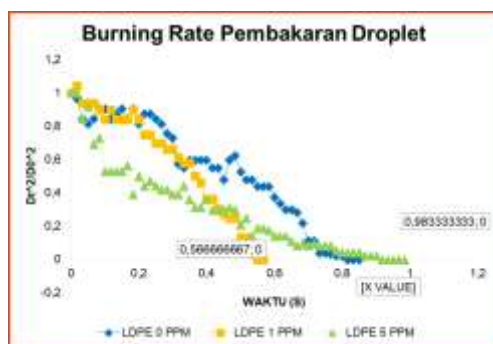


(Gambar 7. Grafik Terhadap Lebar Api)

Dilihat pada gambar 7 hasil penelitian didapatkan nilai lebar api maksimal serta relatif mengalami peningkatan secara stabil, hal ini dapat dilihat dari hasil perbandingan LDPE 0 PPM sebesar 6,738 mm, LDPE 1 PPM sebesar 10,292 mm dan LDPE 5 PPM sebesar 10,431 mm.

Grafik tersebut menunjukkan bahwa penambahan karbon nano berpengaruh pada lebar nyala api karena LDPE 1 PPM dan LDPE 5 PPM memiliki nyala api yang lebih lebar dibandingkan LDPE 0 PPM.

4. Pengaruh Penambahan Nano Karbon *fullerene* Terhadap Burning Rate



(Gambar 8. Grafik Terhadap Burning Rate)

Hasil penelitian pada gambar 8 menerangkan tentang *burning rate* terhadap waktu. Jika dilihat dari grafik menunjukkan bahwa nilai *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 karbon nano *fullerene* yang terlalu pekat sehingga dapat mengakibatkan tidak adanya reaksi pada *burning rate* terhadap waktu.

Grafik juga menunjukkan bahwa LDPE murni memiliki nilai maksimal terhadap *burning rate* pada waktu tertentu lebih tinggi yaitu sebesar $0,0108 \text{ mm}^2/\text{s}$ daripada LDPE 1 PPM, hal ini dikarenakan tidak adanya tambahan nano karbon *fullerene* yang mengakibatkan reaksi waktu laju pembakaran yang stabil.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Kajian ini dibuat dari penelitian, pengumpulan data, dan pengolahan data. Didapatkan beberapa kesimpulan, antara lain sebagai berikut:

1. Penambahan nano karbon terhadap minyak LDPE dapat mempengaruhi laju evaporasi (penguapan), hal ini dikarekan

sifat karbon nano akan membantu meningkatkan laju penguapan.

2. *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.
3. Penambahan nano karbon *fullerene* berpengaruh terhadap tinggi api dan lebar api, hal ini di sebabkan Karena sifat karbon nano, ia dapat mengembang saat terkena panas, sehingga memiliki efek pembakaran yang lebih tinggi.
4. 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%.

Saran

Penelitian *dorplet* selanjutnya diharapkan adanya penambahan variasi pada penambahan bioadiktif yang lainnya, untuk tujuan mendapatkan perbedaan hasil yang besar untuk digunakan sebagai data untuk perbandingan selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. 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*.
- [2]. Cahyono.M., (2013). Pengaruh Jenis Bahan pada Proses Pirolisis Sampah Organik menjadi Bio-Oil sebagai Sumber Energi Terbarukan.
- [3]. Syamsiro., 2015. Kajian Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Kualitas Produk Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik. *Jurnal Teknik*:
- [4]. Wardana, (2010). Mekanisme Droplet..
- [5]. Huang LW., (1994). *Single Droplet Combustion in a Gravitational Environment. Warme-Und Stoffubertragung*
- [6]. Hoxie, A.; Schoo, R.; Braden, J,(2014). *Microexplosive Combustion Behavior of Blended Soybean Oil and Butanol Droplets. Fuel*, 120, 22–29.
- [7]. F. Rodriguez Reinoso, (1998). *Textural and chemical characterization of microporous carbons*.
- [8]. E. 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*.
- [9]. E. Marlina, G.Ramadhan, N. Robbi (2020). Pengaruh Pencampuran Karbon Nano Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Minyak Jarak (*Crude Jatropha Oil*).
- [10]. Taslim, P. Tito, P. Julian, G. Maria, Kelvin, (2015). Pengaruh Jenis *Impeller* Terhadap Pola Aliran,Pendispersian Padatan Serta Pencampuran Cairan Yangtidak Saling Melarut Dengan Dan Tanpa Sekat Padaperalatan Pencampuran Fluida.
- [11]. K. Sasmita, (2018). Pengaruh Peambahan Bioaditif Minyak Cengkeh Dan Minyak Kayu Putih Terhadap Kecepatan Pembakaran Droplet Minyak Jarak.
- [12] E. Marlina, F. Hariyadi, N. Robbi (2020). Pengaruh Penambahan Karbon Nano Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Minyak Kelapa Sebagai Bahan Bakar Biodesel. *Jurnal Teknik Mesin*