

Pengaruh PENAMBAHAN GRAPHENE NANOCARBON pada MINYAK HASIL PIROLISIS POLIPROPILENA terhadap KARAKTERISTIK PEMBAKARAN SINGLE DROPLET

Nardina Mutiara Saputri¹, Ena Marlina², Margianto

^{1*2,3,4}Universitas Islam Malang.

email: nardinamutiara1083@gmail.com; ena.marlina@unisma.ac.id

ABSTRAK

Sedikitnya cadangan minyak bumi di Indonesia saat ini menyebabkan kebutuhan bakar semakin meningkat, sehingga dibutuhkan bahan bakar alternatif. Minyak hasil pirolisis polipropilena merupakan salah satu olahan sampah plastik jenis polipropilena melalui proses pirolisis. Minyak tersebut dapat diolah menjadi bahan bakar alternatif karena menghasilkan residu lebih sedikit dan produk cairan yang lebih banyak tetapi dengan rantai karbon yang lebih ringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suatu karakteristik pembakaran yang menggunakan metode eksperimental pembakaran *single droplet* bahan bakar minyak hasil pirolisis polipropilena murni dengan campuran *graphene nanocarbon* dengan variasi 1 PPM dan 5 PPM. Hasil dari penelitian menunjukkan tinggi dan lebar api tertinggi terdapat pada pembakaran minyak hasil pirolisis polipropilena variasi 5 PPM dengan tinggi 25.033 mm dan lebar 10.255 mm karena disebabkan salah satu fenomena yang terjadi yaitu *microexplosion*. *Burning rate* yang kecil menunjukkan suatu pembakaran semakin baik dan ditunjukkan oleh nilai *burning rate* variasi 5 PPM dengan nilai 0.82 mm. Bahan bakar minyak hasil pirolisis polipropilena variasi 5 PPM memiliki karakteristik pembakaran yang semakin baik karena sifat *graphene nanocarbon* yang apabila ditambahkan pada bahan bakar mengakibatkan bahan bakar cepat bereaksi dan mudah menguap, karena ikatan molekul bahan bakar tersebut menjadi reaktif dan lebih mudah terurai.

Kata Kunci: *droplet*, pirolisis, polipropilena, dan *graphene nanocarbon*

ABSTRAK

The small amount of oil reserves in Indonesia currently causes the need for fuel oil to increase, so alternative fuels are needed. The oil produced from polypropylene pyrolysis is a type of processed polypropylene plastic waste through the pyrolysis process. This oil can be turned into alternative fuels because it produces less residue and more liquid products but with lighter carbon chains. This study aims to determine a combustion characteristic using an experimental method of single droplet combustion of fuel oil resulting from the pyrolysis of pure polypropylene with a mixture of graphene nanocarbon with variations of 1 PPM and 5 PPM. The results of the study showed that the highest flame height and width were found in the combustion of the oil produced from polypropylene pyrolysis of 5 PPM variations with a height of 25,033 mm and a width of 10,255 mm due to one of the phenomena that occurred, namely microexplosion. A low burning rate indicates better combustion and is indicated by the 5 PPM variation burning rate value which is 0.82 mm. The fuel oil produced from the polypropylene pyrolysis with the variation of 5 PPM has better combustion characteristics due to the nature of graphene nanocarbon which when added to the fuel will make the fuel molecule bonds more reactive and easier to decompose so that it is more volatile and reacts quickly.

Keywords: *droplet*, pyrolysis, polypropylene, and *graphene nanocarbon*

PENDAHULUAN

Semakin sedikitnya cadangan minyak bumi yang dihasilkan Indonesia saat ini berkebalikan dengan jumlah penduduk serta penggunaan kendaraan bermotor yang semakin meningkat. Kondisi tersebut membutuhkan suatu bahan bakar alternatif untuk menanggulangnya [1]. Indonesia memiliki keanekaragaman hayati dan hewani yang sangat tinggi sehingga jenis bahan baku yang ada sangat berpotensi untuk dijadikan bahan bakar [2].

Minyak hasil pirolisis polipropilena merupakan salah satu olahan minyak dari salah satu jenis bahan baku dari sampah yang diolah melalui proses pirolisis. Sampah jenis tersebut digunakan karena nilai kalor yang dimiliki setara dengan nilai kalor bahan bakar yang berasal dari minyak bumi dan melalui proses pirolisis, dapat mengubah senyawa hidrokarbon panjang menjadi rantai pendek dan menghasilkan residu yang lebih sedikit sehingga digunakan sebagai bahan bakar alternatif [3] [4]. Sifat dari minyak seperti densitas, fluiditas, dan viskositas kemudian dibandingkan dengan nilai standar bahan bakar komersial (solar, bensin, dan minyak tanah) [5].

Graphene nanocarbon adalah jenis bahan kimia (zat aditif) yang dapat meningkatkan konduktivitas termal bahan bakar campuran serta dapat mentransformasikan air dengan cepat dan kemampuan pemisahan dengan baik [6] [7], [8]. *Graphene* (bahan karbon) yang dibuat dengan metode hidrotermal sebagai elektroda untuk kapasitor super menunjukkan nilai densitas yang tinggi sebesar $6,5 \text{ Wh.Kg}^{-1}$ pada densitas daya 130 W.Kg^{-1} [9]. *Graphene nanocarbon* digunakan untuk meningkatkan karakteristik pembakaran karena merupakan suatu karbon aktif. Karbon aktif apabila ditambahkan pada bahan bakar mengakibatkan bahan bakar cepat bereaksi dan mudah menguap, karena ikatan molekul bahan bakar tersebut menjadi reaktif dan lebih mudah terurai sehingga meningkatkan pembakaran, kepadatan bahan bakar serta menurunkan emisi NO_x [10] [11], [12]. Bahan bakar minyak hasil pirolisis polipropilena tersebut dicampurkan dengan *graphene nanocarbon* untuk dianalisis karakteristik pembakarannya melalui proses pembakaran *single droplet* berdasarkan sifatnya [13]. Beberapa faktor yang mempengaruhi pembakaran yaitu viskositas, gravitasi, jumlah *droplet*, dan diameter *droplet* [14].

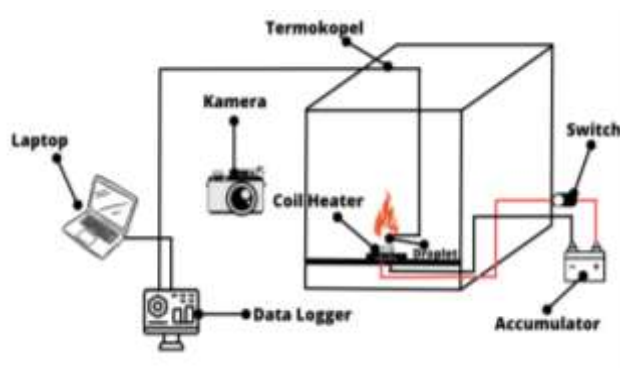
Berdasarkan latar belakang tersebut, penambahan *graphene nanocarbon* pada bahan

bakar menyebabkan bahan bakar lebih cepat menguap dan cepat bereaksi. Penelitian menggunakan metode *single droplet* mengenai penambahan *graphene nanocarbon* pada bahan bakar belum pernah diteliti, sehingga dilakukan penelitian mengenai “pengaruh penambahan *graphene nanocarbon* pada minyak hasil pirolisis polipropilena terhadap karakteristik pembakaran *single droplet*”.

METODE

Metode eksperimental nyata (*experimental research*) dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti. Variasi campuran yang diuji pada penelitian ini yaitu minyak hasil pirolisis polipropilena murni, minyak hasil pirolisis polipropilena 1 PPM dan minyak hasil pirolisis polipropilena 5 PPM. Minyak hasil pirolisis polipropilena yang digunakan pada masing-masing variasi sebanyak 20 ml dan dicampurkan dengan *graphene nanocarbon* sebanyak 0,02 mg untuk 1 PPM dan 0,1 mg untuk 5 PPM menggunakan timbangan analitik dan *magnetic hotplate stirrer*.

Setelah pencampuran kemudian dilakukan pengambilan data. Langkah awal yang dilakukan yaitu mengukur jarak *heater* dengan *thermocouple* dengan jarak 3 mm dan disambungkan pada *datalogger*. *Droplet* kemudian diteteskan pada *thermocouple* dan kamera dinyalakan bersamaan dengan nyalanya *heater* dan *datalogger*. *Droplet* tersebut terbakar karena energi panas dari *heater*. Pengujian tersebut diperoleh data berupa rekaman video serta data temperatur pembakaran selama



terjadinya proses pembakaran. Hasil pengujian kemudian diolah menggunakan aplikasi *free studio* dan *image j*.

Gambar 1. Skema instalasi penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data hasil pengujian karakteristik pembakaran *droplet* minyak hasil pirolisis polipropilena dengan campuran *graphene nanocarbon* berbagai variasi

Variasi	Burning rate max (mm ² /s)	Suhu nyala api (°C)	Suhu max (°C)	Tinggi nyala api (mm)	Lebar api (mm)
PP Murni	0.68	368.5	768.8	18.827	5.841
PP 1 PPM	1.4	419.9	778.6	23.065	9.076
PP 5 PPM	0.82	686.3	792.6	25.033	10.255

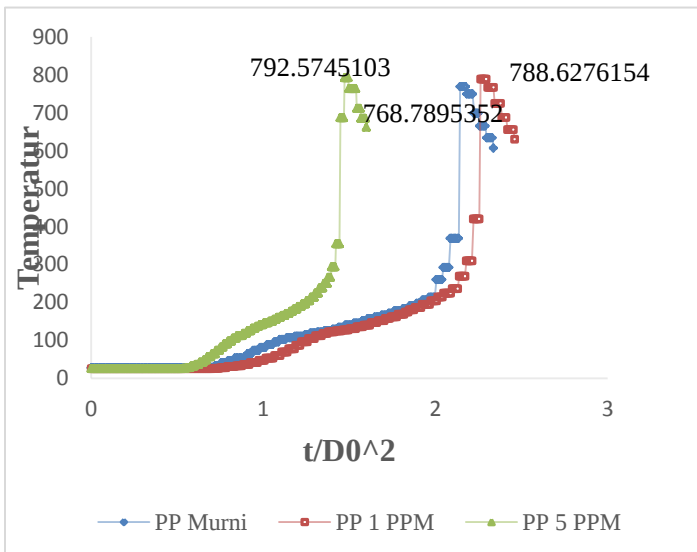
Keterangan:

Minyak hasil pirolisis polipropilena murni = tanpa campuran *nanocarbon*

Minyak hasil pirolisis polipropilena 1 PPM = minyak hasil pirolisis polipropilena 20 ml + 0.02 mg *graphene nanocarbon*

Minyak hasil pirolisis polipropilena 5 PPM = minyak hasil pirolisis polipropilena 20 ml + 0.1 mg *graphene nanocarbon*

1. Pengaruh terhadap temperatur pembakaran *droplet* apabila ditambahkan *graphene nanocarbon*

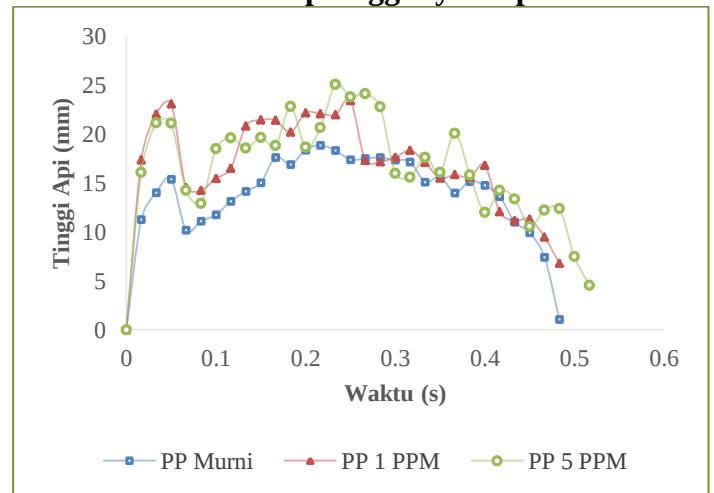


Gambar 2. Grafik temperatur pembakaran *droplet*

Gambar 2. merupakan grafik temperatur pembakaran *droplet* yang menunjukkan bahwa penambahan *graphene nanocarbon* mempengaruhi temperatur *droplet*. Data temperatur *droplet* diperoleh dari awal *heater* mulai dinyalakan sampai *droplet* habis terbakar. Hasil pengujian memperoleh nilai temperatur maksimal minyak hasil pirolisis polipropilena murni sebesar 768.8 °C, 788.6 °C pada variasi minyak hasil pirolisis polipropilena 1 PPM dan 792.6 °C pada variasi minyak hasil pirolisis polipropilena 5 PPM.

Minyak hasil pirolisis polipropilena 5 PPM mendapatkan nilai temperatur tertinggi dengan durasi yang pendek. Hal tersebut dikarenakan penambahan *graphene nanocarbon* yang mempengaruhi bahan bakar sehingga bahan bakar mudah menguap dan lebih cepat bereaksi. Hal lain yang mempengaruhi minyak hasil pirolisis polipropilena 1 PPM memiliki temperatur awal yang lebih rendah mengakibatkan *ignation delay time* yang terjadi semakin lama.

2. Pengaruh penambahan *graphene nanocarbon* terhadap tinggi nyala api



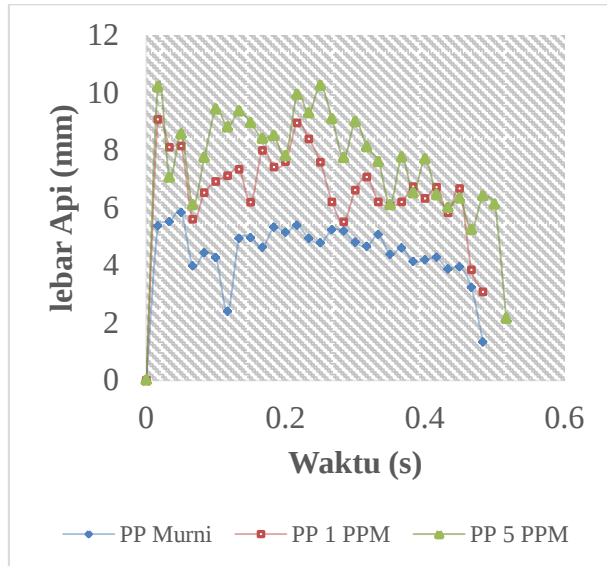
Gambar 3. Grafik tinggi api

Tinggi api yang ditunjukkan grafik pada gambar 3. diatas dihitung dari awal mulai nyala api hingga api padam. Terbukti pada grafik tersebut bahwa penambahan *graphene nanocarbon* berpengaruh pada perubahan tinggi api. Data tersebut memperoleh tinggi api maksimal terdapat pada minyak hasil pirolisis polipropilena 5 PPM sebesar 25.033 mm, sedangkan pada minyak hasil pirolisis polipropilena 1 PPM sebesar 23.065 mm dan pada variasi minyak hasil polipropilena murni sebesar

18.827 mm.

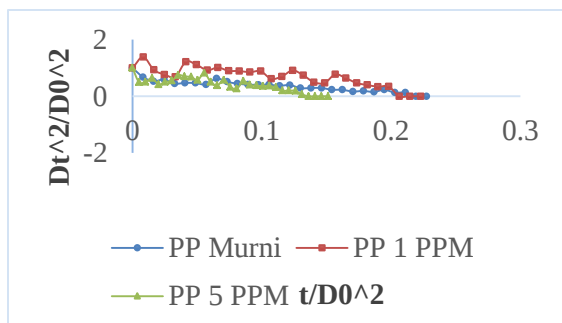
Perbedaan tinggi api tersebut disebabkan karena *nanocarbon* bisa memuai ketika terdampak panas dan mengakibatkan bentuk api ketika nyala menjadi lebih tinggi.

3. Pengaruh terhadap lebar api apabila ditambahkan *graphene nanocarbon*



Gambar 4. Grafik lebar api

Grafik yang terdapat pada gambar 4. merupakan grafik lebar api yang diukur dari awal mula nyala api. Lebar api maksimal ditunjukkan pada variasi minyak hasil pirolisis polipropilena 5 PPM sebesar 10.255 mm, pada variasi minyak hasil pirolisis polipropilena 1 PPM sebesar 9.076 mm dan pada variasi minyak hasil pirolisis polipropilena murni sebesar 5.841 mm. Perbedaan tersebut disebabkan fenomena *micrexlosion* saat terjadi pembakaran, sehingga api menjadi melebar [15]. Variasi minyak hasil pirolisis polipropilena murni sedikit terjadi fenomena *micrexlosion* sehingga lebar api menjadi lebih kecil.



4. Pengaruh penambahan *graphene nanocarbon* terhadap *burning rate*

Gambar 5. Grafik *burning rate*

Hasil pengujian diperoleh nilai *burning rate* maksimal minyak hasil pirolisis polipropilena murni sebesar 0.68 mm, pada variasi minyak hasil pirolisis polipropilena 1 PPM sebesar 1.4 mm dan pada variasi minyak hasil pirolisis polipropilena 5 PPM sebesar 0.82 mm. Data *burning rate* tersebut dapat dilihat pada gambar 5. dimana terlihat pada grafik terjadi beberapa kali mengalami ketidakstabilan karena proses evaporasi dan adanya gelembung udara dalam *droplet* saat pembakaran berlangsung, sehingga mempengaruhi perubahan diameter *droplet*. Pembakaran dengan nilai *burning rate* kecil menunjukkan pembakaran tersebut semakin baik dan laju pembakarannya juga menjadi semakin cepat [16]. Minyak hasil pirolisis polipropilena 5 PPM memiliki laju pembakaran yang paling cepat dan nilai *burning rate* yang diperoleh kecil dikarenakan penambahan *graphene nanocarbon* menyebabkan bahan bakar lebih cepat menguap.

KESIMPULAN

Penambahan *graphene nanocarbon* terbukti mempengaruhi karakteristik pembakaran. Semakin banyak *graphene nanocarbon* yang ditambahkan semakin tinggi nilai tinggi dan lebar api. Nilai *burning rate droplet* yang kecil menunjukkan kualitas pada pembakaran yang semakin baik, sehingga *droplet* lebih mudah menguap apabila diameternya kecil. Sarankan untuk penelitian berikutnya menggunakan campuran *nanocarbon* variasi lain untuk dapat membandingkan karakteristik pembakaran.

REFERENCES

- [1] F. Indra Darmawan and I. Wayan Susila, "Proses Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Metode Pencucian Dry-Wash Sistem," *Tek. Mesin*, vol. 02, no. 01, pp. 80–87, 2013, [Online]. Available: www.wartaekonomi.com/indicator,
- [2] P. Kuncahyo, A. Z. M. Fathallah, and Semin, "Analisa Prediksi Potensi Bahan Baku Biodiesel Sebagai Suplemen Bahan Bakar Motor Diesel Di Indonesia," *J. Tek. POMITS*, vol. 2, 2013.
- [3] M. Syamsiro, "Kajian Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Kualitas Produk Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik," *J. Tek.*, vol. 5, pp. 1–85, 2015.
- [4] J. A. Riandis, A. R. Setyawati, and A. S. Sanjaya, "Pengolahan Sampah Plastik Dengan Metode Pirolisis Menjadi Bahan Bakar Minyak," *J. Chemurg.*, vol. 5, no. 1, p. 8, 2021, doi:

- 10.30872/cmg.v5i1.4755.
- [5] J. Nisar, R. Farid, G. Ali, F. Muhammad, A. Shah, and Z. H. Farooqi, “Kinetics and fuel properties of the oil obtained from the pyrolysis of polypropylene over cobalt oxide,” *Clean. Chem. Eng.*, vol. 4, no. August, p. 100083, 2022, doi: 10.1016/j.clce.2022.100083.
 - [6] N. Chacko and T. Jeyaseelan, “Comparative evaluation of graphene oxide and graphene nanoplatelets as fuel additives on the combustion and emission characteristics of a diesel engine fuelled with diesel and biodiesel blend,” *Fuel Process. Technol.*, vol. 204, no. March, p. 106406, 2020, doi: 10.1016/j.fuproc.2020.106406.
 - [7] E. Marlina, A. F. Alhikami, B. Waluyo, S. Rahima Sahwahita, and I. N. G. Wardana, “A study of blending carbon nanoparticles made of coconut shell (fullerene C60) in vegetable oils on the droplet evaporation characteristics,” *Fuel*, vol. 346, no. January, p. 128319, 2023, doi: 10.1016/j.fuel.2023.128319.
 - [8] A. P. Aini, “Pengolahan Air dengan Membran Karbon Nanomaterial,” *J. Sains dan Seni*, vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2017.
 - [9] X. Lu et al., “Selective preparation of graphene-and rope-like NanoCarbons from camellia wastes as high performance electrode materials for energy storage,” *J. Alloys Compd.*, vol. 811, p. 151616, 2019, doi: 10.1016/j.jallcom.2019.07.328.
 - [10] V. Sharma, A. Kalam Hossain, A. Ahmed, and A. Rezk, “Study on using graphene and graphite nanoparticles as fuel additives in waste cooking oil biodiesel,” *Fuel*, vol. 328, no. June, p. 125270, 2022, doi: 10.1016/j.fuel.2022.125270.
 - [11] Purnami and ING Wardana, “Perbandingan Interaksi Karbon Aktif Dengan Polaritas Minyak Nabati Terhadap Karakteristik Pembakaran Premixed,” *REKAYASA MESIN*, 2021.
 - [12] E. Marlina, H. Y. Nanlohy, I. Gusti Ketut Puja, and H. Riupassa, “Droplet combustion behavior of crude palm oil-carbon nanoparticles blends,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1034, no. 1, p. 012039, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1034/1/012039.
 - [13] E. Marlina, I. N. G. Wardana, L. Yuliati, and W. Wijayanti, “The effect of fatty acid polarity on the combustion characteristics of vegetable oils droplets,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 494, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899x/494/1/012036.
 - [14] E. Marlina, W. Wijayanti, L. Yuliati, and I. N. G. Wardana, “The role of pole and molecular geometry of fatty acids in vegetable oils droplet on ignition and boiling characteristics,” *Renew. Energy*, vol. 145, pp. 596–603, 2020, doi: 10.1016/j.renene.2019.06.064.
 - [15] C. Y. Chao, H. W. Tsai, K. L. Pan, and C. W. Hsieh, “On the microexplosion mechanisms of burning droplets blended with biodiesel and alcohol,” *Combust. Flame*, vol. 205, pp. 397–406, 2019, doi: 10.1016/j.combustflame.2019.04.017.
 - [16] R. Dewi, I. Wardana, N. Hamidi, J. T. Mesin, and D. Doktor, “Pengaruh Daya Penyerapan Gelombang Mikro Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Minyak Jarak Pagar,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 305–316, 2012.