



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

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana strata satu  
(S-1) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang*



**Disusun oleh:**  
**Nardina Mutiara Saputri**  
**219.010.5.2044**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

**2023**

## ABSTRAK

**Nardina Mutiara Saputri.2023. Pengaruh Penambahan *Graphene Nanocarbon* Pada Minyak Hasil Pirolisis Polipropilena 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 Ir. H. Margianto, M.T.**

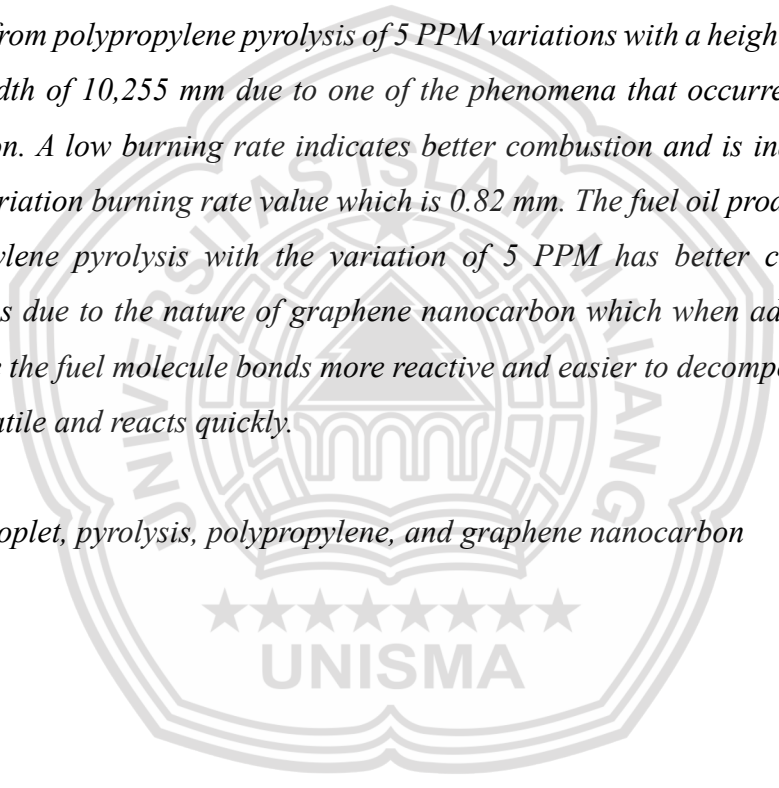
Sedikitnya cadangan minyak bumi di Indonesia saat ini menyebabkan kebutuhan bakar semakin meningkat, sehingga dibutuhkan bahan bakar alternatif. Minyak hasil pirolisis polipropilena merupakan salah satu olahan sampah plastik jenis polipropilena melalui proses pirolisis. Minyak tersebut dapat diolah menjadi 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 akan membuat ikatan molekul bahan bakar lebih reaktif dan lebih mudah terurai sehingga lebih mudah menguap dan cepat bereaksi

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

## ABSTRACT

*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*





University of Islam Malang  
**REPOSITORY**



© Hak Cipta Milik UNISMA

[repository.unisma.ac.id](http://repository.unisma.ac.id)

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Cadangan minyak bumi yang dihasilkan di Indonesia sekarang ini semakin sedikit dan berkebalikan dengan jumlah penduduk serta penggunaan kendaraan bermotor yang semakin meningkat sehingga kebutuhan bahan bakar minyak bumi juga semakin meningkat. Risiko yang berdampak terhadap tubuh manusia juga semakin besar, karena sisa gas buang dari bahan bakar kendaraan tersebut dapat menghasilkan gas-gas berbahaya untuk kesehatan. Upaya untuk mencegah dan menanggulangi hal tersebut, dibutuhkan suatu bahan bakar alternatif (Indra Darmawan & Wayan Susila, 2013). Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang memiliki curah hujan tinggi dan mendapat sinar matahari setiap tahun. Keanekaragaman hayati dan hewani yang dimiliki Indonesia sangat tinggi sehingga jenis bahan baku yang ada sangat berpotensi untuk dijadikan bahan bakar (Kuncahyo *et al.*, 2013).

Plastik merupakan salah satu jenis bahan baku yang bisa diolah kembali dimana sekarang ini sangat dibutuhkan untuk menunjang kehidupan manusia sehari-hari sehingga sampah plastik yang dihasilkan juga semakin banyak. Sampah plastik tersebut dapat diolah dengan proses daur ulang dimana proses tersebut hanya akan berubah menjadi bentuk yang baru bukan untuk menanggulangi banyaknya sampah plastik karena ketika produk tersebut kehilangan fungsinya maka kembali menjadi sampah (Riandis *et al.*, 2021). Sampah plastik jenis polipropilena merupakan salah satu jenis sampah yang mempunyai nilai kalor setara dengan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi (Syamsiro, 2015). Pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif melalui proses pirolisis merupakan salah satu metode untuk menanggulangnya dimana proses tersebut dapat bekerja pada tekanan atmosfer dan suhu sekitar 500°C (Riandis *et al.*, 2021). Minyak pirolisis polipropilena ini juga menghasilkan residu lebih sedikit dan lebih banyak produk cairan tetapi dengan rantai karbon yang lebih ringan (Syamsiro, 2015).

Jenis karbon *graphene oxide* merupakan bahan kimia yang memiliki stabilitas termal yang baik dan fleksibilitas yang tinggi serta memiliki kemampuan

pemisahan dengan baik dan dapat mentransformasikan air dengan sangat cepat (Aini, 2017). Karbon aktif apabila ditambahkan pada bahan bakar dapat meningkatkan kecepatan api pembakaran *premixed* (Purnami & ING Wardana, 2021) dan meningkatkan kepadatan molekul bahan bakar (Marlina *et al.*, 2021).

Berdasarkan latar belakang diatas, salah satu cara yang digunakan untuk mengurangi kadar viskositas dan meningkatkan titik nyala api adalah dengan penambahan campuran *nanocarbon* pada minyak hasil pirolisis, akan tetapi penelitian mengenai penambahan campuran *nanocarbon* pada minyak hasil pirolisis dengan metode *single droplet* belum pernah diteliti. Oleh karena itu peneliti ingin melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Penambahan *Graphene Nanocarbon* pada Minyak Hasil Pirolisis Polipropilena terhadap Karakteristik Pembakaran *Single Droplet*”. Karena penambahan *graphene nanocarbon* (karbon aktif) membuat ikatan molekul pada bahan bakar lebih reaktif dan lebih mudah terurai sehingga mengakibatkan lebih mudah menguap dan cepat bereaksi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penambahan *graphene nanocarbon* pada minyak hasil pirolisis polipropilena terhadap karakteristik pembakaran *single droplet* yang meliputi temperatur *droplet*, tinggi api, lebar api dan *burning rate*.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan pembahasan pada penelitian ini diperlukan supaya pembahasannya tidak melebar dan terarah, yaitu sebagai berikut:

- Produksi *graphene nanocarbon* tidak dibahas dalam skripsi maupun penelitian
- Produksi minyak hasil pirolisis polipropilena tidak dibahas
- Uji GCMS dan uji SEM tidak dibahas

## 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *graphene nanocarbon* pada minyak hasil pirolisis polipropilena terhadap karakteristik pembakaran *single droplet*.



### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Pengembangan sumber energi terbarukan
- b. Memanfaatkan limbah dari sampah plastik sebagai bahan bakar
- c. Menciptakan bahan bakar campuran yang ramah lingkungan



## BAB V

### KESIMPULAN dan SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini adalah:

1. Penambahan *graphene nanocarbon* pada minyak hasil pirolisis polipropilena mempengaruhi karakteristik pembakaran *droplet*. Sifat *graphene nanocarbon* (karbon aktif) yang mengakibatkan bahan bakar lebih mudah menguap dan cepat bereaksi menyebabkan durasi pembakaran lebih pendek dan temperatur pembakaran tinggi.
2. Tinggi dan lebar api maksimal yang berbeda-beda dipengaruhi oleh perbedaan proses penguapan dan *microexplosion* yang terjadi pada saat terjadinya pembakaran. Pembakaran *droplet* dengan adanya *microexplosion* mempengaruhi tinggi dan lebar api sehingga menyebabkan tinggi dan lebar api tersebut lebih besar.
3. Minyak hasil pirolisis polipropilena 5 PPM memiliki durasi nyala api sedikit lebih lambat karena diameter *droplet* yang lebih besar menyebabkan laju pembakaran memberikan waktu pada kandungan-kandungan yang tercampur pada minyak hasil pirolisis polipropilena untuk menciptakan nyala api dan menghasilkan jumlah nyala api lebih banyak.
4. Minyak hasil pirolisis polipropilena 5 PPM memiliki nilai *burning rate* yang kecil karena penambahan *graphene nanocarbon*, dimana semakin kecil nilai *burning rate* maka laju pembakaran juga semakin cepat.

#### 5.2 Saran

Saran pada penelitian ini adalah:

1. Menggunakan campuran *nanocarbon* lain supaya menemukan variasi lain dalam penelitian pembakaran *single droplet*.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai proses pencampuran dan pembakaran minyak hasil pirolisis polipropilena.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, A. P. (2017). Pengolahan Air dengan Membran Karbon Nanomaterial. *Jurnal Sains Dan Seni*, 2(1), 1–12.
- B.N. Riwu, D., Wardana, I. N. G., & Yuliati, L. (2016). Kecepatan Pembakaran Premixed Campuran Minyak Jarak - *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) pada *Circular Tube Burner*. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(2), 41–47. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2016.007.02.1>
- Chacko, N., & Jeyaseelan, T. (2020). *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 Processing Technology*, 204(March), 106406. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2020.106406>
- Chao, C. Y., Tsai, H. W., Pan, K. L., & Hsieh, C. W. (2019). *On the microexplosion mechanisms of burning droplets blended with biodiesel and alcohol*. *Combustion and Flame*, 205, 397–406. <https://doi.org/10.1016/j.combustflame.2019.04.017>
- Dewi, R., Wardana, I., Hamidi, N., Mesin, J. T., & Doktor, D. (2012). Pengaruh Daya Penyerapan Gelombang Mikro Terhadap Karakteristik Pembakaran *Droplet* Minyak Jarak Pagar. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 3(2), 305–316.
- Elahi, M., Soudagar, M., Nik-ghazali, N., Kalam, M. A., Anjum, I., Banapurmath, N. R., Khan, T. M. Y., Bashir, M. N., Akram, N., & Farade, R. (2019). *The effects of graphene oxide nanoparticle additive stably dispersed in dairy scum oil biodiesel-diesel fuel blend on CI engine : performance , emission and combustion characteristics*. *Fuel*, 257(August), 116015. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116015>
- Ettefaghi, E., Rashidi, A., Ghobadian, B., Najafi, G., Ghasemy, E., Khoshtaghaza, M. H., Delavarizadeh, S., & Mazlan, M. (2021). *Bio-nano emulsion fuel based on graphene quantum dot nanoparticles for reducing energy consumption and pollutants emission*. *Energy*, 218. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119551>
- Firdaus, E. R. (2022). Pengaruh Penambahan Terpentin Terhadap Karakteristik Pembakaran *Droplet* Minyak Jarak Sebagai Bahan Bakar Biodiesel.

- Universitas Islam Malang.
- hamalik, oemar. (2010). Tinjauan Pustaka Dan Landasan Teori (Skripsi UMY). *To Βημα Του Ασκληπιου*, 9(1), 76–99.
- Harahap, V., & Harahap, M. H. (2013). Pengaruh Karakteristik Pasir Merah Labuhan Batu Selatan Terhadap Sifat Mekanik (Uji Sem, Difraksi Sinar X, Uji Impak) Dari Beton. *EINSTEIN E-JOURNAL*, 1(2). <https://doi.org/10.24114/einstein.v1i2.5061>
- Ibadurrohman, I. A., Hamidi, N., & Yuliati, L. (2022). *The role of the unsaturation degree on the droplet combustion characteristics of fatty acid methyl ester. Alexandria Engineering Journal*, 61(3), 2046–2060. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.07.038>
- Indayanti, D. (2014). Uji Stabilitas Fisik Dan Komponen Kimia Pada Minyak Biji Jinten Hitam. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Indra Darmawan, F., & Wayan Susila, I. (2013). Proses Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Metode Pencucian *Dry-Wash* Sistem. *Teknik Mesin*, 02(01), 80–87. [www.wartaekonomi.com/indicator](http://www.wartaekonomi.com/indicator),
- Inês, I. A., Silva, A. R. R., Moita, A. S. O. H., Mendes, M. A. A., & Costa, M. M. G. (2021). *Combustion characteristics of a single droplet of hydroprocessed vegetable oil blended with aluminum nanoparticles in a drop tube furnace. Fuel*, 302(June). <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.121160>
- Jurusan Fisika Universitas Negeri Malang. (2019). *Standard of Procedure ANALYTICAL BALANCE (Fujitsu FS-R)*. 1–2.
- Kuncahyo, P., Fathallah, A. Z. M., & Semin. (2013). Analisa Prediksi Potensi Bahan Baku Biodiesel Sebagai Suplemen Bahan Bakar Motor Diesel Di Indonesia. *Jurnal Teknik Pomits*, 2.
- Lu, X., Xiang, K., Wang, Y., Zhou, W., Zhu, Y., Chen, W., Chen, X., Chen, H., Cheng, H., & Lu, Z. (2019). *Selective preparation of graphene- and rope-like NanoCarbons from camellia wastes as high performance electrode materials for energy storage. Journal of Alloys and Compounds*, 811, 151616. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2019.07.328>

- Marlina, E., Alhikami, A. F., Waluyo, B., Rahima Sahwahita, S., & Wardana, I. N. G. (2023). *A study of blending carbon nanoparticles made of coconut shell (fullerene C60) in vegetable oils on the droplet evaporation characteristics*. *Fuel*, 346(January), 128319. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.128319>
- Marlina, E., Nanlohy, H. Y., Gusti Ketut Puja, I., & Riupassa, H. (2021). *Droplet combustion behavior of crude palm oil-carbon nanoparticles blends*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1034(1), 012039. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1034/1/012039>
- Marlina, E., Wardana, I. N. G., Yuliati, L., & Wijayanti, W. (2019). *The effect of fatty acid polarity on the combustion characteristics of vegetable oils droplets*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 494(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/494/1/012036>
- Marlina, E., Wijayanti, W., Yuliati, L., & Wardana, I. N. G. (2020). *The role of pole and molecular geometry of fatty acids in vegetable oils droplet on ignition and boiling characteristics*. *Renewable Energy*, 145, 596–603. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.064>
- Menea, F., Fatemeh, Y., Vashist, S. K., Iqbal, H., Sharts, O. N., & Menea, B. (2021). *Graphene, an Interesting Nanocarbon Allotrope for Biosensing Applications: Advances, Insights, and Prospects*. *Biomedical Engineering and Computational Biology*, 12, 117959722098382. <https://doi.org/10.1177/1179597220983821>
- Nisar, J., Farid, R., Ali, G., Muhammad, F., Shah, A., & Farooqi, Z. H. (2022). *Kinetics and fuel properties of the oil obtained from the pyrolysis of polypropylene over cobalt oxide*. *Cleaner Chemical Engineering*, 4(August), 100083. <https://doi.org/10.1016/j.clce.2022.100083>
- Nurhayati, F. (2019). *Karakteristik Pembakaran Difusi Biosolar Dengan Penambahan Biodiesel Minyak Jelantah [Universitas Jember]*. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/92657>
- Purnami, & ING Wardana. (2021). *Perbandingan Interaksi Karbon Aktif Dengan Polaritas Minyak Nabati Terhadap Karakteristik Pembakaran Premixed*. *Rekayasa Mesin*.

- Purwanti Widhy. (2014). *Tools and Techniques Basic Laboratory*. *Jurnal Pendidikan*, 2(1), 1–74.
- Rani, A. (2020). Pengenalam Alat Laboratorium *Hot Plate Stirrer*. *Jurnal UNAIR*, 11–12.
- Riandis, J. A., Setyawati, A. R., & Sanjaya, A. S. (2021). Pengolahan Sampah Plastik Dengan Metode Pirolisis Menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Chemurgy*, 5(1), 8. <https://doi.org/10.30872/cmg.v5i1.4755>
- Ridhuan, K., Irawan, D., & Inthifawzi, R. (2019). Proses Pembakaran Pirolisis dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 8(1), 69–78. <https://doi.org/10.24127/trb.v8i1.924>
- Riwu, D. B. N. (2016). Pengaruh Penambahan LPG (*Liquified Petroleum Gas*) pada Proses Pembakaran *Premixed* Uap Minyak Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L.*) terhadap Warna dan Temperatur Api. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), 77–82.
- Rosyadi, A. A. (2013). Pengaruh *Microexplosion* terhadap Karakteristik Pembakaran Bahan Bakarminyak Jarak Pagar (*Jathropa Curcas L.*) Pada Berbagaidiameter *Droplet*. *Jurnal ROTOR*, 6(1), 1–10.
- Sasongko, M. N. (2018). Pengaruh Prosentase Minyak Goreng Bekas Terhadap Karakteristik Pembakaran *Droplet* Biodiesel. *FLYWHEEL : Jurnal Teknik Mesin Untirta*, IV(Volume IV Nomor 2, Oktober 2018), 8–13. <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jwl/article/view/3656>
- Sharma, V., Kalam Hossain, A., Ahmed, A., & Rezk, A. (2022). *Study on using graphene and graphite nanoparticles as fuel additives in waste cooking oil biodiesel*. *Fuel*, 328(June), 125270. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.125270>
- Silvia, L. (2022). Pengaruh Penambahan Minyak Terpentin Terhadap Karakteristik Pembakaran *Droplet* Minyak Kelapa Sebagai Bahan Bakar Biodiesel. Universitas Islam Malang.
- Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana, B., & Dimyati, A. (2017). *Studi Scanning Electron Microscopy (Sem) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium*. *Jurnal Forum Nuklir*, 9(1), 44.

<https://doi.org/10.17146/jfn.2015.9.1.3563>

Syamsiro, M. (2015). Kajian Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Kualitas Produk Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik. *Jurnal Teknik*, 5, 1–85.

Ui, F. T. (2010). Universitas Indonesia laju penguapan tetesan premium pada temperatur 50.

Yadav, A. K., Nandakumar, K., Srivastava, A., & Chowdhury, A. (2019). *Combustion of rocket-grade kerosene droplets loaded with graphene nanoplatelets—A search for reasons behind optimum mass loadings. Combustion and Flame*, 203, 1–13.  
<https://doi.org/10.1016/j.combustflame.2019.01.030>

