

PENGARUH PENAMBAHAN MINYAK TERPENTIN TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN *DROPLET* MINYAK KELAPA SEBAGAI BAHAN BAKAR BIODIESEL

Linda Silvia^{1*)}, Ena Marlina², Nur Robbi³

^{1*)}Universitas Islam Malang.

email: lindasilvia111@gmail.com

² Universitas Islam Malang.

email: ena.marlina@unisma.ac.id

³ Universitas Islam Malang.

email: nurrobby@unisma.ac.id

ABSTRAK

Biodiesel minyak nabati yang ramah lingkungan dapat menggantikan permintaan bahan bakar diesel yang terus meningkat. Salah satu minyak nabati yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif adalah minyak kelapa (CCO). Titik nyala pada CCO lebih rendah daripada solar dan nilai kalor biodiesel CCO setara dengan nilai kalor solar. Viskositas minyak nabati yang tinggi mengakibatkan proses penguapan lama dan kerusakan pada mesin. Pencampuran CCO dan minyak terpentin adalah kombinasi bahan bakar dengan viskositas rendah dengan nilai kalor yang sebanding dengan solar. Beberapa campuran yang diteliti yaitu, CCO 100%, CCO 90% dan CCO 85%. Metode penelitian ini yaitu pengujian tetesan double droplet di dalam ruang bakar. Hasil penelitian menunjukkan penambahan minyak terpentin pada CCO mempengaruhi karakteristik pembakaran yang meliputi temperatur yang meningkat, laju pembakaran yang lebih cepat dan memperbesar dimensi api yaitu tinggi api dan lebar api. Terdapat *microexplosion* yang mengakibatkan pembakaran lebih sempurna karena pada saat proses pembakaran droplet dapat habis terbakar.

Kata Kunci: *Biodiesel; double droplet; CCO; minyak terpentin*

ABSTRACT

Eco-friendly vegetable oil biodiesel can replace the increasing demand for diesel fuel. One of the vegetable oils that can be used as an alternative fuel is coconut oil (CCO). The flash point of CCO is lower than that of diesel and the calorific value of CCO biodiesel is equivalent to the calorific value of diesel. Viscosity high vegetable oil results in a long evaporation process and damage to the engine. Blending CCO and turpentine oil is a combination of low-viscosity fuels with calorific value comparable to that of diesel. Some of the mixtures studied were 100% CCO, 90% CCO and 85% CCO. The method of this research is the double droplet test in the combustion chamber. The results showed that the addition of turpentine oil to CCO affected the combustion characteristics which included an increased temperature, a faster combustion rate and an increase in the dimensions of the fire, namely flame height and flame width. There is a microexplosion which results in more complete combustion because during the combustion process the droplets can burn out.

Keywords: *Biodiesel; double droplet; CCO; turpentine oil*

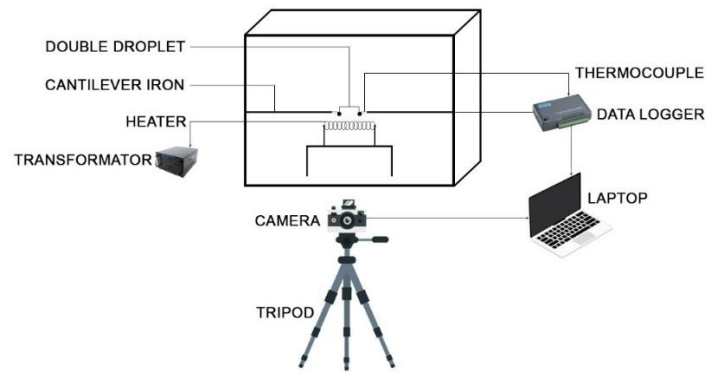
PENDAHULUAN

Kebutuhan minyak bumi sebagai sumber energi utama terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan kemajuan teknologi [1]. Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar minyak nabati ramah lingkungan yang dapat menggantikan permintaan bahan bakar solar industri yang terus meningkat [2]. Dibandingkan dengan bahan bakar fosil, biodiesel memiliki keunggulan ramah lingkungan dengan emisi gas CO, NO dan sulfur yang lebih rendah serta mudah terurai (*biodegradable*) [1]. Salah satu minyak nabati yang dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar solar yaitu minyak kelapa (*crude coconut oil*) karena titik nyalanya lebih rendah daripada solar yang dapat menyebabkan pembakaran biodiesel minyak kelapa cepat terbakar [3], [4]. Komposisi asam lemak minyak kelapa tertinggi terdapat pada asam laurat ($C_{12}H_{24}O_2$), miristis ($C_{14}H_{28}O_2$), dan kaprilat ($C_8H_{16}O_2$) [5]. Ketiga asam lemak tersebut memiliki rantai pendek, lurus, jenuh dan massa molekul kecil sehingga CCO lebih polar [6]. Namun, minyak nabati tidak dapat digunakan secara langsung pada mesin diesel karena viskositasnya yang tinggi dapat mengakibatkan proses penguapan lama dan kerusakan pada mesin. Oleh karena itu untuk menurunkan viskositas yang terdapat pada minyak nabati yaitu dengan cara menambahkan bioaditif pada campuran biodiesel minyak nabati seperti penelitian yang telah diteliti [5], [7]. Ada banyak jenis bioaditif minyak atsiri yang dihasilkan di Indonesia, salah satunya minyak terpentin.

Minyak terpentin merupakan cairan cepat menguap yang dihasilkan dari ekstrak getah pinus, bening (jernih), mudah terbakar serta memiliki bau yang khas. Sekitar 14,2% minyak atsiri terdapat pada getah pinus. Minyak terpentin mempunyai massa jenis ($20^\circ C$) = 0,860-0,875, indeks bias ($20^\circ C$) = 1,465-1,478, suhu penyulingan pertama = 150-160°C pada 760mmHg. Sebagian besar minyak terpentin di Indonesia diperoleh dari pinus *merkussi Jungh et de Vr* dengan komponen utama α -pinena (70-85%) dan kandungan lain seperti β -pinen, Δ karen dan δ -longifolen dengan jumlah yang relatif kecil [8]. Adanya senyawa berbentuk siklis dan rantai terbuka pada minyak atsiri yang menyebabkan pembakaran lebih efisien [9]. Biodiesel minyak kelapa dan minyak terpentin adalah kombinasi bahan bakar dengan viskositas rendah dengan nilai kalor yang sebanding dengan solar. Dengan kandungan utama "Alpha – Pinene" pada minyak terpentin yang mudah terbakar sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar [10]. Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, terpentin yang mudah menguap dapat memperbaiki karakteristik dari minyak kelapa. Terpentin ditambahkan ke dalam minyak kelapa dengan metode *double droplet* belum pernah diteliti, sehingga perlu melakukan penelitian lebih lanjut mengenai "pengaruh penambahan minyak terpentin terhadap karakteristik pembakaran droplet minyak kelapa sebagai bahan bakar biodiesel".

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental nyata (*experimental research*) dimana pengamatan dilakukan dengan pengujian tetesan *double droplet* di dalam ruang bakar untuk mengetahui karakteristik pembakarannya. Variasi campuran yang diuji yaitu CCO 100% (100% minyak kelapa murni), CCO 90% (90% minyak kelapa murni + 10% minyak terpentin) dan CCO 85% (85% minyak kelapa murni + 15% minyak terpentin). Pengambilan data dimulai dengan mengatur jarak antar kedua *thermocouple* sebesar 5mm dan jarak kedua *thermocouple* dengan *heater* sebesar 3mm. Selanjutnya meletakkan *droplet* pada ujung *thermocouple* tipe K dengan diameter 0,1 mm yang disambungkan ke *datalogger*. Selanjutnya energi panas dari *heater* menyebabkan *droplet* terbakar dan data yang diperoleh dari *datalogger* terekam pada laptop. Data yang didapat meliputi temperatur *droplet* yang diperoleh dari *thermocouple* yang tersambung ke *datalogger* kemudian lebar dan tinggi api serta *burning rate* yang diperoleh dari proses rekam video dengan *camera* Nikon D3300.



Gambar 1. Skema instalasi penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil pengujian karakteristik *droplet* biodiesel minyak kelapa yang dicampurkan terpentin dengan berbagai variasi campuran

		Karakteristik Pembakaran									
No	Variasi Campuran	<i>Burning rate</i> <i>max</i> (mm ² /s)		Temperatur nyala (°C)		Temperatur <i>max</i> (°C)		Tinggi api <i>max</i> (mm)		Lebar api <i>max</i> (mm)	
		Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan
1	CCO 100%	1,59	1,73	337,6	359,6	626,2	419,9	10,59	12,93	3,61	4,67
2	CCO 90%	1,13	1,04	257,2	385,02	360,1	463,2	12,98	11,96	4,41	4,49
3	CCO 85%	0,88	1,15	300,1	322,6	549,9	759,04	10,47	10,84	3,88	4,34

Keterangan:

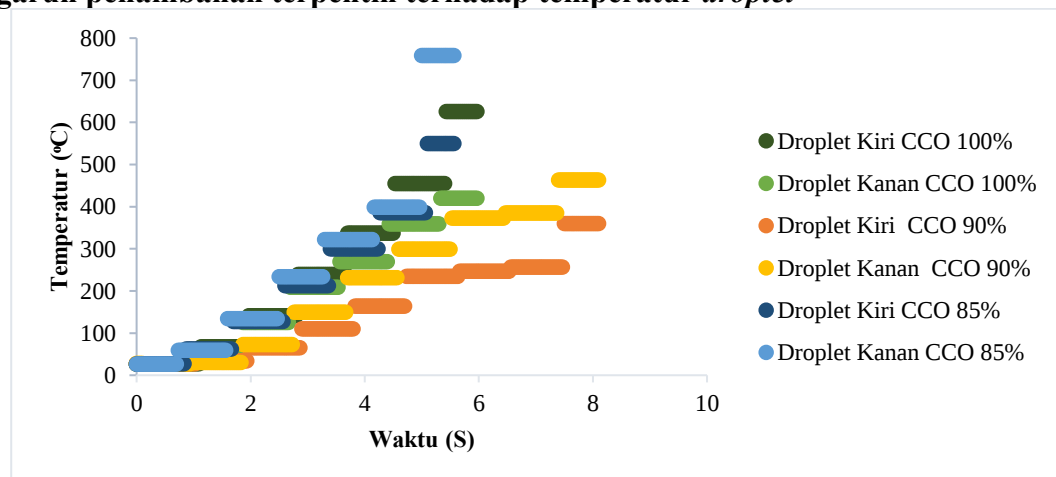
CCO 100% = 100% minyak kelapa murni

CCO 90% = 90% minyak kelapa murni + 10% minyak terpentin

CCO 85% = 85% minyak kelapa murni + 15% minyak terpentin

Temperatur nyala = Temperatur *droplet* saat awal api menyala

1. Pengaruh penambahan terpentin terhadap temperatur *droplet*



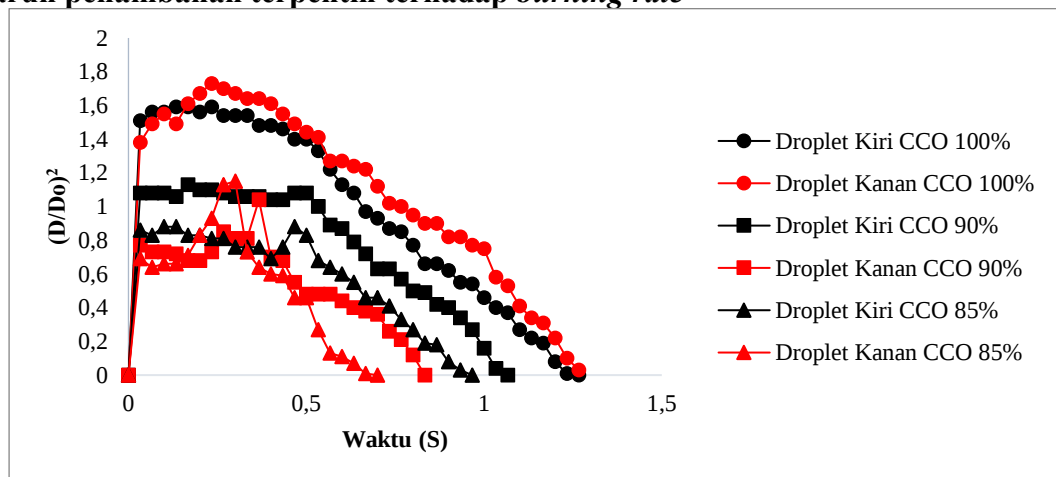
Gambar 2. Grafik temperatur *droplet* CCO

Gambar 2 menunjukkan bahwa dengan menambahkan terpentin pada CCO dapat mempengaruhi temperatur *droplet*. Hasil dari pengujian memperoleh nilai temperatur maksimal variasi CCO 100% yaitu, 626,2°C untuk *droplet* kiri dan 419,9°C untuk *droplet* kanan. Variasi

CCO 90% yaitu, 360,1°C untuk *droplet* kiri dan 463,2°C untuk *droplet* kanan. Variasi CCO 85% yaitu, 549,9°C untuk *droplet* kiri dan 759,04°C untuk *droplet* kanan. Pembakaran pada grafik diatas melalui empat proses: pemanasan, penguapan, penyalan, dan pembakaran [5]. Hasil penelitian ditemukan perbedaan temperatur pada *droplet* kiri dan *droplet* kanan di setiap variasi campuran, hal ini disebabkan oleh perpindahan kalor secara radiasi eksoterm dan endoterm, dimana energi panas yang dihasilkan ditransfer dari temperatur tinggi ke yang lebih rendah sehingga menimbulkan gaya tarik menarik antara temperatur *droplet* kiri dan *droplet* kanan.

CCO 100% tidak terdapat campuran terpenin, sehingga viskositas semakin tinggi dan *droplet* sulit menguap. Tingginya viskositas pada CCO 100% mengakibatkan laju pembakaran semakin lama untuk *droplet* terbakar sampai habis. CCO 90% memiliki durasi waktu yang lebih panjang karena temperatur awal yang lebih rendah sehingga *ignition delay time* yang terjadi pada CCO 90% juga semakin lama. Pada saat pembakaran berlangsung energi panas dari *heater* belum mampu untuk menaikkan suhu permukaan *droplet* ke titik didih. Temperatur paling tinggi terdapat pada CCO 85%, dikarenakan ledakan saat proses pembakaran kurang kuat yang mengakibatkan nyala api tidak stabil dan proses pembakaran terganggu sehingga temperatur meningkat [11]. Selain itu asam lemak lurus pada CCO mengakibatkan temperatur tinggi saat proses pembakaran karena asam lemak lurus melakukan fase relaksasi sebelum *droplet* menyala karena energi kinetiknya [12].

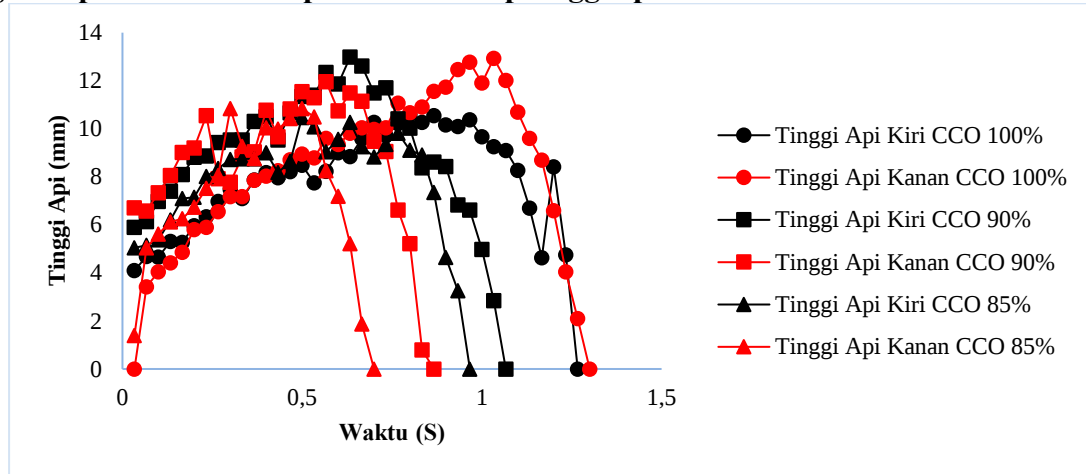
2. Pengaruh penambahan terpenin terhadap *burning rate*



Gambar 3. Grafik *burning rate* droplet CCO

Gambar 3 merupakan grafik *burning rate*, hasil dari pengujian memperoleh nilai maksimal variasi CCO 100% sebesar 1,59mm untuk *droplet* kiri dan 1,73 untuk *droplet* kanan. Variasi CCO 90% sebesar 1,13mm untuk *droplet* kiri dan 1,04mm untuk *droplet* kanan. Variasi CCO 85% sebesar 0,88 mm dan 1,15mm untuk *droplet* kanan. Gambar 4.4 pada droplet kanan variasi CCO 85% terlihat pada beberapa kesempatan nilai grafik mengalami naik turun (tidak stabil) karena proses penguapan, gelembung udara yang ada di dalam *droplet* pada saat pembakaran dapat mempengaruhi diameter *droplet*. *Burning rate* dengan nilai yang kecil menunjukkan bahwa pembakaran semakin baik karena nilai *burning rate* berbanding lurus dengan kuadrat diameter *droplet* [13]. Pada CCO 85% memiliki nilai *burning rate* yang kecil karena penambahan terpenin dan viskositasnya yang rendah menyebabkan CCO 85% cepat menguap. Semakin kecil nilai *burning rate* maka laju pembakaran semakin cepat.

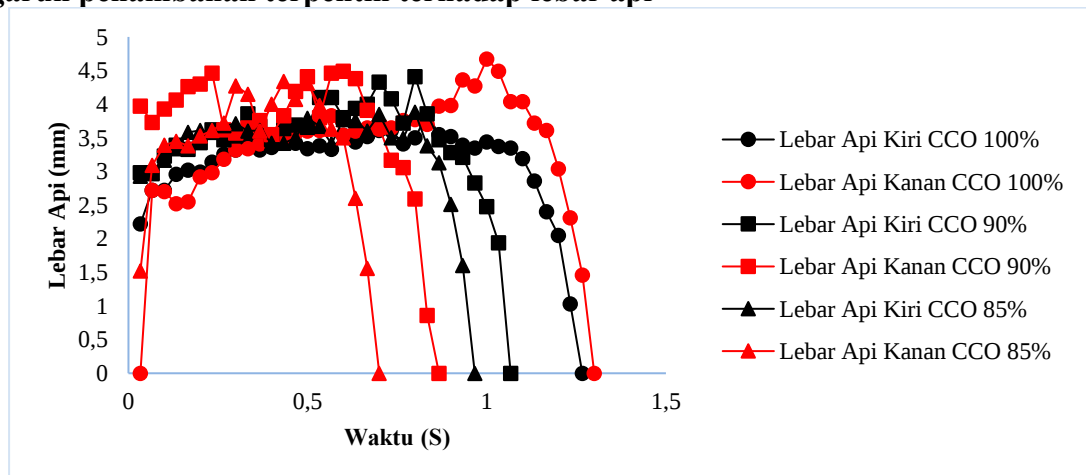
3. Pengaruh penambahan terpenitin terhadap tinggi api



Gambar 4. Grafik tinggi api *droplet* CCO

Gambar 4 adalah grafik tinggi api, yaitu merupakan salah satu visualisasi api. Hasil menunjukkan tinggi api maksimal pada variasi CCO 100% sebesar 10,59mm untuk tinggi api kiri dan 12,93mm untuk tinggi api kanan. Variasi CCO 90% sebesar 12,98mm untuk tinggi api kiri dan 11,96mm untuk tinggi api kanan. Variasi CCO 85% sebesar 10,47mm untuk tinggi api kiri dan 10,48mm untuk tinggi api kanan. Tinggi api maksimum dari ketiga variasi campuran berbeda-beda, dilihat dari kedua *droplet* masing-masing variasi campuran tinggi maksimum CCO 100% tertinggi pada api kanan, CCO 90% tertinggi pada api kiri, CCO 85% tertinggi pada api kanan, dikarenakan proses penguapan yang berbeda dan terjadinya *microexplosion* saat proses pembakaran *droplet*. Dimana pembakaran dengan adanya *microexplosion* memiliki tinggi dan lebar api *droplet* yang lebih besar.

4. Pengaruh penambahan terpenitin terhadap lebar api



Gambar 5. Grafik lebar api *droplet* CCO

Gambar 5 adalah grafik lebar api, yaitu merupakan salah satu visualisasi api. Hasil menunjukkan lebar api maksimal pada variasi CCO 100% sebesar 3,61mm untuk *droplet* kiri dan 4,67mm untuk *droplet* kanan. Variasi CCO 90% sebesar 4,41mm dan 4,49 untuk *droplet* kanan. Variasi CCO 85% sebesar 3,88mm untuk *droplet* kiri dan 4,34mm untuk *droplet* kanan. Panas yang berasal dari *heater* menyebabkan *droplet* menguap, uap tersebut mengalami reaksi sehingga ikut terbakar dan menjadi api. Adanya oksigen yang terseret kedalam api saat proses pembakaran mengakibatkan api semakin lebar [11]. Beberapa *frame* mengindikasikan terjadinya *microexplosion* pada variasi campuran biodiesel.

Hasil dari penelitian CCO 90% memiliki lebar api lebih besar dibanding CCO 85%, hal ini dikarenakan *microexplosion* pada CCO 90% lebih kuat dan sering terjadi. Ledakan kecil tersebut juga mengakibatkan api semakin melebar sehingga mempengaruhi dimensi api secara mendadak.

5. Visualisasi api

a. CCO 100%



b. CCO 90%





c. CCO 85%



Laju pembakaran dari penelitian ini yaitu, CCO 100% menyala selama 1,267s, CCO 90% menyala selama 1,033s dan CCO 85% menyala selama 0,933s. Terlihat pada visualisasi api bahwa semakin banyak penambahan terpentin maka laju pembakaran semakin cepat. CCO 90% memiliki dimensi api yang lebih besar dibandingkan CCO 100% dan CCO 85%, hal ini disebabkan karena terlihat pada beberapa *frame* CCO 90% lebih banyak *microexplosion* yang terjadi dan peneliti berasumsi bahwa variasi campuran terpentin yang lebih tepat yaitu pada CCO 90%, CCO dan terpentin larut secara merata yang mengakibatkan saat proses pembakaran *droplet* dapat habis terbakar dan timbulnya ledakan kecil yang kuat membuat pembakaran lebih sempurna[4], hal ini dapat dilihat dari tinggi dan lebar api yang timbul. Dibandingkan dengan CCO 85% campurannya tidak homogen karena terpentin tidak tercampur secara merata terhadap CCO [4], sehingga jika terlalu banyak penambahan terpentin mengakibatkan campurannya akan semakin jenuh.

KESIMPULAN

Penambahan terpentin terhadap CCO mempengaruhi karakteristik pembakaran *droplet*. CCO 100% memiliki viskositas yang lebih tinggi sehingga *droplet* sulit menguap dan laju pembakaran semakin lama. Jadi semakin besar prosentase penambahan terpentin semakin cepat laju pembakaran dan dimensi api yang dihasilkan semakin besar karena adanya *microexplosion*. Visualisasi nyala api menunjukkan CCO 90% memiliki karakteristik bahan bakar yang terbaik

karena daya ledak yang terjadi lebih besar dibandingkan CCO 85%. CCO 90% merupakan biodiesel campuran yang tepat karena CCO dan terpentin larut secara merata yang mengakibatkan saat proses pembakaran *droplet* dapat habis terbakar dan timbulnya ledakan kecil yang kuat membuat pembakaran lebih sempurna, hal tersebut serupa dengan penelitian [4].

DAFTAR RUJUKAN

- [1] L. Devita, "Biodiesel Sebagai Bioenergi Alternatif Dan Prospektif," *Agrica Ekstensia*, vol. 9, no. 2, pp. 23–26, 2015, Accessed: Apr. 15, 2022. [Online]. Available: <https://www.polbangtanmedan.ac.id/pdf/Jurnal%202015/Vol%209%20No%202/04%20LIZA.pdf>
- [2] F. Nurhayati, "Karakteristik Pembakaran Difusi Biosolar Dengan Penambahan Biodiesel Minyak Jelantah," Universitas Jember, Jember, 2019.
- [3] S. Darmanto and I. Sigit A., "Analisa Biodiesel Minyak Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif Minyak Diesel," *Traksi*, vol. 4, no. 2, p. 31, 2006, Accessed: Apr. 15, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/jtm/article/view/592>
- [4] F. Hariyadi, "Pengaruh Penambahan Karbon Nano Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Minyak Kelapa Sebagai Bahan Bakar Biodiesel," Universitas Islam Malang, Malang, 2020.
- [5] E. Marlina, M. Basjir, and R. D. Purwati, "The Response of Adding Nanocarbon to the Combustion Characteristic of Crude Coconut Oil (CCO) Droplets," *Automotive Experiences*, vol. 5, no. 1, pp. 68–74, 2021, doi: 10.31603/ae.4954.
- [6] E. Marlina, I. Wardana, L. Yuliati, and W. Wijayanti, "The effect of fatty acid polarity on the combustion characteristics of vegetable oils droplets," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 494, no. 1, Mar. 2019, doi: 10.1088/1757-899X/494/1/012036.
- [7] E. Marlina, W. Wijayanti, L. Yuliati, and I. N. G. Wardana, "The role of 1.8-cineole addition on the change in triglyceride geometry and combustion characteristics of vegetable oils droplets," *Fuel*, vol. 314, Apr. 2022, doi: 10.1016/j.fuel.2021.122721.
- [8] R. Kurniawan, "Pengaruh Penambahan Minyak Terpentin (Pinus Sp) Dan Minyak Cengkeh Pada Bahan Bakar Premium Terhadap Performa Dan Emisi Kendaraan Bermotor Skripsi," Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2016.
- [9] A. Kadarohman, "Eksplorasi Minyak Atsiri Sebagai Bioaditif Bahan Bakar Solar," *Jurnal Pengajaran MIPA*, vol. 14, no. 2, pp. 121–141, 2009.
- [10] R. A. Saputra, N. A. Wigrha, and G. Widayana, "Pengaruh Pencampuran Bahan Bakar Pertalite Dengan Minyak Terpentin Dan Minyak Atsiri Terhadap Penurunan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Supra X 125," *Jurnal Jurusan Pendidikan Teknik Mesin (JJPTM)*, vol. 8, no. 2, 2017.
- [11] A. A. Rosyadi, "Pengaruh Microexplosion Terhadap Karakteristik Pembakaran Bahan Bakar Minyak Jarak Pagar (Jathropa Curcas L.) Pada Berbagai Diameter Droplet," *Jurnal ROTOR*, vol. 6, no. 1, 2013.
- [12] 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," *Renewable Energy*, vol. 145, pp. 596–603, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.renene.2019.06.064.
- [13] R. Dewi, I. Wardana, and N. Hamidi, "Pengaruh Daya Penyinaran Gelombang Mikro Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Minyak Jarak Pagar," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 305–316, 2012.