



P-ISSN : 2622-1276
E-ISSN: 2622-1284

The 7th Conference on Innovation and Application of Science and Technology(CIASTECH)

Website Ciastech 2024 : <https://ciastech.net>
Open Conference Systems : <https://ocs.ciastech.net>
Proceeding homepage : <https://ciastech.net>

KAJIAN JANGKAUAN PANAS BAHAN BAKAR MINYAK NABATI TERHADAP PEMBAKARAN DIFUSI DAN LUMINUITAS

Dadang Hermawan^{1*)}, Gatot Soebiyakto²⁾, Wira Wirananda³⁾

^{1, 2, 3)} Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

INFORMASI ARTIKEL

Data Artikel:

Naskah masuk, 15 Oktober 2024
Direvisi, 6 Desember 2024
Diterima, 20 Desember 2024

Email Korespondensi :

dadang@widyagama.ac.id

ABSTRAK

Sumber energi bahan bakar fosil di Indonesia bahkan diseluruh dunia semakin menurun, sedangkan kebutuhan akan energi bahan bakar semakin meningkat dengan pesat disebabkan karena adanya berkembangnya dunia industri dan populasi yang sangat membutuhkan ketersediaan energi cadangan yang dapat diperbarui. satu-satunya cara adalah dengan pengembangan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Oleh karena itu program energi langit biru dan green ekonomi dunia pada saat ini berfokus pada pengembangan sumber energi alternatif dengan karakteristik energi ramah lingkungan dan dapat diperbarui. Tujuan peneliian adalah Untuk mengetahui Profil nyala api pembakaran secara difusi khususnya jangkauan panas dan konsumsi bahan bakar. Metode pelaksanaan yaitu pengamatan dan pengukuran dari video di buat gambar diam, kemudian didapatkan data numeric sebagai dasar analisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Jangkauan panas (temperatur) minyak kelapa murni 44,4 0C dan minyak jarak pagar 53,7 0C. Pengamatan dan pengukuran penggunaan bahan bakar beda tipis diantara kedua minyak, yaitu minyak kelapa menghabiskan 9,92 mL sedangkan konsumsi bahan bakar minyak jarak pagar 9,15 mL dalam waktu 20 menit.

Kata Kunci : *Minyak nabati, Jangkauan panas, Difusi, Profil Api, Konsumsi bahan bakar*

1. PENDAHULUAN

Sumber energi bahan bakar fosil di Indonesia bahkan diseluruh dunia semakin menurun, sedangkan kebutuhan akan energi bahan bakar semakin meningkat dengan pesat disebabkan karena adanya berkembangnya dunia industri dan populasi yang sangat membutuhkan ketersediaan energy cadangan yang dapat diperbarui. Dalam mengantisipasi ketergantungan terhadap minyak bumi satu-satunya cara adalah dengan pengembangan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Oleh karena itu program energi langit biru dan green ekonomi dunia berfokus

pada pengembangan sumber energy alternatif dengan karakteristik energi ramah lingkungan dan dapat diperbaruhi.

1.1. Permasalahan yang akan diteliti.

Permasalahan yang diteliti adalah apakah jangkauan panas pembakaran minyak nabati yang dihasilkan dari pembakaran difusi berpengaruh terhadap luminuitas?

1.2. Tujuan penelitian

Adapun tujuan yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui Profil nyala api pembakaran secara difusi dengan menggunakan bahan bakar minyak nabati (minyak kelapa murni dan minyak jarak pagar).
2. Untuk mengetahui perbedaan temperature nyala api dan konsumsi bahan bakar dari masing-masing minyak nabati.
3. Dapat mengembangkan penelitian berbagai macam bahan bakar biodiesel secara umum.

1.3. Manfaat Penelitian

1. Mengetahui profil nyala api pembakaran secara difusi dengan menggunakan bahan bakar minyak nabati (minyak kelapa murni dan minyak jarak pagar).
2. Mengetahui perbedaan temperatur nyala api dan konsumsi bahan bakar dari masing-masing minyak nabati.
3. Sebagai referensi bahan bakar yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

2. Pendekatan Pemecahan Masalah

Pemecahan masalah pemanfaatan minyak nabati khususnya minyak kelapa dan minyak jarak sebagai cadangan bahan bakar alternatif agar dapat meningkatkan mutu pembakaran dengan menelaah jangkauan panas masing-masing minyak nabati.

3. State of the art dan kebaruan

Penelitian ini mengkaji lebih dalam adanya potensi topik yang belum terungkap oleh peneliti sebelumnya, banyak persamaan dan sedikit perbedaan antara minyak kelapa murni dan minyak jarak. Dengan metode pengumpulan referensi jurnal penelitian sebelumnya, secara skema kerangka konseptual penelitian terbaru (novelty) dapat ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian

2. METODE PENELITIAN

Dari referensi yang sudah dikaji dari beberapa artikel jurnal dan berbagai cara eksperimen dan simulasi dijadikan acuan dalam mengidentifikasi topik-topik yang belum tersentuh bagi penelitian lainnya. Ruang lingkup penelitian pada minyak nabati (minyak kelapa murni dan minyak jarak pagar) sebagai variable bebas, variable terikat adalah jangkauan panas dan konsumsi bahan bakar sedangkan variabel kontrol adalah volume bahan bakar. Nyala api difusi dari minyak nabati di rekam sebagai video dan di plot sebagai gambar diam kemudian diolah menggunakan software Image-J untuk mendapatkan data numerik. Data tersebut ditabulasikan dan dianalisis berupa grafik dan gambar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data rekaman video nyala api minyak nabati

A. Minyak kelapa murni (*Virgin Coconut Oil*)



Gambar 2. Nyala api minyak kelapa murni

Minyak kelapa murni didapatkan dari proses konvensional yaitu dengan pemanasan yang dikendalikan, maka di peroleh minyak kelapa dan ampas dari santan yang berbentuk gumpalan-gumpalan kecil yang dinamakan blondo. Proses pengolahannya membutuhkan waktu lama. Minyak kelapa murni dengan kandungan utama yaitu asam laurat. Dari hasil rekaman video dan di buat gambar diam menunjukkan nyala api difusi yang memiliki karakteristik nyala api stabil, warna cerah dan jangkauan panas mampu mencapai temperature 44.4 °C dalam kurun waktu nyala api 20 menit. (seperti ditunjukkan pada tabel 1). Trigliserida dalam kandungan minyak kelapa murni yang dominan adalah asam laurat disamping itu juga ada susunan asam lemak lainnya seperti asam miristat, asam palmitat, asam oleat dan asam stearat. Pembakaran difusi minyak kelapa terjadi karena terbakarnya asam lemak kemudian disusul gliserol sebagai komponen utamanya asam laurat yang aktif dan reaktif dalam memacu proses pembakaran sehingga waktu nyala api lebih lama dan nyala api stabil.

Nyala api difusi dari minyak kelapa murni (*Virgin Coconut Oil*) memiliki beberapa karakteristik unik yang disebabkan oleh komposisi kimia utamanya, terutama kandungan asam laurat yang tinggi. Proses konvensional pembuatan minyak kelapa murni, yang melibatkan pemanasan terkendali, menghasilkan minyak yang berkualitas dengan sifat pembakaran yang khas. Beberapa poin penting mengenai nyala api difusi minyak kelapa murni adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik Nyala Api: Minyak kelapa murni menghasilkan nyala api yang stabil, dengan warna cerah, yang menandakan pembakaran yang bersih dan efisien. Stabilitas nyala api ini berkaitan dengan kandungan asam lemak jenuh, terutama asam laurat, yang memberikan sifat pembakaran yang konsisten.
2. Temperatur dan Durasi Nyala: Dari hasil pengamatan, minyak kelapa murni mampu mencapai temperatur 44,4 °C selama 20 menit waktu nyala api. Durasi ini menunjukkan bahwa minyak kelapa murni memiliki kemampuan mempertahankan pembakaran yang cukup lama, yang disebabkan oleh kandungan asam lemak dan trigliserida yang terurai secara bertahap selama pembakaran.
3. Komposisi Kimia: Minyak kelapa murni memiliki komposisi kimia yang didominasi oleh trigliserida, khususnya asam laurat (sekitar 50% dari total asam lemak), serta asam lemak lain seperti asam miristat, asam palmitat, asam oleat, dan asam stearat. Asam laurat adalah

salah satu komponen utama yang mudah terbakar, dan kemampuannya untuk memacu proses pembakaran membantu memperpanjang waktu nyala api.

4. Proses Pembakaran: Pembakaran difusi minyak kelapa terjadi karena asam lemak pada minyak, khususnya asam laurat, terbakar terlebih dahulu. Setelah itu, gliserol, yang merupakan bagian dari trigliserida, juga ikut terbakar, memberikan sumber energi tambahan untuk mempertahankan nyala api. Kombinasi pembakaran asam lemak dan gliserol ini memberikan waktu nyala api yang lebih lama dan stabil dibandingkan minyak lainnya.

Dari hasil analisis ini, minyak kelapa murni dapat dikatakan memiliki potensi sebagai bahan bakar alami atau aditif pembakaran karena kemampuannya untuk mempertahankan nyala api yang stabil dan durasi pembakaran yang cukup lama. Sifat stabil dari nyala api minyak kelapa murni ini juga mungkin disebabkan oleh struktur molekul asam lemaknya yang terorganisir dengan baik, serta kandungan asam laurat yang mendominasi, membuat minyak ini memiliki pembakaran yang efisien.

B. Minyak Jarak Pagar (*Jatropha Curcas Oil*)



Gambar 3. Nyala api minyak jarak pagar

Minyak jarak pagar didapatkan dari proses konvensional yaitu dengan proses pengepresan dan didapatkan dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas). Nyala api difusi dari minyak jarak pagar memiliki karakteristik yang serupa dengan minyak kelapa murni, tetapi dengan beberapa perbedaan utama terkait komposisi kimianya. Minyak jarak pagar dikenal sebagai minyak risinoleat karena kandungan utamanya adalah asam risinoleat, yang mencapai sekitar 90%. Minyak ini diperoleh melalui proses pengepresan, dan hasil pengujian menunjukkan bahwa minyak ini memiliki performa pembakaran yang stabil.

Beberapa poin penting mengenai nyala api difusi minyak jarak pagar adalah sebagai berikut:

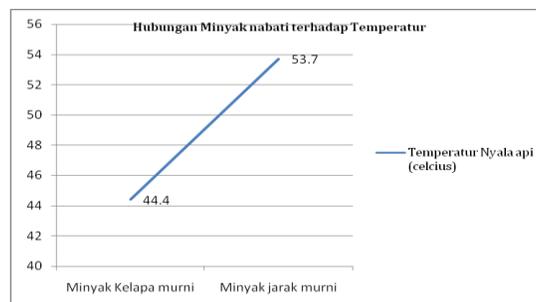
1. Karakteristik Nyala Api: Minyak jarak pagar menghasilkan nyala api yang stabil dengan warna cerah, mirip dengan minyak kelapa murni. Stabilitas ini menunjukkan bahwa minyak jarak pagar juga memiliki proses pembakaran yang efisien dan berkelanjutan, disebabkan oleh kandungan asam lemak jenuhnya, terutama asam risinoleat.
2. Temperatur dan Durasi Nyala: Dari hasil pengujian, minyak jarak pagar mampu mencapai temperatur 53,7 °C selama 20 menit waktu nyala api. Temperatur ini lebih tinggi dibandingkan minyak kelapa murni, yang mengindikasikan bahwa minyak jarak pagar dapat menghasilkan panas lebih besar dalam kurun waktu yang sama, sehingga berpotensi memberikan energi yang lebih tinggi saat digunakan sebagai bahan bakar.

3. Komposisi Kimia: Kandungan trigliserida dalam minyak jarak pagar didominasi oleh asam risinoleat, yang merupakan asam lemak unik karena memiliki gugus hidroksil yang membuatnya lebih polar dibandingkan asam lemak lainnya. Selain itu, minyak jarak pagar juga mengandung asam lemak lainnya seperti asam oleat, asam linoleat, dan asam stearat. Kesamaan antara minyak jarak pagar dan minyak kelapa murni terletak pada kandungan asam stearat, yang turut berperan dalam stabilitas pembakaran.
4. Proses Pembakaran: Pada pembakaran difusi, asam risinoleat dalam minyak jarak pagar terbakar terlebih dahulu, diikuti oleh gliserol yang juga berperan penting dalam mempertahankan nyala api. Karena asam risinoleat merupakan komponen yang sangat dominan, minyak jarak mampu menghasilkan nyala api yang stabil dan tahan lama. Selain itu, kesamaan komposisi asam lemak dengan minyak kelapa, terutama adanya asam stearat, berkontribusi pada perilaku nyala api yang serupa, meskipun minyak jarak memiliki titik panas yang lebih tinggi.

Secara keseluruhan, minyak jarak pagar memiliki kelebihan dalam hal nyala api stabil dan durasi pembakaran yang panjang, yang membuatnya mirip dengan minyak kelapa murni. Namun, dengan kemampuan mencapai temperatur yang lebih tinggi (53,7 °C dibandingkan 44,4 °C pada minyak kelapa), minyak jarak pagar memiliki potensi yang lebih besar untuk digunakan dalam aplikasi yang memerlukan energi panas lebih tinggi, seperti sebagai bahan bakar alternatif. Dominasi asam risinoleat dan komposisi asam lemak lainnya memberikan minyak jarak pagar sifat pembakaran yang efisien dan stabil, menjadikannya bahan yang layak untuk aplikasi pembakaran difusi.

Tabel 1. Rekapitulasi pengukuran

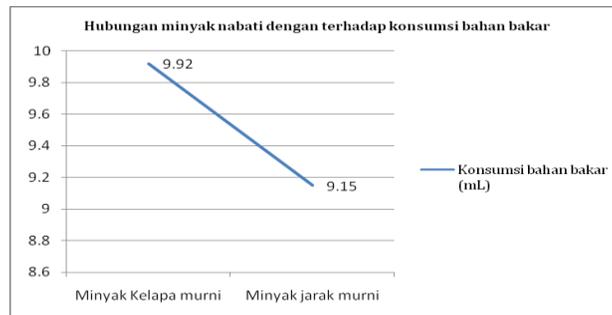
| Rekapitulasi data eksperimen | | | | | | | |
|------------------------------|---------------------|---------------|---------------------|-------------------|----------------|-----------------------|---------------------------|
| No. | Minyak nabati | Waktu (menit) | Temp. Ruang (T1 °C) | Temp. api (T2 °C) | Volume BB (mL) | Sisa Bahan bakar (mL) | Konsumsi bahan bakar (mL) |
| 1 | Minyak Kelapa murni | 20 | 24.9 | 44.4 | 30 | 20.08 | 9.92 |
| 2 | Minyak jarak murni | | 24.4 | 53.7 | 30 | 20.085 | 9.915 |



Gambar 3. hubungan minyak nabati terhadap temperatur

Hubungan antara minyak nabati dan temperatur, sebagaimana dijelaskan dalam grafik 3, menunjukkan bahwa masing-masing minyak nabati memiliki karakteristik sifat fisika yang berbeda yang berpengaruh pada performa pembakarannya. Grafik tersebut menggambarkan hubungan linier positif antara temperatur dan properti minyak nabati, di mana minyak jarak pagar memiliki keunggulan dibandingkan minyak kelapa murni dalam hal titik bakar, kekentalan, dan nilai bakar yang lebih tinggi. Beberapa poin penting yang dapat di ungkap bahwa minyak jarak pagar memiliki rentang panas maksimum 53,7°C, lebih tinggi dibandingkan minyak kelapa murni yang hanya

mencapai 44,4°C. Performa pembakaran minyak jarak pagar lebih unggul dalam performa sebagai bahan bakar alternatif, karena memiliki titik bakar yang lebih tinggi, kekentalan yang lebih besar, serta nilai bakar yang lebih tinggi dibandingkan minyak kelapa murni. Karakteristik pembakaran meskipun minyak jarak pagar dominan dari segi performa, kedua minyak ini tetap memiliki karakteristik fisik yang saling menunjang dalam proses pembakaran difusi, yang berpengaruh pada kualitas nyala api difusi. Perihal ini minyak jarak pagar lebih cocok sebagai bahan bakar alternatif dibandingkan minyak kelapa murni ketika mempertimbangkan faktor temperatur, kekentalan, dan nilai bakar.



Gambar 4. hubungan minyak nabati terhadap konsumsi bahan bakar

Hubungan antara minyak nabati dan konsumsi bahan bakar, seperti yang dijelaskan dalam grafik 4, menunjukkan bahwa minyak kelapa murni lebih boros dibandingkan minyak jarak pagar. Hal ini didasarkan pada beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi bahan bakar, di antaranya adalah titik bakar, viskositas, dan nilai kalor. Beberapa poin penting terkait dengan hubungan ini adalah efisiensi pembakaran minyak jarak pagar memiliki efisiensi bahan bakar yang lebih baik dibandingkan minyak kelapa murni, sebagaimana terlihat dari konsumsi bahan bakar yang lebih rendah. Pada pembakaran difusi selama 20 menit, minyak jarak pagar mengonsumsi 9.15 mL bahan bakar dengan capaian temperatur 53,7°C. Perbedaan viskositas dan nilai kalor, minyak jarak pagar memiliki viskositas yang lebih tinggi dan nilai kalor yang lebih baik dibandingkan minyak kelapa murni, yang berarti bahan bakar ini mampu memberikan energi yang lebih tinggi per satuan volume bahan bakar, sehingga menghasilkan pembakaran yang lebih efisien. Pengaruh jangkauan panas pada grafik 3 juga menjelaskan bahwa jangkauan panas pada nyala api merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi efisiensi bahan bakar. Minyak jarak pagar memiliki rentang panas yang lebih besar, yang memungkinkannya mencapai temperatur yang lebih tinggi dengan konsumsi bahan bakar yang lebih rendah. Minyak jarak pagar lebih efisien daripada minyak kelapa murni dalam hal konsumsi bahan bakar, terutama dalam konteks pembakaran difusi, karena sifat-sifat fisika seperti viskositas, titik bakar, dan nilai kalor yang lebih tinggi.

4. KESIMPULAN

Jangkauan panas (temperatur) minyak kelapa murni 44,4 °C dan minyak jarak pagar 53,7 °C. Pengamatan dan pengukuran penggunaan bahan bakar beda tipis diantara kedua minyak, yaitu minyak kelapa menghabiskan 9,92 mL sedangkan konsumsi bahan bakar minyak jarak pagar 9,15 mL dalam waktu 20 menit.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang paling berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian adalah LPPM Universitas Widyagama Malang yang telah mensupport penelitian internal dosen setiap tahun sekali dalam program PERINTIS (Program Penelitian Dosen Dana Internal).

6. REFERENSI

- [1] Aziz Maulana, "Uji Karakteristik Pembakaran Crude Palm Oil - Minyak Diesel Dengan Menggunakan Droplet," *Jtam Rotary*, vol. 4, no. 1, p. 63, 2022.
- [2] F. Dimawarnita, A. N. Arfiana, S. Mursidah, S. R. Maghfiroh, and P. Suryadarma, "Produksi Biodiesel Berbasis Minyak Nabati Menggunakan Aspen Hysys," *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 31, no. 1, pp. 98–109, 2021.
- [3] L. Devita, S. T. Penyuluhan, and P. Medan, "Biodiesel Sebagai Bioenergi Alternatif dan Prospektif," *Agrica Ekstensia*, vol. Vol. 9 No., pp. 23–26, 2015.
- [4] M. Wafi and A. Budianto, "Review Jurnal : Produksi Biofuel dari Palm Oil dengan Berbagai Metode Proses," *INSOLOGI J. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 4, pp. 368–375, 2022.
- [5] L. Laila, "Kaji Eksperimen Angka Asam Dan Viskositas Biodiesel Berbahan Baku Minyak Kelapa Sawit Dari Pt Smart Tbk," *J. Teknol. Proses dan Inov. Ind.*, vol. 2, no. 1, 2017.
- [6] N. T. Berghuis, P. D. Tamako, and A. Supriadin, "Pemanfaatan Limbah Biji Alpukat (*Persea americana*) sebagai Bahan Baku Biodiesel," *al-Kimiya*, vol. 6, no. 1, pp. 36–45, Jul. 2019.
- [7] S. Habibie, "POTENSI MINYAK NABATI SEBAGAI BAHAN MENTAH BIODIESEL DAN PENGOLAHANNYA DI INDONESIA = POTENCY OF VEGETABLE OIL AS BIODIESEL FEEDSTOCK AND ITS PROCESSING IN INDONESIA," *Maj. Ilm. Pengkaj. Ind.*, vol. 9, no. 1, pp. 13–20, Jun. 2015.
- [8] M. D. Solikhah, F. T. Pratiwi, and M. D. Diaztuti, "Penentuan Metode Analisis Komposisi Asam Lemak Dan Metil Ester Pada Biodiesel Dengan Gc-Ms Tanpa Metilasi," *Pros. Semnastek*, vol. 0, no. 0, pp. 1–6, 2015.
- [9] B. Poedjojono, "a. Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Katalis Komposit Bermotor Ganda," *J. Tek. Ind. dan Kim.*, vol. 3, no. 2, p. 1, 2020.
- [10] Prastowo, "Bahan Bakar Nabati Asal Tanaman Perkebunan Sebagai Alternatif Pengganti Minyak Tanah Untuk Rumah Tangga," *Perspektif*, vol. 6, no. 1, pp. 10–18, 2015.
- [11] M. Arsad Al Banjari, L. Yuliati, and A. As'ad Sonief, "Karakteristik Pembakaran Difusi Campuran Biodiesel Minyak Jarak Pagar (*Jathropa Curcas L*) - Etanol/Metanol Pada Mini Glass Tube," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 1, 2015.
- [12] V. Purnomo, A. S. Hidayatullah, A. Inam, O. P. Prastuti, E. L. Septiani, and R. P. Herwoto, "Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar Dengan Transesterifikasi Metanol Subkritis," *J. Tek. Kim.*, vol. 14, no. 2, pp. 73–79, 2020.
- [13] D. B.N. Riwu, I. N. G. Wardana, and L. Yuliati, "Kecepatan Pembakaran Premixed Campuran Minyak Jarak - Liquefied Petroleum Gas (LPG) pada Circular Tube Burner," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 41–47, 2016.
- [14] G. Soebiyakto, I. N. G. Wardana, N. Hamidi, and L. Yuliati, "Pengaruh Medan Magnet Terhadap Warna Api Pembakaran Premix Minyak Kelapa," *Pros. SENTIA*, vol. 8, pp. 17–20, 2016.
- [15] M. N. Sasongko, "Pengaruh Prosentase Minyak Goreng Bekas Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Biodiesel," *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. IV, no. Volume IV Nomor 2, Oktober 2018, 2018.

- [16] G. Soebiyakto, I. N. G. Wardana, N. Hamidi, and L. Yuliati, "Premixed Combustion of Vegetable Oil in a Cylinder with 4 Magnetic Poles," *J. Southwest Jiaotong Univ.*, vol. 55, no. 3, 2020.
- [17] M. N. Hasan, H. Setiyawan, H. Darmawan, G. Soebiyakto, and N. R. Ismail, "Seminar Nasional Hasil Riset Prefix-RTR ANALISA VOLUME HIDROGEN DAN TEMPERATUR NYALA API PADA GENERATOR HHO," *Semin. Nas. Has. Ris.*, vol. 2, no. 1, pp. 275–276, 2019.
- [18] G. Soebiyakto, D. U. Effendy, U. W. Malang, K. Malang, U. W. Malang, and K. Malang, "Studi Simulasi Karakteristik Nyala Api Pembakaran Difusi," *Conf. Innov. Appl. Sci. Technol. (CIASTECH 2020)*, no. Ciastech, pp. 453–460, 2020.
- [19] G. Soebiyakto, I. N. G. Wardana, N. Hamidi, and L. Yuliati, "Addition of bio-additive as a catalyst of burning vegetable oil influenced by 4 pole magnetic field," *Eastern-European J. Enterp. Technol.*, vol. 2, no. 6–104, pp. 46–55, 2020.
- [20] A. Nugraha and M. N. Ramadhan, "PENGARUH PERSENTASE BIODIESEL MINYAK JELANTAH - SOLAR TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN DROPLET," *INFO-TEKNIK*, vol. 20, no. 1, p. 95, Jun. 2020.
- [21] R. Dewi, I. Wardana, and N. Hamidi, "Pengaruh Daya Penyinaran Gelombang Mikro Terhadap Karakteristik Pembakaran Droplet Minyak Jarak Pagar," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 305–316, 2012.
- [22] H. Saroso, "Burning characteristics of coconut oil vapor-air mixtures at premixed combustion," *Adv. Stud. Theor. Phys.*, vol. 17, no. 19, pp. 941–956, 2013.
- [23] I. M. Tasma, "Pendekatan Bioteknologi dan Genomika untuk Perbaikan Genetik Tanaman Jarak Pagar sebagai Penghasil Bahan Bakar Nabati," *J. AgroBiogen*, vol. 13, no. 2, p. 123, Mar. 2018.