

# PERFORMA MESIN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR MINYAK PLASTIK HASIL TEKNOLOGI PIROLISIS

Alfansuri<sup>1</sup>, Irwan Kurniawan<sup>1</sup>, Hendri A Gultom<sup>1</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bengkalis  
Jl. Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis Riau – Indonesia 28711  
Email: [alfansuri@polbeng.ac.id](mailto:alfansuri@polbeng.ac.id), [irwankurniawan119851310@gmail.com](mailto:irwankurniawan119851310@gmail.com)

## Abstrak

Terdapat kebutuhan mendesak untuk mengatasi akumulasi sampah plastik. Bengkalis, suatu daerah di mana volume sampah plastik mencapai 80 meter kubik per hari. Dalam studi ini, reaktor pirolisis dirancang khusus dan dibangun untuk menangani limbah plastik jenis PP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak yang dihasilkan dari proses pirolisis ini memiliki nilai kalor bawah (LHV) sebesar 40450 kJ/kg. Meskipun LHV ini lebih rendah dibandingkan dengan nilai LHV bahan bakar premium (43966 kJ/kg), penemuan penting lainnya adalah bahwa pembakaran menggunakan minyak plastik ini jauh lebih bersih dibandingkan dengan premium. Hal ini terbukti dari ruang bakar mesin dan elektroda busi yang lebih bersih saat menggunakan minyak plastik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada bahan bakar premium, putaran mesin (n) meningkat seiring dengan peningkatan jumlah lampu. Daya (P) yang dihasilkan juga meningkat seiring dengan peningkatan jumlah lampu. Sementara itu, pada bahan bakar minyak plastik, putaran mesin relatif stabil dengan penambahan jumlah lampu. Daya yang dihasilkan juga meningkat seiring dengan peningkatan jumlah lampu. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa penerapan teknologi pirolisis dalam mengkonversi limbah plastik menjadi minyak menunjukkan potensi yang baik. Meskipun bahan bakar minyak plastik memiliki putaran mesin yang sedikit lebih tinggi daripada premium, namun minyak plastik mampu menghasilkan daya yang sama atau lebih tinggi dengan torsi yang lebih besar. Hal ini menunjukkan efisiensi pembakaran yang lebih tinggi dan potensi sebagai alternatif bahan bakar yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Oleh karena itu, teknologi pirolisis dapat menjadi solusi efektif dalam pengelolaan limbah plastik dan memberikan alternatif sumber energi baru di tengah kelangkaan bahan bakar minyak.

**Kata Kunci:** *Sampah Plastik, Pirolisis, Energi Baru*

## Abstract

There is an urgent need to address the accumulation of plastic waste. Bengkalis, an area where the volume of plastic waste reaches 80 cubic meters per day. In this study, a pyrolysis reactor was specially designed and constructed to handle PP type plastic waste. The results showed that the oil produced from this pyrolysis process had a bottom heating value (LHV) of 40450 kJ/kg. Although this LHV is lower than the LHV value of premium fuel (43966 kJ/kg), another important finding is that burning using this plastic oil is much cleaner than premium. This is evident from the engine combustion chamber and spark plug electrodes which are cleaner when using plastic oil. The test results show that on premium fuel, the engine speed (n) increases with the increase in the number of lights. The power (P) produced also increases with the increase in the number of lamps. Meanwhile, on plastic fuel oil, the engine speed is relatively stable with the addition of the number of lights. The power generated also increases with the increase in the number of lamps. Based on the test results, it can be concluded that the application of pyrolysis technology in converting plastic waste into oil shows good potential. Although plastic fuel oil has a slightly higher engine speed than premium, plastic oil is capable of producing the same or higher power with greater torque. This demonstrates higher combustion efficiency and potential as a sustainable and environmentally friendly fuel alternative. Therefore, pyrolysis technology can be an effective solution for managing plastic waste and providing an alternative source of new energy amidst the scarcity of fuel oil.

Keywords: Plastic Waste, Pyrolysis, New Energy

## 1. PENDAHULUAN

Limbah plastik telah menjadi permasalahan lingkungan global yang semakin meningkat seiring dengan peningkatan produksi dan konsumsi plastik. Plastik, yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi rumah tangga dan industri, telah menciptakan dampak negatif besar pada ekosistem dan kesehatan manusia [5] [9]. Metode pengelolaan limbah plastik

konvensional, seperti landfill dan pembakaran terbuka, menimbulkan polusi udara dan tanah, serta memperburuk perubahan iklim. Oleh karena itu, penelitian ini diinisiasi untuk mencari solusi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan untuk pengelolaan limbah plastik [3].

Penelitian-penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa teknologi pirolisis bisa digunakan untuk mengkonversi limbah plastik menjadi minyak [7] [10]. Minyak yang

dihasilkan melalui pirolisis memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif [6]. Namun, penelitian ini terbatas pada penentuan komposisi kimia dan karakteristik fisik minyak yang dihasilkan, dan tidak mencakup analisis performa mesin menggunakan minyak tersebut. Penelitian ini, oleh karenanya, akan mengisi kekosongan ini dengan menyelidiki performa sebuah mesin genset Otto saat menggunakan minyak plastik yang dihasilkan melalui proses pirolisis sebagai bahan bakar.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efisiensi dan performa mesin genset otto saat menggunakan minyak plastik sebagai bahan bakar. Melalui penelitian ini, kita berharap dapat mengetahui potensi minyak plastik sebagai sumber energi alternatif yang dapat digunakan dalam mesin pembakaran dalam. Manfaat dari penelitian ini meliputi peningkatan pemahaman tentang potensi pemanfaatan limbah plastik dan memberikan alternatif baru dalam pengelolaan limbah plastik.[2] Lebih lanjut, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan teknologi dan kebijakan yang mendukung transisi ke sumber energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. [8]

## 2. METODE

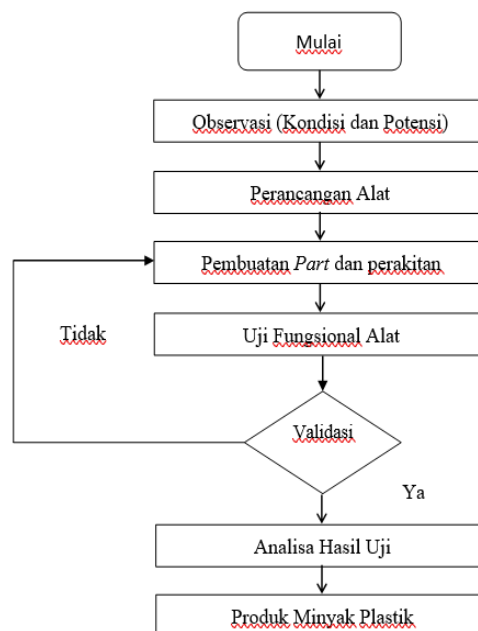
Objek penelitian ini adalah limbah plastik jenis *Polypropylene* (PP) yang dikumpulkan dari berbagai sumber di Bengkalis, dan mesin genset otto yang digunakan untuk menguji performa pembakaran minyak plastik yang dihasilkan. Data penelitian diperoleh dari observasi langsung dan pengukuran yang dilakukan selama proses penelitian.

Dalam penelitian ini, limbah plastik jenis PP diolah melalui proses pirolisis untuk menghasilkan minyak plastik. Variabel tetap dalam penelitian ini adalah jenis limbah plastik (PP) dan jenis mesin (genset Otto), sedangkan variabel peubahnya adalah jenis bahan bakar yang digunakan dalam mesin, yaitu minyak plastik dan premium.

Metode pirolisis digunakan untuk mengkonversi limbah plastik menjadi minyak. [1] Pirolisis adalah proses yang umum digunakan dalam pengolahan limbah dan telah banyak digunakan dalam penelitian sebelumnya. Proses ini melibatkan pemanasan limbah plastik dalam kondisi anaerobik untuk memecah rantai polimer dan menghasilkan produk berupa minyak. Kelebihan metode ini adalah dapat menghasilkan produk dengan nilai kalor yang tinggi, sedangkan kekurangannya adalah memerlukan suhu yang sangat tinggi dan kontrol yang ketat untuk mencegah pembentukan produk samping yang tidak diinginkan.

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor pirolisis untuk pengolahan limbah plastik dan mesin genset otto untuk pengujian performa pembakaran. Selain itu, alat ukur seperti torsi meter dan alat untuk pengukuran putaran mesin juga digunakan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah plastik jenis PP dan premium sebagai bahan bakar kontrol.

### 2.1 Prosedur Pembuatan Alat Pirolisis



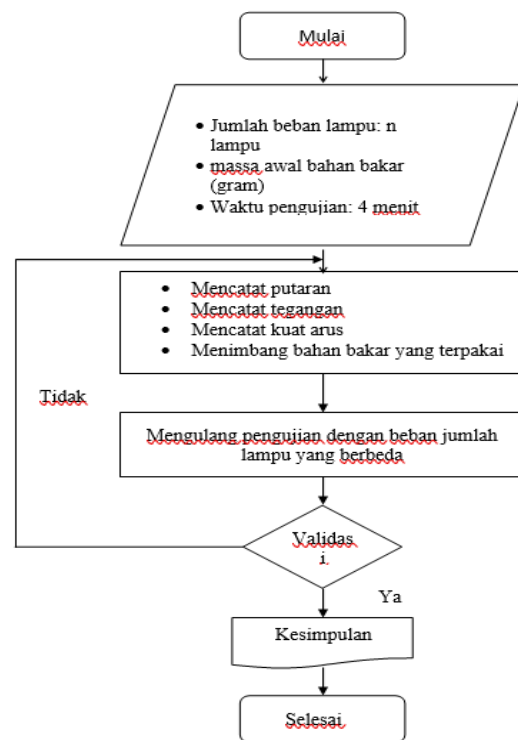
Gambar 1. Proses Pembuatan Alat Pirolisis

Proses pembuatan alat pirolisis seperti pada Gambar 1. Proses pembuatan alat pirolisis diatas dimulai dengan langkah awal penentuan tujuan dan penyiapan sumber daya yang diperlukan. Ini menandai titik awal dalam pengembangan alat yang inovatif ini. Langkah berikutnya adalah melakukan observasi mendalam tentang sistem pirolisis untuk memahami fitur dan komponen yang harus diadopsi dalam desain alat kita sendiri. Analisis ini menjadi fondasi bagi desain dan fungsi alat pirolisis yang akan buat.

Setelah merampungkan fase observasi, memasuki tahap perancangan alat. Ini adalah saat menentukan spesifikasi utama seperti ukuran, kapasitas, dan material yang akan digunakan dalam pembuatan reaktor pirolisis. Dengan memperhatikan detail ini, memastikan bahwa alat yang dirancang dapat memenuhi kebutuhan dan tujuan yang telah ditetapkan. Tahap berikutnya dalam proses ini adalah pembuatan bagian dan perakitan alat. Di sini, setiap bagian dibuat dengan presisi berdasarkan spesifikasi yang ditentukan dalam desain. Bagian-bagian ini kemudian dirakit dengan hati-hati untuk membentuk alat pirolisis yang fungsional. Setelah perakitan alat selesai, beralih ke uji fungsional. Di sini, untuk memastikan bahwa semua bagian alat bekerja sebagaimana mestinya, termasuk sistem pemanasan, sistem pengendalian, dan fitur keamanan lainnya. Hal ini memastikan bahwa alat siap untuk tahap validasi. Tahap validasi melibatkan pengujian alat dalam kondisi operasional yang sebenarnya. Ini penting untuk memastikan bahwa alat memenuhi semua persyaratan yang ditentukan dalam desain dan dapat berfungsi dengan baik dalam situasi nyata.

## 2.2 Prosedur Pengujian Performansi Mesin Otto Generator Set

Prosedur pengujian performansi mesin Otto generator set dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Prosedur Pengujian Performansi

Proses pengujian dilakukan untuk mengukur performansi mesin Otto dan mengamati hasil pembakaran pada elektroda busi. Variasi beban diterapkan melalui jumlah lampu yang digunakan, dari dua hingga sepuluh, dan setiap pengujian dilakukan selama empat menit. Penjelasan pengujian pada Gambar 2. Prosedur Pengujian Performansi adalah: Pertama, proses pengujian dimulai dengan mengoperasikan mesin. Ini dilakukan dengan menarik starter penyalaan mesin dan membiarkannya memanaskan selama sepuluh menit. Masa pemanasan ini memastikan bahwa mesin berjalan pada kondisi optimal sebelum pengujian dimulai. Setelah mesin telah memanaskan dengan baik, kita menimbang massa bahan bakar awal yang akan digunakan dalam pengujian. Penimbangan ini penting untuk melacak berapa banyak bahan bakar yang digunakan selama pengujian.

Kemudian, pengujian dimulai dengan menyalakan dua lampu sebagai beban awal. *Stopwatch* dijalankan untuk menghitung waktu pengujian, yang berlangsung selama empat menit. Selama pengujian, putaran

mesin diukur menggunakan *tachometer*. Tegangan dan arus diukur menggunakan multimeter dan clamp meter. Pengukuran ini membantu kami memantau kinerja mesin selama pengujian. Setelah empat menit, pengujian dihentikan dengan menekan tombol *Off* pada mesin. Kemudian, kami mencatat jumlah bahan bakar yang digunakan selama pengujian. Langkah-langkah ini diulangi untuk setiap variasi jumlah lampu, dari dua hingga sepuluh. Proses ini memungkinkan kami untuk memahami bagaimana peningkatan beban mempengaruhi performa mesin. Terakhir, mengulangi seluruh proses pengujian dengan bahan bakar yang berbeda. Hal ini memungkinkan kami untuk membandingkan kinerja mesin dengan berbagai jenis bahan bakar, yang membantu kami memahami lebih lanjut tentang efisiensi dan kinerja mesin dalam berbagai kondisi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Daya

Besarnya daya yang dihasilkan oleh mesin dapat dihitung dari besar tegangan (volt) dan kuat arus (ampere) yang dihasilkan pada pembacaan multimeter. Besarnya daya yang dihasilkan oleh masing-masing jenis bahan bakar pada tiap kondisi pembebanan dan putaran mesin dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P = V \times I \tag{1}$$

dimana:

P = Daya Keluaran (watt)

V = Tegangan (volt)

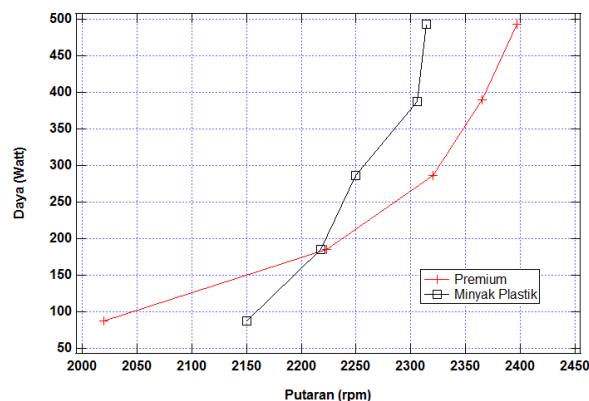
I = Kuat arus (ampere)

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Bahan Bakar Premium

Bahan Bakar	Parameter Uji	Jumlah lampu (@40 Watt)				
		2	4	6	8	10
Premium	n (rpm)	2020	2223	2320	2365	2397
	V (volt)	220	220	220	220	220
	I (Ampere)	0,40	0,84	1,30	1,77	2,24
	<b>P (Watt)</b>	88	184,8	286	389,4	492,8

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Bahan Bakar Minyak Plastik

Bahan Bakar	Parameter Uji	Jumlah lampu (@40 Watt)				
		2	4	6	8	10
M. Plastik	n (rpm)	2150	2218	2250	2306	2314
	V (volt)	220	220	220	220	220
	I (Ampere)	0,40	0,84	1,30	1,76	2,24
	<b>P (Watt)</b>	88	184,8	286	387,2	492,8



**Gambar 3.** Grafik Daya (watt) vs Putaran (rpm) Tiap Bahan Bakar

Analisis dari Tabel 1. Hasil pengujian bahan bakar premium dan Tabel 2. Hasil pengujian bahan bakar minyak plastik menunjukkan beberapa temuan penting terkait performa mesin menggunakan bahan bakar Premium dan Minyak Plastik. Berikut ini adalah beberapa poin analisis berdasarkan tabel tersebut:

**Putaran per Menit (RPM):** Mesin dengan Minyak Plastik memerlukan RPM yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan Premium untuk menghasilkan daya yang sama. Hal ini dapat disebabkan oleh Nilai Kalor Bawah (LHV) Minyak Plastik yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan Premium.

**Tegangan (Volt):** Tegangan pada mesin tetap konstan (220 Volt) untuk kedua jenis bahan bakar, ini menunjukkan bahwa kualitas sumber daya listrik tidak berubah dan pengujian dilakukan dalam kondisi yang konsisten.

**Arus (Ampere):** Arus yang dibutuhkan oleh mesin sama untuk kedua jenis bahan

bakar pada tingkat beban yang sama, ini menunjukkan bahwa efisiensi listrik mesin tidak berubah berdasarkan jenis bahan bakar.

Daya (Watt): Daya output mesin hampir sama untuk kedua jenis bahan bakar. Meskipun Minyak Plastik memerlukan RPM sedikit lebih tinggi, output daya yang dihasilkan hampir identik dengan bahan bakar Premium.

### 3.2 Torsi

Rumus untuk menghitung besarnya torsi mesin dari masing-masing pengujian pada tiap variasi beban dan putaran yaitu:

$$P = \frac{2\pi n}{60} T \tag{2}$$

$$T = \frac{60P}{2\pi n}$$

dimana:

P = Daya keluaran(Watt)

n = Putaran mesin (rpm)

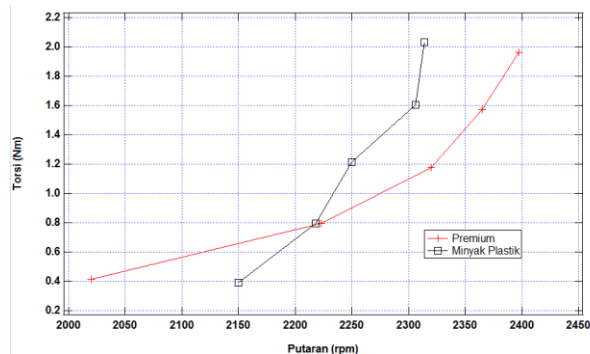
T = Torsi (Nm)

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Bahan Bakar Premium

Bahan Bakar	Parameter Performansi	Jumlah lampu (@40 Watt)				
		2	4	6	8	10
Premium	n (rpm)	2020	2223	2320	2365	2397
	P (Watt)	88	184,8	286	389,4	492,8
	T (Nm)	0,416	0,794	1,177	1,573	1,964

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Bahan Bakar Plastik

Bahan Bakar	Parameter Performansi	Jumlah lampu (@40 Watt)				
		2	4	6	8	10
M. Plastik	n (rpm)	2150	2218	2250	2306	2314
	P (Watt)	88	184,8	286	387,2	492,8
	T (Nm)	0,391	0,796	1,214	1,604	2,034



**Gambar 4.** Grafik Torsi (N.m) vs Putaran (rpm) Tiap Bahan Bakar

Berdasarkan Tabel 3. Hasil pengujian bahan bakar premium dan Tabel 4. Hasil pengujian bahan bakar plastik mesin dengan minyak plastik Berdasarkan tabel tersebut, mesin dengan minyak plastik memerlukan putaran per menit (rpm) yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar Premium. Namun, daya yang dihasilkan (dalam Watt) oleh kedua bahan bakar tersebut cenderung sama pada setiap variasi beban lampu.

Dalam hal torsi (Nm), minyak plastik menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan bahan bakar Premium, terutama saat beban lampu meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa mesin dapat menghasilkan daya yang lebih tinggi dengan torsi yang lebih besar saat menggunakan minyak plastik.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, dapat disimpulkan bahwa penggunaan teknologi pirolisis dalam mengkonversi limbah plastik menjadi minyak memberikan kontribusi signifikan terhadap alternatif sumber energi yang berkelanjutan. Meskipun minyak plastik memiliki Nilai Kalor Bawah (LHV) yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar Premium, kualitas pembakaran yang dihasilkan cukup bersaing.

Performa mesin dengan menggunakan minyak plastik sebagai bahan bakar

menunjukkan hasil yang cukup menggembirakan. Walaupun memerlukan putaran per menit (RPM) yang sedikit lebih tinggi, *output* daya yang dihasilkan hampir identik dengan penggunaan bahan bakar Premium. Hal ini menunjukkan bahwa minyak plastik memiliki potensi sebagai alternatif bahan bakar yang efisien.

Selain itu, pengujian juga menunjukkan bahwa pembakaran minyak plastik lebih bersih dibandingkan dengan Premium, dengan hasil visual dari elektroda busi yang menunjukkan karbon lebih sedikit. Hal ini berpotensi menurunkan emisi dan dampak negatif terhadap lingkungan dari operasi mesin.

Dengan demikian, teknologi pirolisis menawarkan solusi yang efektif dan berkelanjutan dalam mengelola limbah plastik, sambil menyediakan alternatif sumber energi yang berpotensi dalam menghadapi kelangkaan bahan bakar minyak. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan efisiensi proses pirolisis dan optimasi performa mesin dengan menggunakan minyak plastik sebagai bahan bakar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amany MD. Pengolahan Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Proses Pirolisis. *Prosiding Sains dan Teknologi*. 2023 Feb 27;2(1):501-5.
- [2] Cahyono MS, Liestiono MR, Widodo C. Proses pirolisis sampah plastik dalam rotary drum reactor dengan variasi laju kenaikan suhu. In *Prosiding Seminar Nasional Teknoka 2019* (Vol. 3, No. 2502, p. 63).
- [3] Mahmudah M, Ulum MN, Ulum MN, Suswati S. Penerapan Teknik Pirolisis dalam Mengatasi Pencemaran Sampah Plastik di Desa Mlokorejo. *Al-Khidmah Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 2022 Nov 22;2(2):83-92.
- [4] Nindita V. Studi Berbagai Metode Pembuatan Bbm Dari Sampah Plastik Jenis Ldpe Dan Pvc Dengan Metode Thermal & Catalytic Cracking (Ni-Cr/Zeolit). *Teknis*. 2016 Nov 11;10(3).
- [5] Rafli R, Fajri HB, Jamaludhin A, Azizi M, Riswanto H, Syamsiro M. Penerapan teknologi pirolisis untuk konversi limbah plastik menjadi bahan bakar minyak di Kabupaten Bantul. *Jurnal Mekanika dan Sistem Termal*. 2017 Apr 30;2(1):1-5.
- [6] Sembiring Z, Nurhasanah N, Rinawati R, Simanjuntak W. Implementasi Green Chemistry Menggunakan Teknologi Pirolisis Untuk Pengolahan Limbah Plastik Di Kelurahan Way Urang Kalianda. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) TABIKPUN*. 2022 Mar 31;3(1):77-86.
- [7] Wahyudi J, Prayitno HT, Astuti AD. Pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar alternatif. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*. 2018 May 7;14(1):58-67.
- [8] Wardhana PB. Diseminasi Teknologi Pirolisis Sampah Plastik di Desa Kedungringin, Kecamatan Muncar, Kabupaten Banyuwangi. *ABDIMASKU: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*. 2022 Oct 13;5(3):371-7.
- [9] Wedayani NM. Studi pengelolaan sampah plastik di pantai kuta sebagai bahan bakar minyak. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*. 2018 Sep;15(2):122.
- [10] Yusniar M, Kaseside M, Loklomin SB, Lesnussa TP, Samalukang YM, Dalengkade MN. Prototipe Penerapan Teknologi Tepat Guna Pengolahan Limbah Plastik Berbasis Sistem Pirolisis. *CARADDE: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2020 Dec 26;3(2):319-27.