

## TEKNOLOGI PENJERNIHAN MINYAK PIROLISIS PLASTIK DENGAN METODE ULTRAFILTRASI BERBASIS TEKANAN VACUUM KAPASITAS 50 LITER/JAM

Mastur<sup>1</sup>, Utis Sutisna<sup>2\*</sup>, Bambang Sugiantoro<sup>3</sup>, Nana Supriyana<sup>4</sup>, Warso<sup>5</sup>

<sup>1,3,4</sup>Teknik Mesin S1, Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto, Indonesia

<sup>2</sup>Teknik Elektro S1, Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto, Indonesia

<sup>5</sup>Teknik Mesin D3, Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo Purwokerto, Indonesia

[mastur@stt-wiworotomo.ac.id](mailto:mastur@stt-wiworotomo.ac.id)

### ABSTRAK

**Abstrak:** Desa Panican merupakan salah satu desa yang berkomitmen untuk pengelolaan sampah mandiri khususnya sampah plastik dengan sistem barter dengan masyarakat untuk bahan proses pirolisis dengan kapasitas 50 kg/proses. Unit ini dikelola oleh kelompok swadaya masyarakat (KSM) Bangun Utomo. Hasil minyak pirolisis berupa minyak setara solar 60%, 20 % setara minyak tanah dan 20% setara premium. Proses penjernihan selama ini menggunakan proses mixing dengan NaOH dan metanol yang diaduk menggunakan *mixer* elektrik, tetapi hasil masih keruh dan banyak mengandung partikel, proses pemisahan minyak masih menggunakan tahapan pengendapan selama 2 hari, sehingga menghambat proses produksi. Untuk meningkatkan kejernihan membutuhkan proses filtrasi membran yang cepat. Teknologi yang diterapkan menggabungkan filtrasi membran dan vacuum dalam satu proses dengan daya listrik yang rendah yaitu 250 watt. Peningkatan pengetahuan dilaksanakan dengan workshop 8 orang operator untuk memahami sistem operasi, fungsi komponen dan pemeliharaan. Minyak pirolisis, terutama fraksi solar yang mencakup 60% dari hasil produksi, menawarkan potensi pasar yang besar sebagai bahan bakar alternatif untuk mesin diesel di sektor pertanian dan industri kecil, Dengan harga jual Rp. 8000 per liter, produk ini mampu memenuhi 40% kebutuhan energi murah di desa ini. Selain itu, peningkatan harga sebesar 15% per liter meningkatkan pendapatan mitra, untuk mendukung pemasaran dilakukan pelatihan penjualan sebanyak 4 orang yang bertugas sebagai admin baik lokal maupun online. evaluasi berupa observasi performansi mesin sesuai jenis plastik menunjukkan bahwa penggunaan solar pirolisis lebih hemat dibandingkan biosolar, dengan efisiensi 5,5% pada mesin traktor, 7,23% pada mesin pemilah sampah, dan 6,5% pada mesin pencacah plastik. Fraksi minyak setara bensin dan minyak tanah dimanfaatkan untuk produksi thinner. Keberhasilan teknologi ini memberikan peluang signifikan produksi energi alternatif yang hemat biaya dan berkelanjutan, serta meningkatkan kesejahteraan ekonomi bagi mitra melalui penguatan pasar dan pendapatan.

**Kata Kunci:** Minyak Pirolisis; Filtrasi; Ultra Membran; Vacuum.

**Abstract:** The village of Panican is committed to independent waste management, particularly plastic waste, using a barter system with the community to gather raw materials for pyrolysis with a capacity of 50 kg per process. This unit is managed by the community self-help group (KSM) Bangun Utomo. The resulting pyrolysis oil includes diesel-equivalent oil at 60%, 20% kerosene-equivalent, and 20% gasoline-equivalent. The purification process has traditionally relied on mixing with NaOH and methanol, stirred by an electric mixer; however, the oil remains cloudy and contains numerous particulates. Oil separation still uses a two-day settling process, which slows down production. To improve clarity, a rapid membrane filtration process is needed. The technology implemented combines membrane filtration and vacuum in a single process with low electrical power, requiring only 250 watts. Knowledge enhancement was conducted through a workshop for eight operators to understand operational systems, component functions, and maintenance procedures. Pyrolysis oil, particularly the diesel fraction which comprises 60% of the production yield, offers significant market potential as an alternative fuel for diesel engines in agriculture and small industries. With a selling price of IDR 8,000 per liter, this product can fulfill 40% of the village's demand for low-cost energy. Additionally, a 15% price increase per liter enhances partner income, and product marketing support is provided through training in local and online sales. An evaluation through machine performance observation, based on the type of plastic used, showed that pyrolysis diesel was more efficient than biodiesel, yielding 5.5% efficiency on tractors, 7.23% on waste sorting machines, and 6.5% on plastic shredders. Gasoline and kerosene-equivalent fractions are utilized for thinner production. The success of this technology offers a significant opportunity for the production of cost-effective, sustainable alternative energy, while enhancing economic well-being for partners through strengthened markets and increased revenue.

**Keywords:** Pyrolysis Oil; Filtration; Ultra Membrane; Vacuum.



#### Article History:

Received: 29-09-2024

Revised : 24-11-2024

Accepted: 25-11-2024

Online : 04-12-2024



This is an open access article under the  
CC-BY-SA license

## A. LATAR BELAKANG

Desa Penican, Kemangkon, Purbalingga berdasarkan letak geografisnya berada di wilayah dengan sebagian besar berupa perkebunan dan sawah. Data statistik menunjukkan jumlah penduduk pria 2461 dan perempuan 2483, dengan sebagian besar bekerja sebagai petani dan swasta lainnya, (Badan Pusat Statistik Kabupaten Purbalingga, 2021); (Dispermadesdukcapil Prov. Jawa Tengah, 2023). Desa ini mendirikan unit pengelola pirolisis yang dikelola Kelompok Swadaya Mandiri (KSM) Bangun Utomo yang beranggotakan 19 orang. KSM Bangun Utomo didirikan dengan tujuan untuk membentuk kelompok sadar lingkungan dan bebas limbah plastik dengan mendaur ulang menjadi produk bernilai ekonomis dan berkesinambungan, (Peraturan menteri LHK, 2022). Pemerintah Desa memfasilitasi kelompok melalui penyertaan modal desa sebesar 175 juta rupiah untuk pembelian mesin pirolisis kapasitas 50 kg dan membangun hanggar untuk workshop.

Masyarakat dilibatkan dengan memilah sampah organik dan plastik terutama yang mempunyai rendemen tinggi seperti botol plastik *PE (Polietilen)*, *PP (polipropilena)*, *PS (Polistirena)* dan *stroform* karena rendemen yang tinggi untuk dikonversi menjadi minyak, (Ozman Y., et al., 2022). Plastik sesuai kriteria diatas dibeli dengan harga Rp. 1200/kg atau 1,2 juta rupiah/ton. Harga tersebut masih lebih tinggi dibandingkan harga Reuse Derivied Fuel (RDF), dengan harga maksimal sebesar Rp. 450/kg atau Rp. 450 rb/ton, (Permen LHK No. 14 Tahun 2021). Peningkatan kualitas dengan penjernihan minyak pirolisis dibutuhkan untuk percepatan produksi, selama ini proses pemisahan dilakukan dengan proses pengendapan selama 48 jam.

Pelibatan masyarakat sangat membantu untuk kesediaan proses pirolisis yang membutuhkan plastik sebanyak 100-150 kg perhari. Penambahan bahan baku dilakukan dengan membeli plastik sesuai kriteria dari desa sekitarnya sehingga kesediaan bahan bakunya melebihi kapasitas mesin. Pembelian bahan baku dengan kondisi plastik pilahan dengan rendemen minyak diatas 80% mampu meningkatkan partisipasi masyarakat, sehingga semua sampah plastik di desa termanfaatkan untuk proses daur ulang.

Minyak pirolisis yang dihasilkan masih berwarna gelap akibat terbawanya kotoran saat terjadi penguapan, hal ini mengurangi kualitas minyak yang dihasilkan, permasalahan ini menyebabkan harga masih rendah dan biaya perlakuan lanjut mahal dan lama (48 jam). Untuk meningkatkan kualitas minyak pirolisis dan mereduksi waktu proses membutuhkan perlakuan lanjut berupa filtrasi membran, (Ghodke, et al., 2023); (Genuino et al., 2024), metode filtrasi *vacuum* lebih cepat dan kadar kebersihannya meningkat, (Faisal, et al., 2023); (Silveira, et al., 2020).

Berdasarkan observasi dan analisis permasalahan kelompok teridentifikasi tiga aspek, yaitu pada aspek SDM, aspek produksi, dan manajemen kerja. Pelaksanaan pengabdian sesuai dengan permasalahan

mitra bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan kelompok tentang proses kerja mesin pirolisis, perawatan dan tentang cara menjaga kebersihan penampang bagian dalam dan pemasangan kembali komponen sensor secara intensif sehingga akan meningkatkan kualitas mutu minyaknya. Penerapan teknologi filtrasi *vacuum* dengan metode pemisahan partikel dan kejernihan minyak berpotensi meningkatkan nilai ekonomis produk, daya saing, penetrasi pasar dan pendapatan kelompok. Penguatan manajemen sangat dibutuhkan untuk dilakukan terutama penerapan standar keselamatan kerja sesuai jenis penugasan dan tanggung jawab masing-masing operator.

## **B. METODE PELAKSANAAN**

### **1. Profil Mitra Sasaran**

Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM) Bangun Utomo dipimpin oleh Wiwit Sugiyanto, dengan total anggota 19 orang dengan tugas yang berbeda-beda dari bagian produksi, penjualan dan pembelian bahan baku. Sekretariat dan workshop beralamat di RT 20 RW 07, Penican, Kemangkong, Purbalingga. Proses pirolisis dimulai jam 9 pagi dimulai dari pembersihan mesin sampai proses pengisian plastik. Proses produksi dilakukan 3 tahapan masing-masing 3-4 per proses yaitu 50 kg/proses, 3 kali pengisian bahan baku setiap hari, kecuali Jumat, Sabtu libur. Hari minggu tetap dioperasikan dengan rerata dihasilkan 42-44 liter minyak dari 50-60 kg plastik yang terproses, sekitar 150 kg plastik perhari menghasilkan 122-125 liter/hari, data bersumber dari (Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Purbalingga, 2023). Rerata pendapatan kotor kelompok sebesar 24,4-26,25 juta per bulan, dengan menjual rata-rata bahan bakar Rp 7000 sampai Rp. 8000/liter, dengan masih menggunakan bahan bakar kayu, maka pendapatan bersih dikurangi biaya produksi lainnya sebesar rata-rata Rp. 15,5-17,5 juta per bulan.

Berdasarkan kondisi KSM dan rerata pendapatan yang masih rendah jika dibagi dengan jumlah anggota, sehingga prioritas adalah bagi tenaga produksi 7 orang dengan rata-rata 2 juta rupiah per orang, yang lainnya merupakan manajemen dan cadangan perbaikan dan investasi. Rencana untuk meningkatkan volume produksinya akan mengajukan pinjaman untuk pembelian unit pirolisis kapasitas yang lebih besar yaitu 100 kg plastik/proses, dengan target produk minyak setiap hari mencapai 275-300 liter solar per hari.

### **2. Tahapan Pra Kegiatan**

Kegiatan pra pelaksanaan dilakukan dengan mensurvei kondisi kelompok mitra sasaran terutama pada teknologi pirolisis dan karakteristik fisis produk minyak. Hasil observasi digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan mitra yaitu pada tiga aspek, yaitu aspek SDM, aspek produksi, dan manajemen kerja. Jenis Kegiatan sesuai permasalahan mitra disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Pelaksanaan Pra Kegiatan Penentuan Aspek Permasalahan dan Jenis Solusi Sesuai Permasalahan Mitra

No	Aspek	Permasalahan prioritas	Jenis Kegiatan
1	SDM	a. Keterbatasan, pengetahuan terkait proses pirolisis karena masih terdapat minyak dengan warna gelap	FGD Transfer ilmu pengetahuan metode pengolahan dan klasifikasi bahan baku melalui workshop secara khusus berkaitan dengan teknologi proses.
		b. Keterbatasan ketrampilan pemurnian minyak hasil pirolisis, produk masih perlu perlakuan lanjut, sehingga waktu proses meningkat (diatas 5 jam)	Mengadakan workshop cara pengolahan dan sistem operasi mesin pirolisis
2	Aspek produksi	a. Keterbatasan teknologi proses pirolisis masih belum ideal karena kontruksinya rumit, bahan bakar masih menggunakan kayu bakar, efisiensi masih rendah	Mengadakan workshop cara membersihkan komponen-komponen mesin pirolisis agar proses penguapan berjalan baik dan warna minyak jernih
		b. Keterbatasan peralatan pendukung proses pemurnian, masih konvensional dengan sistem kavitasi dan pengendapan dengan alkali, proses lama dan minyak masih berwarna gelap	Membuat TTG khusus untuk penjernihan minyak produk hasil yang masih berwarna gelap sehingga prosentase partikel ikutan terfilter keseluruhan
		c. Pemipaan gas methane menjadi sumber bahan bakar pirolisis (Hemat energi)	Membuat pipa pengubung gas methane menjadi sumber bahan bakar reaktor
3	Manajemen	a. Waktu proses pirolisis masih dioperasikan sampai jam 9 malam dengan 2 shift untuk mencapai target 3 proses, perlu pengaturan jam kerja yang tepat termasuk jaminan kesehatan	Memilah secara khusus plastik sesuai dengan kelompoknya dengan % rendemen dalam 1 proses agar waktu proses dapat ditentukan.
		b. Keterbatasan pemasaran karena produk belum disertifikasi, minyak yang dijual secara terbatas untuk penggerak mesin diesel	Setelah jernih maka produk akan diuji <i>cetane number</i> untuk memperoleh standar yang lebih tepat kesetaraan jenis minyaknya.

### 3. Tahap Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan dilakukan dengan Forum diskusi group (FGD), workshop peningkatan pengetahuan dan pembuatan TTG mesin filtrasi berbasis membran dan vacuum daya rendah. Jenis kegiatan untuk pelaksanaan hilirisasi sesuai solusi permasalahan ditunjukkan Tabel 2.

**Tabel. 2.** Jenis Kegiatan dan capaian solusi permasalahan

No	Aspek	Pelaksanaan	Hasil / Capaian Target
1	SDM	Transfer ilmu pengetahuan metode pirolisis yang hemat energi dengan memanfaatkan gas methane sebagai salah satu produk gas terkonversi menjadi pemanas reaktor	80% anggota memahami proses pirolisis, pemeliharaan dan tahu perbaikan komponen utama, kelompok tak mengoperasikan pirolisis
2	Produksi	Penerapan TTG filtrasi vacuum – membrane untuk proses penjernihan minyak hasil pirolisis, membrane digunakan yang mempunyai limitasi partikel 0,01 mikrometer. Pemanfaatan gas methane dengan pipa gas, dan nosel torch untuk menghemat bahan bakar	Terealisasi TTG vacuum filtrasi dengan membrane yang mampu memfilter partikel mencapai 99%, dan proses penghematan dengan gas methane mereduksi 30% kebutuhan bahan bakar
3	Manajemen	Penguatan keberdayaan KSM terkait pengaturan jam kerja yang tepat termasuk kesehatan dan rencana investasi mesin 100 kg/proses	Pembuatan skedul kerja, jam kerja dan jaminan kesehatan operator pirolisis dengan pembatasan jam kerja maksimal 8 jam/hari

#### 4. Uji Minyak Pirolisis Pada Mesin Penggerak

Pemanfaatan limbah plastik terkonversi minyak setara solar akan dilakukan proses ujicoba pada beberapa penggerak mesin diesel yaitu pada (1) Mesin pemilah sampah, (2). Mesin penggerak diesel pada traktor pertanian dan (3). Mesin pencacah plastic skala terbatas, (Sunyoto et al., 2023).

#### 5. Penguatan Potensi Pasar

Produk solar sebagai produk terbesar proses pirolisis merupakan bahan bakar yang banyak dibutuhkan untuk proses pengelolaan sampah, pertanian dan industri. Kebijakan pembatasan pembelian bahan bakar oleh masyarakat untuk kebutuhan pertanian dan perlunya surat ijin menyulitkan pembelian solar subsidi. Produk solar yang dihasilkan KSM yang terbatas sudah dipesan petani dan pengelola sampah bahkan sampai inden. KSM berencana untuk meningkatkan kapasitas mesinnya dari 50 kg menjadi 100 kg per proses, dengan kualitas yang meningkat. Penguatan pemasaran dan manajemen dilakukan dengan FGD dan workshop selama tiga pertemuan dengan materi manajemen perusahaan sederhana, metode pemasaran, pengemasan dan rujukan untuk ijin edar.

## 6. Metode Evaluasi

Evaluasi terukur dilakukan dengan cara mengukur keberhasilan kegiatan, melalui observasi, wawancara, atau angket (*pre test* dan *post test*, serta metode analisis data uji performansi penggunaan bahan bakar pada diesel penggerak khususnya pada konsumsi bahan bakar. Metode dan indikator keberhasilan ditunjukkan Tabel 3.

**Tabel 3.** Inovasi Teknologi yang Diterapkan dan Indikator Keberhasilan

No	Aspek	Solusi	Target	Indikator Keberhasilan
1	SDM	Transfer ilmu pengetahuan metode pirolisis yang hemat energi dengan memanfaatkan gas methane sebagai salah satu produk gas tak terkonversi menjadi sumber pemanas reaktor	80% anggota memahami proses pirolisis, pemeliharaan dan tahu perbaikan komponen utama, kelompok mengoperasikan pirolisis hemat energi	Setelah dilakukan FGD, workshop dan pelatihan kemampuan SDM meningkat dengan indikator dari 19 orang lebih dari 14 orang memahami proses pirolisis
2	Produksi	Penerapan TTG filtrasi vacuum – membrane untuk proses penjernihan minyak hasil pirolisis, membrane digunakan yang mempunyai limitasi partikel 0,01 mikrometer.	Terealisasi TTG vacuum filtrasi dengan membrane yang mampu memfilter partikel mencapai 99%, dan proses penghematan dengan gas methane mereduksi 30% kebutuhan bahan bakar	diaplikasikan TTG filtrasi mampu meningkatkan level kejernihan minyak pirolisis; Kualitas produk meningkat; Harga jual dapat ditingkatkan 20%;
3	Manajemen	Penguatan keberdayaan KSM terkait pengaturan jam kerja yang tepat termasuk jaminan kesehatan dan rencana investasi mesin 100 kg/proses	Pembuatan skedul kerja, jam kerja dan jaminan kesehatan operator pirolisis dengan pembatasan jam kerja maksimal 8 jam/hari	Telah dilaksanakan pembagian tugas sesuai jam kerja maksimal 8 jam, berangkatnya dibagi 2 shift dengan selisih 2 jam, jaminan kesehatan diterapkan

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Sosialisasi dan Peningkatan Wawasan Teknologi Pirolisis

Tahapan sosialisasi program dilakukan diawal kegiatan dengan menjelaskan skala kegiatan penerapan teknologi hanya pada penguatan pengetahuan proses produksi pirolisis yang hemat energi dan upaya meningkatkan produk hasil. Peningkatan pengetahuan SDM dengan menjelaskan tahapan proses pirolisis sampah plastik. Tim pelaksana melatih operator untuk menggunakan beberapa jenis plastik untuk menemukan rendemen dan konversi menjadi minyak. Kegiatan ditunjukkan Gambar 1.



**Gambar 1.** Workshop Penggunaan 4 Jenis Plastik dengan Memilah untuk Mengukur Rendemen Konversi Jenis Plastik Menjadi Bahan Bakar Cair.

Peningkatan pengetahuan dilakukan dengan metode FGD, pemaparan teori dan praktek dari pemilahan plastik, jenis teknologi dan perawatan mesin.

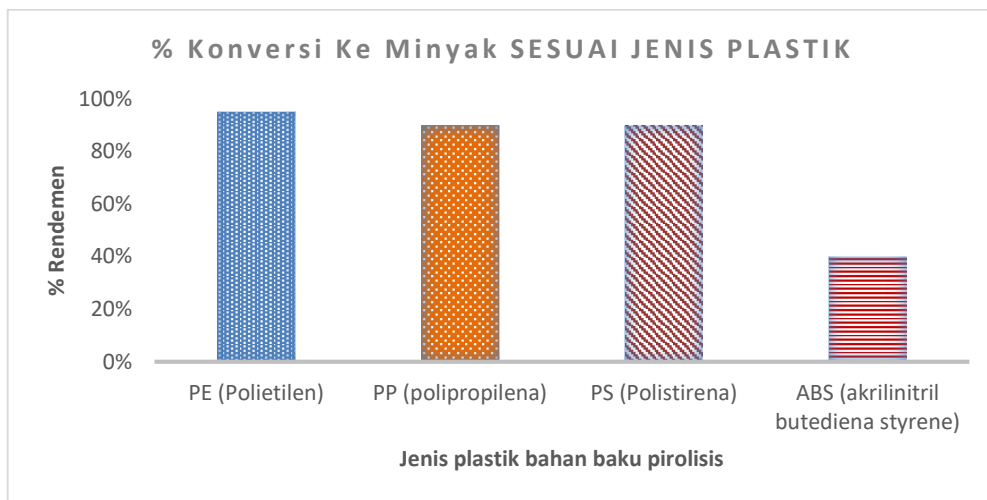
### 2. Uji Coba Rendemen Berdasarkan Jenis Plastik

Tahapan kedua adalah dengan melatih operator untuk mampu memilah sesuai jenis plastik yang mempunyai rendemen tinggi sebagai acuan harga pembelian bahan baku, dengan menguji masing-masing 5 kg per proses, dan diukur hasil konversi minyaknya. Hasil uji persentase konversi menjadi minyak ditunjukkan Tabel 4.

**Tabel 4.** Jenis plastic dan % rendeman untuk acuan produk daur ulang pirolisis

Jenis Plastik/Ban	Produk sesuai jenis plastik	% konversi	Rekomendasi Pemanfaatan
<i>PE (Polietilen)</i>	Botol minuman, ember, gelas dan mangkuk plastic, polimer termoplastik Steroform(formaldehida)	95,6 %	Pembuatan minyak setara (solar, minyak tanah, bensin)
<i>PP (polipropilena)</i>	Kemasan, tas plastic, mainan plastic, slang	90,6 %	
<i>PS (Polistirena)</i>	Tutup lampu, isolasi, cover plastik	90,3%	
<i>ABS (akrilinitril butediena styrene)</i>	Isolasi Listrik, plastic kemasan,	39,4%	Sebagai bahan bakar

Dalam bentuk grafis ditampilkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Data Konversi dan Rendemen Minyak Berdasarkan Bahan Baku

Pembelian bahan baku akan disesuaikan dengan rendemen yang dihasilkan, dengan mengacu pada hasil ujicoba ditemukan 4 jenis bahan baku dengan rata-rata rendemen tertinggi 95% PE dan sterofoam dengan Rp 1.500/kg), Plastik PP dan PS (Rp.1200/kg) dan lainnya (Rp. 800/kg).

### 3. Tahapan Pembuatan Mesin Filtrasi Berbasis Vacuum

Pembuatan mesin filtrasi dengan metode vakum ditunjukkan Gambar 3.



**Gambar 3.** Pembuatan mesin filtrasi dengan metode vakum dan membran.



#### 4. Penerapan teknologi *Vaaccum-Membrane Filtrations* Minyak Pirolisis

Produk pirolisis yang dihasilkan masih berwarna gelap, 65% minyak yang dihasilkan merupakan bahan bakar setara solar.



**Gambar 4.** Skema Penerapan Teknologi Vacuum Filtrations Minyak Pirolisis dengan Membrane



**Gambar 5.** Hasil Minyak Pirolisis Setara Solar Dan Premium (a) Sebelum Filtrasi, (b) Sesudah Difiltrasi

#### 5. Ujicoba Penggunaan Bahan Bakar pada Mesin Penggerak

Ujicoba berjalan dengan lancar data karakteristiknya pada tiap ujicoba pada mesin secara umum penggunaan bahan bakar pada mesin diesel penggerak mampu bekerja dengan baik dan lebih ringan. Foto ujicoba ditunjukkan Gambar 6.



**Gambar 6.** Minyak Pirolisis Setara Solar Dijadikan Bahan Bakar Penggerak Mesin Tractor dan Mesin Pemilah

Pada hasil ujicoba penggunaan bahan bakar solar dengan metode ujicoba langsung pada penggerak diesel mesin dan penggunaan alat ukur cetane dan oktan number kerja mesin lebih ringan dan penggunaan bahan bakar solar pirolisis lebih hemat 5,5% dibandingkan biosolar pada mesin tractor, 7,23% pada mesin pemilah sampah dan 6,5% lebih hemat pada mesin pencacah plastic.

## 6. Pembahasan

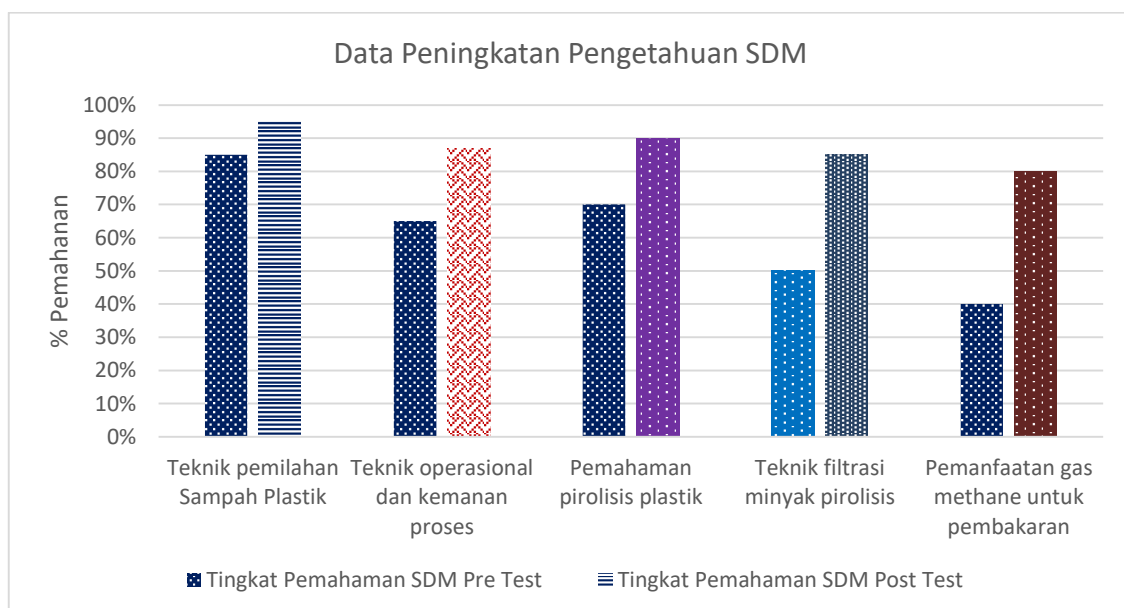
Pelaksanaan penerapan teknologi dibagi dalam 3 tahapan kegiatan yang terdiri pra pelaksanaan untuk mengumpulkan data dukung eksisting mitra sasaran. Penggunaan teknologi pirolisis dengan mesin kapasitas 50 kg/proses telah menghasilkan minyak dengan 3 jenis produk tetapi tingkat kejernihan dan metode pengendapan membutuhkan waktu 2-3 hari.

## 7. Hasil pelaksanaan workshop pada aspek peningkatan SDM

Hasil pelaksanaan khususnya pada peningkatan pengetahuan dengan metode workshop ditunjukkan dalam Tabel 4 dan Gambar 7.

**Tabel 4.** Data Peningkatan Pemahaman SDM melalui Pretest dan Post Test

Materi Workshop	Tingkat Pemahaman SDM	
	Pre Test	Post Test
Teknik pemilahan Sampah Plastik	85%	95%
Teknik operasional dan kewanaman proses	65%	87%
Pemahaman pirolisis plastik	70%	90%
Teknik filtrasi minyak pirolisis	50%	85%
Pemanfaatan gas methane untuk pembakaran	40%	80%



**Gambar 7.** Grafik Peningkatan Pemahaman SDM melalui Pretest dan Post Test.

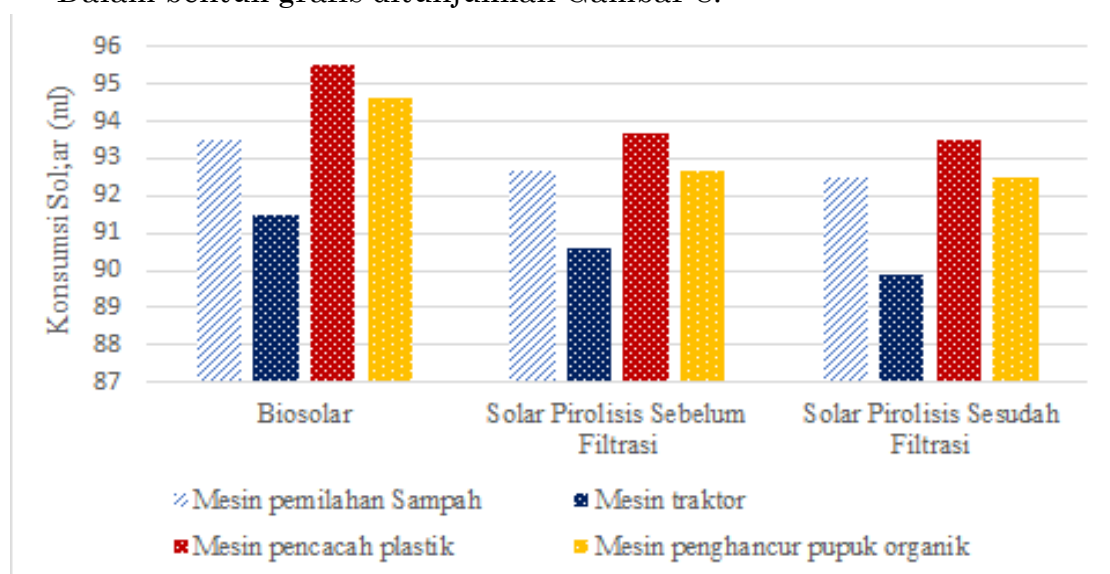
## 8. Hasil Ujicoba pada Aspek Produksi

Data ujicoba penggunaan solar secara langsung pada mesin penggerak diesel dihasilkan peningkatan sebesar 5,5-7,23%. Peningkatan kinerja mesin diesel saat menggunakan minyak solar pirolisis dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang telah diidentifikasi bahwa minyak pirolisis yang dihasilkan dari limbah plastik adalah kandungan energi yang tinggi, yang sebanding dengan solar konvensional, terutama minyak yang berasal dari plastik seperti HDPE dan PP. (Mara dan Nuarsa, et.al, 2024); (Marwani dan Trifarizy, 2024); (Pratiwi, et al, 2018); (Nuryosuwito, et al, 2021); (Erawati, et al., 2018); (Zaenuri, et.al., 2014). Penggunaan bahan bakar pirolisis dapat menghemat 4-5% dengan menguji pada putaran 1500 rpm selama 10 menit. Minyak ini menunjukkan karakteristik pembakaran yang mirip dengan solar standar, termasuk tekanan dalam silinder dan laju pelepasan panas, yang berkontribusi pada efisiensi transfer energi di mesin. Hasil ujicoba pada mesin penggerak alat pertanian dan pemilah sampah dihasilkan data konsumsi bahan bakar seperti ditunjukkan Tabel 5.

**Tabel 5.** Data Konsumsi Bahan Bakar (ml/10 menit)

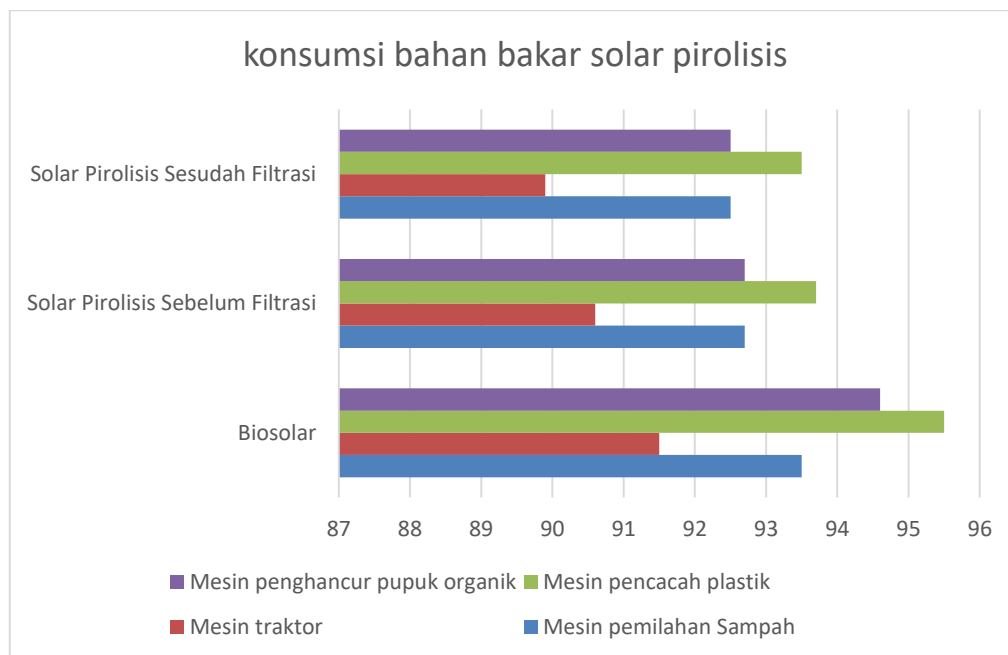
Jenis Mesin Diesel /Putaran Stasioner, 23 pk	Konsumsi Bahan Bakar (ml/10 menit) 1500 rpm		
	Biosolar	Solar Pirolisis Sebelum Filtrasi	Solar Pirolisis Sesudah Filtrasi
Mesin pemilahan Sampah	93,5	92,7	92,5
Mesin traktor	91,5	90,7	89,9
Mesin pencacah plastik	95,5	93,7	93,5
Mesin penghancur pupuk organik	94,5	92,7	92,5

Dalam bentuk grafis ditunjukkan Gambar 8.



**Gambar 8.** Komparasi Konsumsi Bahan Bakar Solar Pirolisis

Minyak pirolisis berbasis HDPE menunjukkan metrik kinerja pembakaran dan mesin yang hampir sama dengan bahan bakar solar (Obeid & Janajreh, 2014), (Pratiwi et al., 2018), (Nuryosuwito et al., 2021). Pelumasan yang lebih baik dari minyak pirolisis, seperti yang berasal dari PP, dapat mengurangi gesekan pada mesin, sehingga operasi mesin menjadi lebih halus. Pelumasan yang lebih baik ini penting untuk mempertahankan efisiensi mesin dan umur panjang, yang mungkin menjelaskan mengapa mesin bekerja lebih baik saat menggunakan minyak solar pirolisis dibandingkan solar konvensional (Pumpuang et al., 2024). Komparasi masing-masing jenis bahan bakar hasil filtrasi pada diesel penggerak ditunjukkan Gambar 9.



**Gambar 9.** Uji Performasi Minyak Pirolisis Plastik

Selain itu, minyak pirolisis cenderung memiliki rasio hidrogen-ke-karbon (H/C) yang tinggi, yang dapat meningkatkan efisiensi pembakaran dan output termal. Beberapa penelitian juga mencatat penurunan emisi tertentu, seperti NO<sub>x</sub>, saat menggunakan minyak pirolisis pada beban mesin tertentu, yang dapat berkontribusi pada pembakaran yang lebih bersih dan kinerja mesin yang lebih baik secara keseluruhan.

## 9. Penguatan Manajemen dan Pendapatan Kelompok

Penguatan berfokus metode penjualan minyak pirolisis berupa solar 60% merupakan produk yang memiliki nilai pasar tetap dan kebutuhan masih sangat besar. Minyak solar sebagai bahan bakar alternatif untuk mesin diesel, bernilai tinggi seperti bahan bakar industri. Produk minyak setara bensin dan minyak tanah digunakan untuk memproduksi tiner. Peningkatan harga sebesar 15% perliter menambah pendapatan mitra sasaran. Potensi pasar lebih besar dengan minyak pirolisis yang jernih dapat dijual sebagai

pengganti solar dengan harga yang bersaing dan konstan sebesar Rp. 8000. Produk minyak pirolisis mampu terjual 90% untuk memenuhi kebutuhan penggerak pertanian atau industri kecil, yang memerlukan sumber energi murah. Secara keseluruhan, penerapan teknologi pirolisis dalam skala kecil memberikan potensi signifikan bagi peningkatan pendapatan kelompok UKM melalui diversifikasi produk, penghematan biaya energi, serta pengelolaan sampah yang lebih efektif.

## 10. Evaluasi Pelaksanaan Dan Keberlanjutan Program

Evaluasi pencapaian target dan manfaat penerapan teknologi, ditunjukkan Tabel 6.

**Tabel 6.** Evaluasi Pelaksanaan Program dan Keberlanjutan

Sebelum pelaksanaan	Sesudah pelaksanaan	Keberlanjutan
Pengetahuan kelompok pada proses pirolisis dan hasilnya masih perlu ditingkatkan	Pelatihan FGD dan workshop untuk produksi minyak pirolisis mampu mengoperasikan dengan baik, perawatan mesin dapat dilakukan berkala, 80% operator mampu memilah proses sesuai rendemen konversi plastik menjadi bahan bakar minyak	Pendampingan pengelolaan usaha konversi sampah plastik menjadi minyak, membantu menguji specimen minyak untuk dapat dikarakterisasi sehingga mampu dihasilkan minyak dengan sifat fisis dan kimia mengacu bahan bakar minyak komersil.
Proses penjernihan masih menggunakan metode kavitasasi dan pengendapan, proses lama dan minyak belum memenuhi level kejernihan standarnya	Penerapan TTG filtrasi vacuum – membrane untuk proses penjernihan minyak hasil pirolisis, membrane 0,01 mikrometer. Tingkat kejernihan meningkat 30%	Perlu penerapan lanjut filtrasi dan thermal cracking untuk menghasilkan minyak sesuai level volalitynya, pendampingan pengadaan mesin dengan kapasitas yang lebih tinggi.
Waktu proses pirolisis masih dioperasikan sampai jam 9 malam dengan 2 shift untuk mencapai target 3 proses, perlu pengaturan jam kerja yang tepat termasuk jaminan kesehatan	Memilah secara khusus plastik sesuai dengan kelompoknya dengan % rendemen dalam 1 proses agar waktu proses dapat ditentukan.	Peningkatan produktifitas dengan pemilahan plastik berdasarkan level rendemen konversi plastik menjadi minyak
Keterbatasan pemasaran karena produk belum disertifikasi, minyak yang dijual secara terbatas untuk penggerak mesin diesel	Setelah jernih maka produk akan diuji cetane number untuk memperoleh standar yang lebih tepat kesetaraan jenis minyaknya.	Perlunya karakteristik produk spesifik dan perlakuan lanjut minyak pirolisa untuk memenuhi sifat fisis dan kimia bahan bakar minyak industri

#### D. SIMPULAN DAN SARAN

Data observasi penggunaan bahan bakar solar pirolisis yang telah difiltrasi pada berbagai mesin diesel menunjukkan peningkatan kinerja mesin, ditandai dengan kerja mesin yang lebih ringan dibandingkan penggunaan bahan bakar biosolar. Efisiensi Penggunaan Bahan Bakar Solar pirolisis lebih hemat dibandingkan biosolar, dengan efisiensi penggunaan mencapai 5,5% pada mesin traktor, 7,23% pada mesin pemilah sampah, dan 6,5% pada mesin pencacah plastik. Produk yang sudah ditingkatkan mutunya terutama produk setara solar yang mencakup 60% dari hasil produksi, memiliki potensi pasar yang besar untuk mesin diesel di industri pertanian dan industri kecil. Dengan harga jual kompetitif sebesar Rp. 8000 per liter, minyak pirolisis dapat memenuhi 90% kebutuhan energi murah di sektor tersebut. Peningkatan harga sebesar 15% per liter meningkatkan pendapatan bagi mitra produsen. Minyak pirolisis juga memiliki diversifikasi pasar, di mana fraksi setara bensin dan minyak tanah dimanfaatkan untuk produksi thinner yang menambah nilai jual produk sebesar 25%.

Pengembangan pasar untuk fraksi minyak bensin dan minyak tanah untuk produk thinner. Diversifikasi ini akan membuka peluang pendapatan baru dan mengurangi ketergantungan pada satu jenis produk. Perlunya membangun kemitraan strategis dengan petani dan industri kecil yang memerlukan sumber energi murah, mitra pengelola dapat memperluas jangkauan pemasaran produk pirolisis dan pengembangan jaringan distribusi yang lebih stabil dan berkelanjutan, memberikan keuntungan jangka panjang bagi mitra.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Tim Pelaksana Pengabdian mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi dan Pengabdian Masyarakat Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah mendanai kegiatan pengabdian, Civitas Akademik STT Wiworotomo Purwokerto atas fasilitasi proses fabrikasi dan Pemerintah Desa Panican, Kemangkon, serta Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kabupaten Purbalingga sehingga kegiatan terlaksana dengan baik,.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Purbalingga. (2021). *Kecamatan Kemangkon Dalam Angka 2021*. Kewilayahan Kecamatan Di Purbalingga. <https://purbalinggakab.bps.go.id/id/publication/2021/09/24/4c1ca57ae364109771c0b0c2/kecamatan-kemangkon-dalam-angka-2021.html>
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Purbalingga. (2023). *Data KSM Bangun Utomo Panican, Kemangkon, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Purbalingga*. DLH Pemda Kabupaten Purbalingga. <https://dlh.purbalinggakab.go.id/category/pengelolaan-sampah>
- Dispermadesdukcapil Prov. Jawa Tengah. (2023). *Desa Panican, Kecamatan Kemangkon*. SIDesa Jawa Tengah. <https://sidesa.jatengprov.go.id/pemkab/desa/33.03.01.2007>

- Erawati, E., Hamid, H., & Ilma, A. A. (2018). Pyrolysis Process of Mixed Polypropylene (PP) and High-Density Polyethylene (HDPE) Waste with Natural Zeolite as Catalyst. *Molekul*, *13*(2), 106. <https://doi.org/10.20884/1.jm.2018.13.2.400>
- Faisal, F., Rasul, M. G., Chowdhury, A. A., Jahirul, M. I., & Hazrat, M. A. (2023). Performance and emission characteristics of a CI engine with post-treated plastic pyrolysis oil and diesel blend. *Energy Reports*, *9*(S12), 87–92. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.09.142>
- Genuino, H. C., van Eijk, M. C. P., Kersten, S. R. A., & Ruiz, M. P. (2024). Pyrolysis of Real Packaging Plastic Waste Streams in a Fluidized-Bed Pilot Plant. *Energy and Fuels*, *38*(3), 2188–2199. <https://doi.org/10.1021/ACS.ENERGYFUELS.3C04114>
- Ghodke, P. K., Sharma, A. K., Moorthy, K., Chen, W. H., Patel, A., & Matsakas, L. (2023). Experimental Investigation on Pyrolysis of Domestic Plastic Wastes for Fuel Grade Hydrocarbons. *Processes* *2023*, *11*(1), 71. <https://doi.org/10.3390/pr11010071>
- Mara, I. M., & Nuarsa, I. M. (2024). *Characteristics of fuel resulting from the pyrolysis process of HDPE and PP plastic waste*. *14*(5), 1–6.
- Marwani, M., & Trifarizy, M. D. (2024). the Pyrolysis of High-Density Polyethylene (Hdpe) and Polypropylene (Pp) Plastic Waste Blend. *Indonesian Journal of Engineering and Science*, *5*(1), 029–034. <https://doi.org/10.51630/ijes.v5i1.104>
- Nuryosuwito, N., Rosydi, M. A. I., & Istiqlaliyah, H. (2021). Pemanfaatan Sampah Plastik Jenis HDPE Menjadi Bahan Bakar Alternatif Proses Pyrolysis. *Jurnal Mesin Nusantara*, *3*(2), 92–101. <https://doi.org/10.29407/jmn.v3i2.15573>
- Obeid, F., & Janajreh, I. (2014). *High Density Polyethylene Pyrolysis: Review and Progress*. *July 2014*, 585–595. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-05708-8\\_47](https://doi.org/10.1007/978-3-319-05708-8_47)
- Pratiwi, R., Dahani, W., & H, K. F. (2018). Komparasi Potensi Pirolysa Limbah Plastik Perkotaan Untuk Mendapatkan Bahan Bakar Cair Setara Bensin. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, *2*(2), 50–58. <https://doi.org/10.25105/pdk.v2i2.2469>
- Pumpuang, A., Klinkaew, N., Wathakit, K., Sukhom, A., & Sukjit, E. (2024). The influence of plastic pyrolysis oil on fuel lubricity and diesel engine performance. *RSC Advances*, *14*(14), 10070–10087. <https://doi.org/10.1039/d3ra08150h>
- Silveira, E. A., Galvão, L. G. O., Macedo, L. A. de, Sá, I. A., Chaves, B. S., de Morais, M. V. G., Rousset, P., & Caldeira-Pires, A. (2020). Thermo-acoustic catalytic effect on oxidizing woody torrefaction. *Processes*, *8*(11), 1–15. <https://doi.org/10.3390/pr8111361>
- Sunyoto, Martuti, N. K. T., Widowati, & Sugiantoro, B. (2023). *Teknologi Pengelolaan Sampah Berbasis Zero Waste Skala Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Kapasitas 10 Ton/Hari*.
- Zaenuri, R., Suharto, B., & Haji, A. T. S. (2014). Kualitas Pakan Ikan Berbentuk Pelet Dari Limbah Pertanian. *Jurnal Sumberdaya Alam & Lingkungan*, *1*(1), 31–36.