

ANALISIS MINYAK HASIL PIROLISIS BIOMASSA LIMBAH AREN DAN LIMBAH PLASTIK POLYPROPYLENE TERHADAP KUANTITAS MINYAK HASIL PIROLISIS**Ilham Octavian*, Danar Susilo Wijayanto dan Taufik Wisnu Saputra**¹ Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, FKIP, Universitas Sebelas Maret

Kampus V UNS Pabelan Jl. Ahmad Yani Nomor 200, Surakarta

*Email: Ilhamoctavian@student.uns.ac.id

Abstrak

Ketergantungan pada bahan bakar fosil menjadi masalah saat ini khususnya di Indonesia karena ketersediaannya yang berkurang dan sifatnya yang tidak dapat diperbarui. Salah satu bentuk energi alternatif untuk menggantikan bahan bakar fosil adalah pirolisis biomassa. Biomassa dari limbah industri tepung aren di Desa Daleman, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten memiliki potensi energi yang perlu dimanfaatkan dengan mengolah limbah menjadi RDF-4. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio variasi RDF-4 campuran biomassa limbah aren dan limbah plastik polypropylene (PP) terhadap kuantitas. Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan proses pirolisis terhadap RDF-4 campuran biomassa limbah aren dan limbah plastik PP dengan rasio komposisi 100%:0%, 75%:25%, 50%:50%, 25%:75%, dan 0%:100%. Hasil pengujian menunjukkan adanya pengaruh variasi rasio komposisi RDF-4 campuran biomassa limbah aren dan limbah plastik PP terhadap kuantitas. RDF-4 campuran biomassa limbah aren dan limbah plastik PP yang tidak dicampur dengan biomassa limbah aren dapat menghasilkan minyak pirolisis dengan kuantitas terbanyak dan cenderung memiliki kualitas yang baik. RDF-4 rasio campuran 100% plastik PP mampu menghasilkan minyak hasil pirolisis terbanyak sebesar 577,67 ml dengan suhu pirolisis tertinggi mencapai 375° C pada T₁, 326,5° C pada T₂, dan 336° C pada T₃.

Kata kunci: biomassa, energi alternatif, limbah aren, limbah plastik polypropylene, RFD.

PENDAHULUAN

Energi fosil, khususnya minyak bumi merupakan sumber energi utama yang digunakan khususnya di Indonesia. Kenyataannya adalah cadangan sumber energi fosil yang ada di Indonesia memiliki jumlah yang terbatas dan semakin menurun (Herliati dkk., 2019). Konsumsi energi fosil terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk (Kholiq 2015). Jadi sumber daya alam yang mampu menghasilkan energi semakin hari semakin menipis. Sebagian besar sumber energi fosil berasal dari sumber daya terbarukan seperti minyak, gas, dan batu bara. Ketergantungan pada bahan bakar fosil menjadi masalah saat ini karena ketersediaannya yang berkurang dan sifatnya yang tidak dapat diperbarui. Salah satu bentuk energi alternatif untuk menggantikan bahan bakar fosil adalah pirolisis biomassa. Biomassa dari limbah industri tepung aren di Desa Daleman, Kecamatan Tulung, Kabupaten

Klaten yang rata-rata setiap kali produksi menghasilkan limbah kurang lebih 1 ton yang merusak kualitas air di daerah sekitar dan telah mencemari air sungai serta merusak ekosistem sungai. Limbah aren memiliki potensi energi yang perlu dimanfaatkan dengan mengolah limbah menjadi RDF4 (Koes 2019).

Sementara itu, modernisasi saat ini memberikan dampak yang besar terhadap kemajuan teknologi, di sisi lain banyak permasalahan yang muncul disebabkan oleh meningkatnya masalah sampah yang tidak dapat diolah seiring dengan pertumbuhannya yang tidak terkendali terutama pada limbah plastik *polypropylene* (PP) (Adiba dkk., 2020). Salah satu sampah yang menempati peringkat teratas berdasarkan jumlahnya adalah sampah jenis plastik PP. Plastik PP merupakan jenis plastik yang sering digunakan karena memiliki sifat tahan terhadap bahan kimia (Juniarto 2018).

Menurut (Ridhuan dkk., 2019) biomassa adalah bahan bakar organik yang dihasilkan dari bahan organik yang dihasilkan dalam proses fotosintesis oleh tanaman menggunakan energi matahari. Biomassa meliputi limbah kayu, limbah pertanian, perkebunan, hasil hutan, komponen organik industri dan rumah tangga. Biomassa adalah sumber energi utama untuk aktivitas manusia hingga pertengahan abad ke-19, ketika batu bara, minyak, gas, dan sumber energi lainnya menjadi semakin penting, tetapi masih menyumbang sekitar 10% dari pasokan energi dunia. Secara total semua sumber ini menyumbang 10% produksi energi berasal dari biomassa: 8,40% dalam bentuk biomassa tradisional yang digunakan secara primitif, tidak berkelanjutan, oleh populasi yang membutuhkan di Afrika, Asia, dan sebagian dari Amerika Latin yang menebang pohon untuk menghangatkan lingkungan dan memasak. Sisanya 1,91% digunakan sebagai bentuk modern seperti menghasilkan listrik atau menghasilkan arang untuk industri baja yang ingin memproduksi etanol, bahan bakar dengan nilai oktan lebih tinggi daripada bensin tanpa pengotor seperti partikulat dan oksida belerang (Goldemberg 2009). *Bio-oil* adalah senyawa *oksigenat* yang berbeda, tidak seperti bahan bakar minyak bumi pada umumnya. Menurut Wibowo (2016) mengemukakan bahwa tingginya kandungan air pada *bio-oil* sekitar 15 s/d 20% yang berfungsi sebagai pengikat untuk ratusan molekul berbeda disebut emulsi mikro. *Crude bio-oil* (minyak nabati mentah) dapat digunakan untuk pemanasan rumah atau pengeringan sebagai *boiler* dan dapat ditingkatkan menjadi bahan bakar bernilai kalori tinggi yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan industri kimia (*oleo-kimia*), seperti *petroleum fuel* (Nugroho dkk., 2022). Menurut Jahirul dkk., (2012) mengemukakan bahwa selain sampah plastik, biomassa dapat dimanfaatkan sebagai sumber alternatif untuk mengatasi persoalan dimana cadangan energi di dunia mengalami penurunan. Pada penelitian ini dilakukan analisis untuk mengetahui kuantitas dan kualitas minyak hasil pirolisis campuran biomassa limbah aren dan *polypropylene*.

METODOLOGI

Metode dalam melaksanakan penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Sampel pada penelitian ini adalah uji kuantitas minyak

hasil pirolisis campuran limbah aren dan limbah plastik PP, dengan komposisi yang digunakan adalah limbah aren dan limbah plastik PP dengan rasio variasi komposisi 100% : 0%, 25% : 75%, 50% : 50%, 75% : 25%, 0% : 100%. Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah pengukuran dan pengamatan. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif.

Alat Penelitian

Pirolisis digunakan untuk mengolah RDF campuran biomassa limbah aren dan plastik PP menghasilkan minyak hasil pirolisis. Alat ini terdiri dari beberapa bagian yaitu tabung reaktor (gambar 1) yang berfungsi sebagai tempat pemanas dan pengurai limbah biomassa dan plastik. Material tabung reaktor pada penelitian ini terbuat dari stainless steel. Reaktor yang digunakan memiliki ukuran diameter 250 mm dengan tinggi 200 mm. Kondensor (gambar 2) berfungsi sebagai tempat terjadinya proses perubahan fasa dari gas menjadi cair. Kondensor ini memiliki ukuran dengan diameter 150 mm dengan tinggi 800 mm.



Gambar 1. Tabung Reaktor

Komponen selanjutnya adalah pipa penghubung. Material yang digunakan untuk membuat pipa penghubung adalah *galvalume* dengan diameter 32 mm, memiliki ketebalan 1 mm, dan panjang 1050 mm. Pipa penghubung ini berfungsi sebagai

penghubung antara tabung reaktor dengan kondensor (gambar 3).



Gambar 2. Kondensor



Gambar 3. Pipa Penghubung

Stopwatch digunakan untuk menghitung lamanya waktu yang dibutuhkan pada proses pirolisis dan memiliki tingkat ketelitian 0,01 s seperti pada gambar 4. Timbangan digital seperti pada gambar 5 digunakan untuk mengukur massa limbah aren dan limbah plastik PP. Timbangan digital ini memiliki kapasitas maksimal 5 kg dengan tingkat ketelitian 0,001 kg



Gambar 4. Stopwatch



Gambar 5. Timbangan Digital

Gelas ukur sesuai gambar 6 digunakan untuk mengukur volume minyak hasil pirolisis. Gelas ukur yang digunakan memiliki kapasitas maksimal 1 liter dan memiliki tingkat ketelitian 10 ml. Alat ini berfungsi untuk mengukur temperatur berbasis *Arduino* ditunjukkan pada gambar 7. Memiliki tiga sensor suhu yang terdapat pada tabung reaktor.



Gambar 6. Gelas Ukur



Gambar 7. Termokopel

Flowmeter pada gambar 8 merupakan jenis flowmeter berbasis *arduino* digunakan untuk mengukur debit air dari pompa menuju ke kondensor. *Flow sensor* yang digunakan model FS300A G3/4. *Flow sensor* dapat bekerja pada interval debit 1 l/m s.d 60 l/m.



Gambar 8. Flowmeter

Limbah aren yang ditunjukkan pada gambar 9 merupakan biomassa dari pembuatan tepung aren yang akan digunakan dalam bentuk RDF-4 sebagai bahan campuran pembuatan minyak hasil pirolisis yang telah dikeringkan dan diayak menggunakan ayakan ukuran 10 *mesh*. Limbah plastik PP sesuai gambar 10 dicacah berukuran 1 cm, kemudian akan digunakan sebagai bahan pembuatan minyak hasil pirolisis.



Gambar 9. Limbah Aren

Pengambilan data dilakukan dengan menyiapkan RDF-4 dari limbah aren dan limbah plastik PP. Limbah aren dijemur hingga kering, lalu limbah aren disaring hingga berbentuk

serbuk halus kemudian dicampur dengan limbah plastik PP yang telah dicacah hingga berukuran sekitar 1 cm.

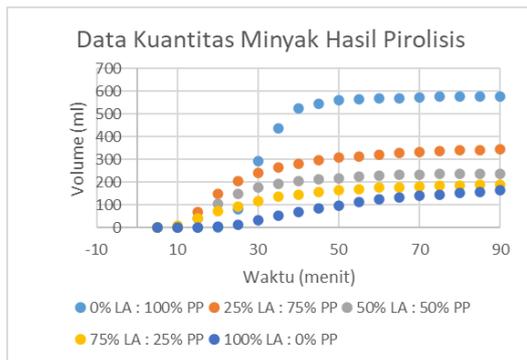


Gambar 109. Limbah Plastik PP

Pembuatan minyak melalui proses pirolisis dari RDF-4 campuran limbah aren dan limbah plastik PP dengan massa total setiap variasi 500 gram. Setiap variasi campuran dilakukan proses pirolisis sebanyak tiga kali dengan lama waktu 90 menit, sehingga didapatkan 15 sampel minyak hasil pirolisis. Pada tabung reaktor terdapat tiga sensor suhu untuk mengetahui suhu pada saat proses pirolisis berlangsung, dimana sensor T_1 terletak paling bawah, T_2 terletak di bagian tengah, T_3 terletak paling atas. Pengambilan data kuantitas minyak hasil pirolisis variasi campuran limbah aren dan limbah plastik PP setiap 5 menit sekali selama 90 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan pada penelitian pada variasi campuran RDF limbah aren dan limbah plastik PP terhadap minyak hasil pirolisis dapat dilihat pada gambar 11. Kuantitas Minyak Hasil Pirolisis Pada gambar 12 dapat dilihat bahwa kuantitas minyak hasil pirolisis yang dihasilkan setiap 5 menit selama 90 menit menunjukkan bahwa kuantitas minyak yang dihasilkan cenderung mengalami laju pertumbuhan tinggi Ketika memasuki pada menit 25 s.d 75. Pada proses pirolisis ini, menghasilkan minyak berkisar 165 ml s.d 577,67 ml.



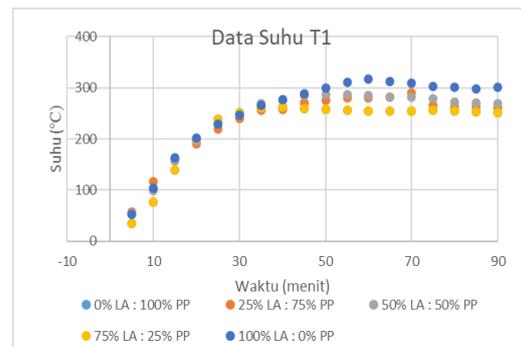
Gambar 10. Grafik Kuantitas Minyak Hasil Pirolisis

Menurut Adoe dkk., (2020) berdasarkan pengamatan, bahwa dengan plastik 1 kg dengan suhu 250°C minyak yang dihasilkan sebanyak 1 liter, pada suhu 300°C minyak yang dihasilkan sebanyak 1,1 liter, sedangkan pada suhu 350°C menghasilkan minyak 1,2 liter. Sementara, pada penelitian ini, RDF-4 rasio campuran 100% plastik PP dengan suhu tertinggi yang didapatkan 316,25°C mampu menghasilkan minyak 577,67 ml atau sekitar 0,58 liter dengan limbah plastik 0,5 kg.

RDF-4 rasio campuran biomassa limbah aren yang dicampur dengan plastik PP yang dapat menghasilkan kuantitas terbanyak adalah rasio limbah plastik PP yang digunakan lebih banyak daripada limbah aren. Begitu sebaliknya, campuran limbah aren yang lebih banyak dibanding dengan limbah plastik PP akan menghasilkan minyak dengan kuantitas yang lebih sedikit. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Aydinli dan Caglar (2010) mengemukakan bahwa kulit kemiri yang dicampur dengan plastik hasil yang diperoleh dari peningkatan jumlah plastik didapatkan hasil minyak yang lebih banyak, padatan lebih sedikit, dan hasil gas yang cenderung sama.

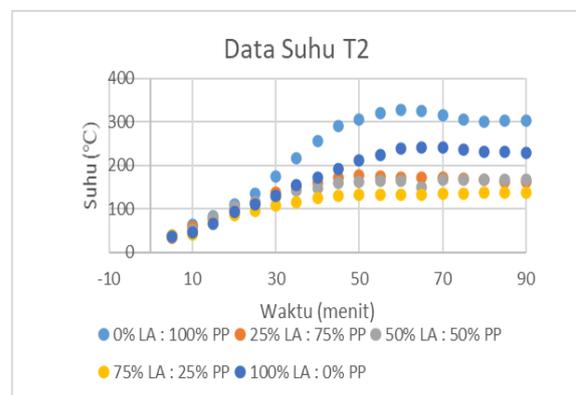
Sensor T₁ merupakan sensor yang terletak paling bawah pada tabung reaktor untuk mengukur suhu Pirolisis. Sensor T₁ memiliki suhu yang paling tinggi diantara sensor yang lain, karena terletak paling bawah dekat dengan pembakaran. Pada gambar 12 dapat dilihat bahwa masing-masing rasio variasi campuran memiliki suhu tertinggi yang dapat dicapai. Variasi campuran 0% limbah aren dan 100%

limbah plastik PP suhu tertinggi yang dicapai 375,50 °C. Variasi campuran 25% limbah aren dan 75% limbah plastik PP suhu tertinggi yang dicapai 290 °C. Variasi campuran 50% limbah aren dan 50% limbah plastik PP suhu tertinggi yang dicapai 286 °C. Variasi campuran 75% limbah aren dan 25% limbah plastik PP 25% suhu tertinggi yang dicapai 259,25°C. Variasi campuran 100% limbah aren dan 0% limbah plastik PP suhu tertinggi yang dicapai 316,25 °C.



Gambar 11. Data Suhu T₁

Sensor T₂ merupakan sensor yang terletak di tengah pada tabung reaktor. Pada gambar 13 dapat dilihat bahwa masing-masing rasio variasi campuran memiliki suhu tertinggi yang dapat dicapai. Variasi campuran 0% limbah aren dan 100% limbah plastik PP suhu tertinggi yang dicapai 326,50 °C.

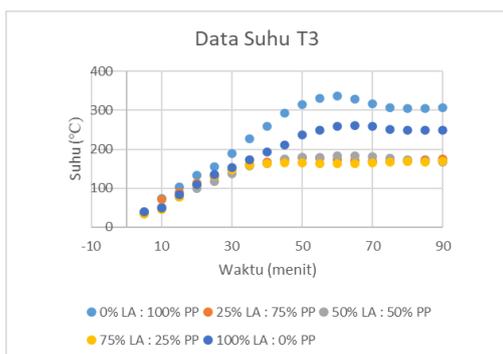


Gambar 12. Data Suhu T₂

Variasi campuran 25% limbah aren dan 75% limbah plastik PP suhu tertinggi yang dicapai 176,50 °C. Variasi campuran

50% limbah aren dan 50% limbah plastik PP suhu tertinggi yang dicapai 168,25 °C. Variasi campuran 75% limbah aren dan 25% limbah plastik PP 25% suhu tertinggi yang dicapai 136,50 °C. Variasi campuran 100% limbah aren dan 0% limbah plastik PP suhu tertinggi yang dicapai 241 °C.

Sensor T₃ merupakan sensor yang terletak paling atas pada tabung reaktor. Sensor T₃ memiliki suhu yang paling rendah diantara sensor yang lain, karena terletak paling atas dengan pembakaran. Pada gambar 14 dapat dilihat bahwa masing-masing rasio variasi campuran memiliki suhu tertinggi yang dapat dicapai. Variasi campuran 0% limbah aren dan 100% limbah plastik PP suhu tertinggi yang dicapai 336 °C. Variasi campuran 25% limbah aren dan 75% limbah plastik PP suhu tertinggi yang dicapai 180,25 °C. Variasi campuran 50% limbah aren dan 50% limbah plastik PP suhu tertinggi yang dicapai 182,50 °C. Variasi campuran 75% limbah aren dan 25% limbah plastik PP 25% suhu tertinggi yang dicapai 168,50 °C. Variasi campuran 100% limbah aren dan 0% limbah plastik PP suhu tertinggi yang dicapai 261,75 °C.



Gambar 13. Data Suhu T₃

Hasil dari data yang didapatkan menjelaskan bahwa rasio campuran biomassa limbah aren dan limbah plastik PP yang mampu mencapai suhu tertinggi diantara rasio campuran yang lain adalah campuran 0% limbah aren dan 100% limbah plastik PP. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh rasio variasi komposisi campuran limbah aren dan limbah plastik PP terhadap suhu yang dapat dicapai. Semakin banyaknya limbah plastik PP dibanding dengan limbah aren, maka suhu yang didapatkan akan semakin tinggi. Sebaliknya, semakin banyaknya

limbah aren dalam rasio campuran, maka suhu yang didapatkan akan semakin rendah. Kuantitas minyak hasil pirolisis dipengaruhi oleh jenis bahan baku, jumlah bahan baku, dan suhu pemanasan (Ahmad dkk., 2014).

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu yang didapatkan, maka minyak yang dihasilkan akan semakin banyak. Pengaruh rasio variasi RDF-4 campuran biomassa limbah aren dan limbah plastik PP terhadap kuantitas minyak hasil pirolisis yang dihasilkan. Hasil yang didapatkan pada RDF-4 campuran biomassa limbah aren 0% dan limbah plastik PP 100% menghasilkan kuantitas terbanyak sebesar 577,67 ml.

RDF-4 yang tidak dicampur dengan biomassa limbah aren akan menghasilkan kuantitas minyak lebih banyak dibanding dengan yang dicampur biomassa limbah aren. Kuantitas minyak hasil pirolisis dipengaruhi oleh jenis bahan baku, jumlah bahan baku dan suhu pemanasan yang dicapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiba, N., Suharti, H., Ari, A., Jurusan, W., Kimia, T., Malang, N., Soekarno, J., & No, H. (2020). Bricketting Poly-styrene Waste dengan Metode Thermal Decomposition Sebagai Boiler Fuel Ramah Lingkungan. *DISTILAT: JURNAL TEKNOLOGI SEPARASI*, 6(2), 41–48. <https://doi.org/10.33795/DISTILAT.V6I2.68>
- Ahmad, R., Hamidin, N., Ali, U. F. M., & Abidin, C. Z. A. (2014). Characterization of Bio-oil from Palm Kernel Shell Pyrolysis. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 7(1), 1134–1140. <https://doi.org/10.15282/jmes.7.2014.12.0110>
- Aydinli, B., & Caglar, A. (2010). The Comparison of Hazelnut Shell Copyrolysis with Polyethylene Oxide and Previous Ultra-high Molecular Weight Polyethylene. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 87(2), 263–268. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2010.01>

- 006
- G.H. Adoe, D., Gusnawati, & Ernanto, N. (2020). pengaruh kuantitas minyak pirolisis.pdf. *Jurnal Penelitian Enjiniring (JPE)*, 24, 175–182. <https://doi.org/10.25042/jpe.112020.10>
- Goldemberg, J. (2009). Biomassa E Energia. *Quim. Nova*, 32, 583–587. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000300004>
- Herliati, Bagus Prasetyo, S., & Verinaldy, Y. (2019). Potensi Limbah Plastik dan Biomassa sebagai Sumber Energi Terbarukan dengan Proses Pirolisis. *Teknologi*, 6. <https://doi.org/https://doi.org/10.31479/jte.k.v6i2.13>
- Jahirul, M. I., Rasul, M. G., Chowdhury, A. A., & Ashwath, N. (2012). Biofuels Production through Biomass Pyrolysis- A Technological Review. *Energies*, 5(12), 4952–5001. <https://doi.org/10.3390/en5124952>
- Juniarto, A. (2018). *Pemanfaatan Limbah Plastik Polipropilen Sebagai Material Kosit Plastik Biodegradable dengan Penambahan Serbuk Ampas Aren*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kholiq, I. (2015). Pemanfaatan Energi Alternatif sebagai Energi Terbarukan untuk Mendukung Substitusi BBM. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(1), i. [https://doi.org/10.1016/s1877-3435\(12\)00021-8](https://doi.org/10.1016/s1877-3435(12)00021-8)
- Koes, A. (2019). *Dari Denmark ke Klaten, Menggagas Biogas dari Limbah Aren / Teknologi*. GATRAcom.
- Nugroho, A., Fajrin Lumela, & Ratnani, R. D. (2022). Effects of the Addition of Coconut Shell Oil on Diesel Engine Performance : An Jurnal Polimesin. *Polimesin*, 20(2), 2–6. <https://doi.org/10.30811/jpl.v20i2.2847>
- Ridhuan, K., Irawan, D., & Inthifawzi, R. (2019). Proses pembakaran pirolisis dengan jenis biomassa dan karakteristik asap cair yang dihasilkan. In *Turbo: Jurnal Program Studi scholar.archive.org*. <https://scholar.archive.org/work/osylkoeulnaellzaresvavkmum/access/wayback/https://ojs.ummetro.ac.id/index.php/turbo/article/download/924/pdf>
- Wibowo, S. (2016). Karakteristik Bio-Oil dari Limbah Industri Hasil Hutan Menggunakan Pirolisis Cepat. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(1), 61–67. <https://doi.org/10.20886/jphh.2016.34.1.61-76>