

Pengaruh Variasi Konsentrasi Zeolit Alam terhadap Karakteristik Minyak Hasil Pirolisis Campuran Plastik Polypropylene (PP) dan Serbuk Kulit Durian

Rega Andreawan Ari Wahyudi Arto ¹, Mokh. Hairul Bahri ^{2*}, Asroful Abidin ³

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember; email: Revgaa26@gmail.com

²Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember; email: mhairulbahri@unmuhjember.ac.id

³Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember; email: asrofulabidin@unmuhjember.ac.id

* Penulis Korespondensi : Mokh. Hairul Bahri

Abstract: The increasing accumulation of polypropylene (PP) plastic waste and durian peel waste has become an environmental concern that requires effective and sustainable management strategies. One promising approach is the conversion of these wastes into liquid fuel through the pyrolysis process. This study aims to investigate the effect of natural zeolite addition on the quality of pyrolysis oil produced from a mixture of PP plastic waste and durian peel powder. The study is based on the principles of pyrolysis, PP plastic depolymerization, the role of biomass in co-pyrolysis, and the function of natural zeolite as a catalyst for hydrocarbon cracking. An experimental laboratory method was employed using a batch-type pyrolysis reactor operated at 400°C for 60 minutes. Natural zeolite concentrations of 5%, 10%, and 15% were applied, while the amount of durian peel powder was maintained at 5 grams for each sample. The parameters analyzed included pyrolysis oil yield, density, viscosity, and calorific value. The results showed that the addition of natural zeolite increased oil production, with the highest yield reaching 375 mL in sample D3. The highest density was obtained in sample D4 at 9.021 g/mL, while the highest viscosity and calorific value were achieved by sample D5 at 0.38 mm²/s and 5,277.01 cal/g, respectively. These findings indicate that natural zeolite significantly influences the characteristics of pyrolysis oil, with a 15% zeolite concentration providing the best energy quality based on the calorific value obtained.

Keywords: pyrolysis, polypropylene (PP), durian peel, natural zeolite, pyrolysis oil.

Abstrak: Peningkatan volume limbah plastik polypropylene (PP) dan kulit durian menjadi tantangan lingkungan yang perlu ditangani melalui metode pengolahan yang efektif dan berkelanjutan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah mengonversi limbah tersebut menjadi bahan bakar cair melalui proses pirolisis. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan zeolit alam terhadap kualitas minyak yang dihasilkan dari pirolisis campuran plastik PP dan serbuk kulit durian. Kajian penelitian mengacu pada konsep pirolisis, mekanisme depolimerisasi plastik PP, peran biomassa dalam proses ko-pirolisis, serta fungsi zeolit alam sebagai katalis yang membantu proses perengkahan hidrokarbon. Penelitian dilaksanakan secara eksperimental di laboratorium menggunakan reaktor pirolisis tipe batch pada suhu 400°C selama 60 menit. Variasi konsentrasi zeolit alam yang digunakan adalah 5%, 10%, dan 15%, sedangkan massa serbuk kulit durian ditetapkan sebesar 5 gram pada setiap sampel. Parameter yang diamati meliputi volume minyak yang dihasilkan, densitas, viskositas, dan nilai kalor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan zeolit alam mampu meningkatkan hasil minyak pirolisis, dengan volume tertinggi sebesar 375 mL pada sampel D3. Nilai densitas tertinggi diperoleh pada sampel D4 sebesar 9,021 g/mL, sedangkan viskositas dan nilai kalor tertinggi masing-masing dicapai oleh sampel D5 sebesar 0,38 mm²/s dan 5.277,01 cal/gram. Temuan ini menunjukkan bahwa zeolit alam berpengaruh terhadap karakteristik minyak pirolisis yang dihasilkan, dan penambahan zeolit sebesar 15% memberikan kualitas energi terbaik berdasarkan nilai kalor yang diperoleh.

Kata kunci: pirolisis, polypropylene (PP), kulit durian, zeolit alam, minyak pirolisis

Diterima: June 25, 2026

Direvisi: June 30, 2026

Diterima: July 17, 2026

Diterbitkan: July 17, 2026

Versi sekarang: July 30, 2026



Hak cipta: © 2026 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons Attribution (CC BY SA)
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

1. Pendahuluan

Masalah sampah plastik *polypropylene* (PP) yang terus menumpuk membutuhkan solusi segera mengingat sifat material ini yang sangat sulit terurai secara alami[1]. Keberadaan PP dalam berbagai produk kemasan dan barang rumah tangga menciptakan

dilema lingkungan dimana material yang sangat awet justru menjadi beban ekosistem[2]. Sementara itu, limbah organik seperti kulit durian yang melimpah di daerah tropis sering kali menjadi masalah tersendiri akibat penanganannya yang kurang optimal melalui pembakaran atau penimbunan, kondisi ini mendorong perlunya pengembangan metode pengolahan terpadu yang mampu mengubah kedua jenis limbah tersebut menjadi produk bernilai[3]. Teknologi pirolisis sebagai proses dekomposisi termal tanpa oksigen menawarkan potensi konversi plastik PP menjadi bahan bakar cair, namun efektivitas proses ini dapat ditingkatkan melalui penambahan material katalitik alami seperti kulit durian[4].

Penambahan limbah kulit durian ke dalam proses pirolisis plastik PP bukanlah sebuah pencampuran yang sederhana, melainkan sebuah strategi yang didasari oleh potensi sinergi kimiawi antara kedua material tersebut, Secara hipotesis, kulit durian memainkan peran ganda yang krusial. Pertama, ia bertindak sebagai *co-feeder* atau bahan baku pendamping yang turut menyumbangkan senyawa karbon untuk dikonversi menjadi produk volatil. Kedua, dan yang lebih penting, adalah perannya sebagai katalis alami hetrogen. Ketika mengalami pirolisis, kulit durian akan menghasilkan *biochar* yang memiliki struktur pori-pori luas dan mengandung senyawa anorganik seperti kalium (K) dan kalsium (Ca)[5]. *Biochar* inilah yang menjadi situs aktif katalitik, menyediakan area permukaan yang sangat besar untuk memfasilitasi pemutusan rantai polimer panjang (depolimerisasi) dari PP menjadi hidrokarbon rantai pendek, Selain itu, komponen selulosa dan hemiselulosa dalam kulit durian yang terdegradasi pada suhu lebih rendah dapat menghasilkan radikal bebas dan senyawa intermediate yang memicu dan mempercepat reaksi pemecahan rantai karbon plastik, sehingga menurunkan energi aktivasi yang dibutuhkan dalam proses pirolisis murni plastik [6].

Untuk mengukur pengaruh limbah kulit durian secara komprehensif, penelitian ini akan memfokuskan pada beberapa parameter kunci produksi bahan bakar cair. Variabel utama yang dimanipulasi adalah rasio atau persentase massa kulit durian terhadap campuran plastik PP[7]. Pengaruh ini kemudian akan dievaluasi melalui sejumlah indikator kinerja. Pertama adalah rendemen atau yield bahan bakar cair, yang mengkuantifikasi seberapa banyak fraksi minyak yang dihasilkan dari satu kali proses, kedua, adalah karakteristik fisiko-kimia dari minyak tersebut, yang meliputi viskositas, densitas, titik nyala, dan nilai kalor (calorific value), yang secara langsung menentukan kualitasnya sebagai bahan bakar. Ketiga, dan yang paling mendalam, adalah komposisi kimia hidrokarbon yang dianalisis menggunakan kromatografi gas-spektrometri massa (GC-MS)[8]. Analisis ini akan mengungkap apakah penambahan kulit durian dapat meningkatkan fraksi bensin (C5-C12) atau diesel (C13-C20) dan mengurangi fraksi lilin (wax) yang tidak diinginkan, serta mengurangi kandungan senyawa olefin yang dapat menurunkan stabilitas oksidatif bahan bakar[9].

Pada studi sebelumnya yang diteliti oleh Anggoro [10], Penggunaan katalis pada pirolisis plastik PP dan PET dapat mempengaruhi proses pirolisis dengan perbandingan hasil liquid, arang, dan gas. Hasil liquid pada pirolisis katalis lebih banyak plastik PP dari pada plastik PET, akan tetapi minyak pada plastik PET memiliki masa jenis lebih besar

dibanding plastik PP sehingga pada Gambar 3 hasil liquid menunjukkan angka lebih banyak di banding plastik PP. Untuk hasil arang yang didapat plastik PP lebih banyak dari plastik PET dengan jumlah 96 gram, dan untuk hasil gas pada pirolisis plasti PET lebih banyak dari plastik PP dikarenakan plastik PET menghasilkan gas yang sulit untuk dikondensasikan lebih banyak.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan untuk menyusun spesifikasi teknis (*technical specification*) dalam scale-up proses pirolisis katalitik, termasuk parameter kinetik, persyaratan katalis, dan karakteristik produk, guna mendukung implementasi sistem konversi limbah-ke-energi yang efektif dan layak secara teknis. Tujuan penelitian ini yakni Mengetahui Bagaimana pengaruh variasi tambahan Zeolit Alam terhadap densitas minyak hasil pirolisis plastic PP (*Polypropylene*) dan serbuk kulit durian. Mengetahui pengaruh variasi tambahan Zeolit Alam terhadap viskositas minyak pirolisis plastic PP (*Polypropylene*) dan serbuk kulit durian. Mengetahui pengaruh variasi tambahan Zeolit Alam terhadap nilai kalor minyak pirolisis plastic PP (*Polypropylene*) dan serbuk kulit durian.

2. Tinjauan Literatur

Pirolisis plastik *Polypropylene* (PP) merupakan proses dekomposisi termokimia yang berlangsung pada suhu tinggi, umumnya antara rentang 400 hingga 550°C, dalam atmosfer inert tanpa kehadiran oksigen, pada kondisi ini, energi panas yang diberikan menginduksi pemutusan ikatan kimia pada rantai polimer panjang PP [$(C_3H_6)_n$] melalui dua mekanisme utama, yaitu random *scission* yang memecah ikatan secara acak di tengah rantai dan *end-chain scission* (*unzipping*) yang melepas monomer dari ujung rantai[11]. Proses depolimerisasi ini kemudian menghasilkan spektrum produk yang terdiri dari fase cair berupa minyak pirolisis yang utamanya mengandung campuran hidrokarbon seperti alkena (terutama monomer propilena), alkana, dan senyawa aromatik dalam rentang karbon C5 hingga C20; fase gas yang terdiri dari hidrokarbon ringan (C1-C4) seperti metana, etana, dan propana; serta fase padat dalam jumlah minimal berupa sisa karbon (*char*)[12]. Komposisi produk ini sangat bergantung pada parameter proses, di mana suhu yang lebih rendah dan waktu tinggal yang singkat cenderung menghasilkan fraksi cair (*wax* dan minyak) yang lebih berat, sementara suhu yang lebih tinggi dan waktu tinggal yang lama akan mendorong *secondary cracking* lebih lanjut, menghasilkan lebih banyak fraksi gasoline-ringin dan gas, karakteristik inilah yang menjadikan pirolisis sebagai teknologi yang menjanjikan untuk mengkonversi limbah plastik PP, yang notabene sangat sulit terurai secara alami, menjadi sumber daya energi berupa bahan bakar cair[13].

2.1 Pirolisis

Pirolisis adalah suatu proses dekomposisi termokimia material organik melalui pemanasan pada suhu tinggi (biasanya antara 300-800°C) dalam kondisi tanpa oksigen atau atmosfer inert, proses fundamental ini bekerja berdasarkan prinsip pemberian energi panas untuk memutus ikatan kimia pada senyawa organik berantai panjang, sehingga mengubahnya menjadi produk dengan berat molekul yang lebih rendah dalam tiga bentuk fasa: gas, cair, dan padat[14].

2.2 Katalis Zeolit Alam Dalam Pirolisis

Kinerja zeolit alam sangat bergantung pada sifat asam dan struktur porinya. Parameter operasi seperti WHSV (Weight Hourly Space Velocity), yaitu rasio massa umpan per jam terhadap massa katalis, menjadi parameter kunci. WHSV yang terlalu rendah akan meningkatkan yield kokas, sedangkan WHSV yang terlalu tinggi mengurangi konversi karena waktu kontak yang terlalu singkat [15].

3. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental laboratorium untuk menganalisis pengaruh campuran limbah kulit durian terhadap karakteristik kualitas bahan bakar cair hasil pirolisis sampah plastik PP. Proses penelitian melibatkan konversi sampah plastik polypropylene (PP) yang dipadukan dengan katalis zeolite alam menjadi bahan bakar cair melalui proses pirolisis pada suhu 400°C, lalu dicampur dengan serbuk kulit durian. Setiap sampel bahan bakar cair yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi untuk menentukan nilai Viskositas, Densitas dan Laju pembakaran.

Berdasarkan diagram alir penelitian yang tercantum, prosedur penelitian ini dimulai dengan tahap studi literatur dimana peneliti mengkaji berbagai referensi teoritis dan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik pirolisis. Setelah landasan teori cukup kuat, dilanjutkan dengan persiapan sampel yang meliputi penyiapan bahan baku dan katalis zeolit alam yang akan digunakan, tahap inti penelitian adalah proses pirolisis yang dilakukan dengan variasi katalis untuk membandingkan pengaruh perbedaan katalis terhadap hasil pirolisis[14]. Setelah proses pirolisis selesai, dilakukan pengambilan data melalui serangkaian uji kualitas produk yang dihasilkan, meliputi uji nilai oktan, titik nyala, dan viskositas untuk mengetahui karakteristik produk cair yang diperoleh. Data yang terkumpul kemudian diolah dan dievaluasi dengan membandingkan spesifikasi produk hasil pirolisis terhadap standar kualitas bahan bakar bensin, jika hasil evaluasi menunjukkan ketidaksesuaian dengan standar, maka perlu dilakukan perbaikan atau pengulangan proses[15]. Setelah semua data memenuhi kriteria, penelitian dilanjutkan dengan menyajikan hasil dan pembahasan dimana data diinterpretasikan dan dianalisis secara mendalam. Penelitian diakhiri dengan penarikan kesimpulan dan pemberian saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya. Secara keseluruhan, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan bahan bakar alternatif dari proses pirolisis yang memenuhi standar kualitas bahan bakar bensin melalui optimasi penggunaan katalis zeolit alam[10].

Penelitian ini menerapkan metode analisis deskriptif kuantitatif untuk mengolah data hasil eksperimen. Data numerik dianalisis dan disajikan dalam bentuk tabel serta grafik menggunakan software Excel agar lebih mudah dibaca dan dipahami. Selanjutnya, hasil analisis dijelaskan secara naratif dengan bahasa yang jelas, ringkas, dan informatif. Pendekatan ini digunakan untuk membantu menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan dalam penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengujian Viskositas Minyak PP

Uji viskositas minyak pirolisis dilakukan untuk menentukan tingkat kekentalan minyak serta hambatannya terhadap aliran saat dikenai gaya gesek. Parameter ini menggambarkan kemudahan suatu fluida untuk mengalir. Semakin tinggi nilai viskositas, semakin besar tingkat kekentalan minyak sehingga alirannya menjadi lebih lambat. Sebaliknya, nilai viskositas yang rendah menunjukkan bahwa minyak memiliki sifat alir yang lebih baik dan lebih mudah mengalir. Dengan demikian, viskositas menjadi salah satu parameter penting dalam mengevaluasi karakteristik dan kualitas minyak pirolisis sebagai bahan bakar alternatif.

Tabel 4. 1 Waktu Alir dan Densitas Minyak PP

NO	Jenis Sampel	Waktu(t)	Densitas (g/ml)
1.	DI	0,59	8,832
2.	D2	0,78	9,002
3.	D3	0,82	8,997
4.	D4	0,87	9,021
5.	D5	0,94	8,936
6.	Air	0,8	0,98

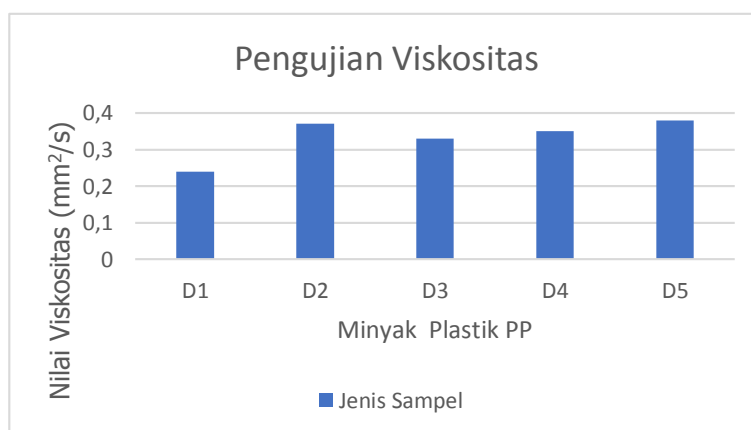
Sampel D1 menunjukkan nilai densitas paling rendah, yaitu sebesar 8,832 g/ml. Nilai tersebut meningkat pada sampel D2 hingga mencapai 9,002 g/ml, kemudian mengalami sedikit penurunan pada D3 menjadi 8,997 g/ml. Densitas tertinggi diperoleh pada sampel D4 dengan nilai 9,021 g/ml, sebelum kembali menurun pada D5 menjadi 8,936 g/ml. Meskipun terjadi fluktuasi antar sampel, selisih nilai densitas yang relatif kecil mengindikasikan bahwa minyak pirolisis yang dihasilkan memiliki karakteristik fisik yang cukup seragam. Pada tabel menunjukkan bahwa proses pirolisis berlangsung secara konsisten sehingga tidak menimbulkan perbedaan densitas yang signifikan pada setiap variasi sampel.

Berikut hasil keseluruhan perhitungan viskositas ostwald minyak pirolisis pada tabel

Tabel 4. 2 Hasil Akhir Perhitungan Uji Viskositas Minyak PP

NO	Jenis Sampel	Viskositas (mm^2/s)
1	D1	0,24
2	D2	0,37
3	D3	0,33
4	D4	0,35
5	D5	0,38

Berdasarkan hasil perhitungan, sampel D1 menunjukkan nilai viskositas terendah, yaitu sebesar 0,24 mm^2/s . Nilai ini mengindikasikan bahwa sampel D1 memiliki tingkat kekentalan paling rendah sehingga dapat mengalir lebih mudah dibandingkan sampel lainnya. Pada sampel D2, viskositas meningkat cukup signifikan hingga mencapai 0,37 mm^2/s , yang menunjukkan adanya peningkatan hambatan fluida terhadap aliran. Selanjutnya, nilai viskositas pada D3 mengalami sedikit penurunan menjadi 0,33 mm^2/s . Meskipun demikian, tren peningkatan kembali terlihat pada D4 dengan nilai 0,35 mm^2/s . Di antara seluruh sampel, D5 memiliki viskositas tertinggi, yaitu 0,38 mm^2/s , yang menandakan tingkat kekentalan paling besar dibandingkan sampel lainnya. Secara keseluruhan, data menunjukkan adanya fluktuasi nilai viskositas antar sampel, dengan kecenderungan meningkat dari D1 hingga D5.



Gambar 4. 1 Grafik Uji Viskositas Minyak PP

Pada gambar 4. nilai viskositas pada sampel D1 hingga D5 menunjukkan kecenderungan meningkat, meskipun terjadi sedikit penurunan pada sampel D3. Tren ini mengindikasikan adanya perubahan karakteristik minyak hasil pirolisis, di mana D5 memiliki tingkat kekentalan tertinggi, sedangkan D1 merupakan sampel dengan kekentalan terendah. Variasi nilai viskositas tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan komposisi hidrokarbon yang terbentuk selama proses pirolisis. Semakin besar kandungan fraksi hidrokarbon berat dalam minyak, semakin tinggi pula viskositas yang dihasilkan. Dengan demikian, D5 diduga mengandung fraksi hidrokarbon yang lebih berat dibandingkan sampel lainnya, sementara D1 cenderung didominasi oleh hidrokarbon dengan fraksi yang lebih ringan.

Dalam aplikasinya sebagai bahan bakar, viskositas menjadi salah satu parameter penting karena berpengaruh langsung terhadap proses atomisasi saat pembakaran. Viskositas yang terlalu tinggi dapat menyebabkan bahan bakar sulit terdispersi menjadi butiran halus, sehingga proses pembakaran menjadi kurang optimal. Sebaliknya, viskositas yang terlalu rendah dapat menurunkan kemampuan pelumasan pada sistem bahan bakar. Oleh karena itu, pengujian viskositas diperlukan untuk menilai karakteristik aliran dan kualitas minyak hasil pirolisis, serta menentukan kesesuaiannya sebagai bahan bakar alternatif[16].

4.2 Pengujian Nilai Kalor Minyak PP

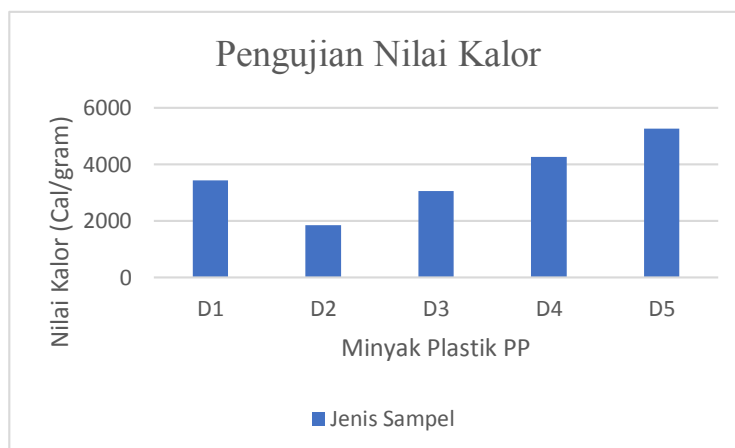
Uji nilai kalor merupakan metode yang digunakan untuk mengukur besarnya energi panas yang dilepaskan ketika suatu bahan bakar mengalami pembakaran sempurna pada kondisi tertentu. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan energi yang tersimpan dalam bahan bakar, sehingga dapat digunakan sebagai salah satu parameter dalam menilai kualitas serta efisiensi energi yang dimilikinya. Semakin tinggi nilai kalor suatu bahan bakar, semakin besar pula energi yang dapat dihasilkan selama proses pembakaran.

Tabel 4. 3 Hasil Uji Nilai Kalor

NO	Jenis Sampel	Nilai Kalor (Cal/gram)
1	D1	3430,89
2	D2	1853,78
3	D3	3051,01
4	D4	4262,63
5	D5	5277,01

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sampel D2 memiliki nilai kalor paling rendah, yaitu sebesar 1.853,78 cal/gram. Nilai tersebut menandakan bahwa kandungan energi yang dapat dihasilkan melalui proses pembakaran relatif lebih kecil dibandingkan sampel lainnya. Pada sampel D3, nilai kalor meningkat menjadi 3.051,01 cal/gram, kemudian kembali mengalami kenaikan pada D1 hingga mencapai 3.430,89 cal/gram. Tren peningkatan ini berlanjut pada D4 dengan nilai kalor sebesar 4.262,63 cal/gram. Di antara seluruh sampel yang diuji, D5 menghasilkan nilai kalor

tertinggi, yaitu 5.277,01 cal/gram, yang menunjukkan kemampuan menghasilkan energi panas paling besar.



Gambar 4. 2 Grafik Uji Nilai Kalor Minyak PP

Grafik Pengujian Nilai Kalor Minyak Plastik PP menunjukkan perbedaan nilai kalor pada lima sampel minyak hasil pirolisis, yaitu D1 hingga D5. Nilai kalor yang diperoleh berada pada rentang 1.853,78–5.277,01 cal/gram, yang mencerminkan kemampuan masing-masing sampel dalam menghasilkan energi panas saat dibakar. Sampel D2 memiliki nilai kalor terendah, yaitu sekitar 1.853,78 cal/gram. Nilai ini menunjukkan bahwa D2 memiliki kandungan energi yang paling rendah dibandingkan sampel lainnya. Pada D3, nilai kalor meningkat menjadi sekitar 3.051,01 cal/gram, kemudian kembali meningkat pada D1 yang mencapai sekitar 3.430,89 cal/gram. Meskipun posisi D1 berada sebelum D2 pada grafik, secara nilai D1 lebih tinggi daripada D3. Peningkatan yang lebih signifikan terlihat pada D4, dengan nilai kalor sekitar 4.262,63 cal/gram. Selanjutnya, D5 menunjukkan nilai kalor tertinggi, yaitu sekitar 5.277,01 cal/gram, sehingga memiliki potensi energi terbesar di antara seluruh sampel yang diuji. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan nilai kalor dari D2 hingga D5, meskipun masih terdapat variasi nilai pada beberapa sampel. Peningkatan nilai kalor mengindikasikan bahwa sampel tersebut memiliki kandungan hidrokarbon yang lebih tinggi atau tersusun oleh senyawa yang mampu menghasilkan energi lebih besar selama proses pembakaran. Sebaliknya, nilai kalor yang lebih rendah dapat berkaitan dengan keberadaan air, senyawa oksigenat, maupun komponen lain yang mengurangi efektivitas pelepasan energi saat pembakaran berlangsung[17]. Berdasarkan data yang diperoleh, sampel D5 menghasilkan nilai kalor tertinggi sehingga menunjukkan kualitas energi yang paling baik di antara seluruh sampel yang diuji. Di sisi lain, D2 memiliki nilai kalor terendah, yang menandakan kemampuan menghasilkan energi panas paling rendah. Temuan ini menunjukkan bahwa D5 memiliki potensi yang lebih besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif, karena mampu menyediakan energi yang lebih tinggi dibandingkan sampel lainnya[18].

5. Kesimpulan

- a. Pengaruh variasi penambahan zeolit alam terhadap viskositas minyak hasil pirolisis plastik PP dan serbuk kulit durian memperlihatkan kecenderungan peningkatan nilai viskositas seiring bertambahnya konsentrasi zeolit yang digunakan. Nilai viskositas terendah diperoleh pada sampel D1 sebesar 0,24 mm²/s, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada sampel D5 sebesar 0,38 mm²/s. Temuan ini mengindikasikan bahwa penambahan zeolit alam berkontribusi terhadap peningkatan tingkat kekentalan minyak pirolisis yang dihasilkan.
- b. Pengaruh variasi penambahan zeolit alam terhadap nilai kalor minyak hasil pirolisis plastik PP dan serbuk kulit durian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi zeolit cenderung meningkatkan nilai kalor minyak. Nilai kalor tertinggi diperoleh pada sampel D5 dengan penambahan zeolit alam 15%, yaitu sebesar 5.277,01 cal/gram, sedangkan nilai kalor terendah terdapat pada sampel D2 sebesar 1.853,78 cal/gram. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan zeolit alam mampu meningkatkan kandungan energi minyak pirolisis, sehingga berpotensi memperbaiki kualitasnya sebagai bahan bakar alternatif.

Referensi

- [1] Farin, S. E., & Mangkurat, U. L. (n.d.). PENUMPUKAN SAMPAH PLASTIK YANG SULIT TERURAI BERPENGARUH PADA LINGKUNGAN HIDUP YANG AKAN DATANG 1–10.
- [2] Febrian, L., Aji, S., Christie, F., Davina, B., & Sari, L. (2023). Jurnal Wicara Desa , Volume 1 Nomor 6 , Desember 2023 PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK MENJADI Eco-Brick OLEH Safitri , Nurfitriyani , Raden Sukmawan M Rafiq Universitas Mataram Jurnal Wicara Desa , Volume 1 Nomor 6 , Desember 2023. 1.
- [3] Hayati, R., Mulyadi, M., Bengkulu, U. M., & Tengah, B. (2025). Volume 3 Nomor 1 , Pemanfaatan kulit durian menjadi pupuk organik yang memiliki nilai ekonomi tinggi bermanfaat untuk menyuburkan tanaman. 3(1), 131–145.
- [4] Zulfikar, W. (2020). Volume 7 Nomor 1 , PEMANFAATAN LIMBAH KULIT DURIAN MENJADI BIOBRIKET DI DESA PERESAK KABUPATEN LOMBOK BARAT.
- [5] Elsa Meilia Mayora¹, & Nugraheni, W. (2023). Volume 11 Nomor 3 , Pirolisis Limbah Plastik Jenis Low Density Polyethylene (LDPE) dan Polypropylene (PP) Menggunakan Katalis Zeolit Alam. 11(3), 773–779.
- [6] Amirul Mukminin, E. M. (2022). Volume 8 nomor 1 , Analisis Kandungan Biodiesel Hasil Reaksi Transesterifikasi Minyak Jelantah Berdasarkan Perbedaan Kosentrasi Katalis NaOH Menggunakan GC-MS. 146–158.
- [7] Ria Sheftiana Rusli Hayaati, Rika Endara Safitri, R. R. (2020). PENGARUH MASSA ARANG AKTIF KULIT DURIAN TERHADAP PENGOLAHAN LIMBAH MINYAK JELANTAH DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN KOMPOSIT POLIAMIDA-ARANG KULIT DURIAN Vol. 2 , No. 2 September 2020. 2(2), 14–27.
- [8] Harlivia, R., Effendy, S., Studi, P., Energi, T., Kimia, J. T., & Sriwijaya, P. N. (2022). Pengaruh Persen Katalis Zeolit Alam Terhadap Yield Bahan Bakar Cair Proses Pirolisis dari Limbah Plastik Polypropylene The Effect of Percentage of Natural Zeolit Catalyst on Liquid Fuel Yield from Polypropylene Plastic Waste. 2(11), 453–459.
- [9] Dwicaksono, A. V., Bahri, M. H., & Abidin, A. (2024). Pengaruh Zeolit Terhadap Waktu Kondensasi Pirolisis Limbah Plastik Polypropylene. Jurnal Smart Teknologi, 5(6), 750-756.
- [10] Zidane, A. A., & Mokh. Hairul Bahri. (2025). JURITEK : Pengaruh Penambahan Katalis Zeolit Pada Proses Pirolisis Bubble Wrap Terhadap Densitas Dan Hasil Minyak , Jurnal Ilmiah Teknik Mesin , Elektro dan Komputer.
- [11] Hermanto, H., Bahri, MH, & PN, AF (2022). Pirolisis Limbah Plastik Polypropylene Dengan Tambahan Zeolit Alam. Jurnal Cerdas Teknologi , 3 (2), 216-223
- [12] Fatimah, S. (2020). Volume 1 Nomor 1 , PLASTIK BIODEGRADABLE DENGAN VARIASI SUHU GELATINASI DAN PENAMBAHAN CaCO₃. 1(1), 1–7.
- [13] Papari, S., Bamdad, H., & Berruti, F. (2021). Pyrolytic Conversion of Plastic Waste to Value-Added Products and Fuels : A Review.
- [14] Widari, L. A., Desmi, A., Malasyi, S., & Utami, P. (2024). Pemanfaatan Penambahan Limbah Inner-Tube Rubber dan Penggunaan Abu Cangkang Kemiri Sebagai Substitusi Filler pada Campuran AC-WC. 3(3).
- [15] Hiltje, F. G., Sjouke, T., & Jan, H. (2025). University of Groningen Catalytic Conversion of Free Fatty Acids to Bio-Based Aromatics He, Songbo; Klein, Frederike Gerda Hiltje; Kramer, Thomas Sjouke; Chandel, Anshu; Tegudeer, Zhuorigebatu; Heeres, Andre; Heeres, Hero Jan. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c06181>
- [16] Syufiatun, A., Tarigan, B., Ritonga, F. S., Cuana, R., Sidik, B., & Hadi, W. (2026). Volume 7 Nomor 1 , Karakterisasi nilai

kalor briket berbasis campuran kulit durian dan kulit jagung sebagai bahan bakar padat ramah lingkungan. 07(01), 73–80.

- [17] Umar, D. F. (2022). Peningkatan Kualitas Batubara Peringkat Rendah dengan Cara Menurunkan Kadar. 18(September), 145–155. <https://doi.org/10.30556/jtmb.Vol18.No3.2022.1324>
- [18] Nur Aprilia Saputri & Laili, R. (2025). Volume 22 Nomor 1 , Perbandingan Kualitas Briket dan Nilai Kalor Ditinjau dari Berbagai Bahan. 22(April).