Chemical Engineering Journal Storage
homepage jurnal: https://ojs.unimal.ac.id/cejs/index
Chemical Engineering Journal Storage

Karakteristik Briket Arang Kulit Pinang (*Areca Catechu L.*) dengan Variasi Konsentrasi Molase dan Suhu Torefaksi

Zahra M Ambarita, Eddy Kurniawan*, Syamsul Bahri, Meriatna, Lukman Hakim
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355
Korespondensi: eddy.kurniawan@unimal.ac.id

Abstrak

Briket kulit pinang (Areca catechu L.) dibuat dari arang limbah organik yang dicetak dalam bentuk gumpalan dengan penerapan tekanan selama proses pembuatannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi suhu torefaksi (200°C, 250°C, dan 300°C) dan pengaruh variasi perekat molase terhadap karakteristik briket kulit pinang, menganalisis kadar air, kadar abu, kadar volatile matter, kadar fixed carbon dan nilai kalor pada briket kulit pinang. Proses penelitian mencakup penyiapan bahan baku, torefaksi kulit pinang dengan suhu 200°C, 250°C, dan 300°C, penghalusan arang kulit pinang, pembuatan perekat molase dengan penambahan air (perbandingan 1:10), pencampuran arang dengan molase serta pencetakan briket dengan variasi suhu torefaksi (200°C, 250°C, dan 300°C) serta variasi konsentrasi perekat molase (5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% dan 35%). Analisis karakteristik briket dilakukan berdasarkan parameter kadar air, kadar abu, kadar volatile matter, kadar fixed carbon dan nilai kalor. Dari hasil penelitian pengaruh variasi suhu torefaksi dengan perekat molase pada pembuatan briket kulit pinang, didapatkan briket dengan hasil terbaik pada suhu 300°C dengan perekat molase 5% yaitu: kadar air terendah sebesar 3,940%, kadar abu sebesar 19,711%, kadar volatile matter sebesar 24,284%, kadar fixed carbon tertinggi sebesar 52,065% dan nilai kalor tertinggi sebesar 5.686,6635 kal/g. Briket yang dihasilkan memiliki nilai kalor yang sesuai dengan ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk briket.

Kata Kunci: *Briket, Kulit Pinang, Molase, Nilai Kalor, Torefaksi*

DOI: https://doi.org/10.29103/cejs.v6i2.24023

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi di masa kini terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan pertumbuhan perekonomian global. Menipisnya cadangan minyak bumi menjadi tantangan utama dalam upaya menemukan sumber energi alternatif yang dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Sumber energi pengganti tersebut idealnya berasal dari bahan baku yang mudah diperoleh, dapat diperbarui, dan menghasilkan produk yang praktis untuk digunakan (Camarta dkk., 2020).

Tanaman pinang tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia, baik di dataran tinggi maupun rendah. Pada tahun 2023, luas perkebunan pinang di Indonesia mencapai 147.890 hektar dengan produksi biji kering hingga 69.881 ton. Kondisi ini menghasilkan jumlah kulit pinang yang sangat besar. Namun, pemanfaatan kulit pinang masih minim, umumnya hanya diolah menjadi pupuk, sementara sebagian besar menjadi limbah yang dibuang ke sungai sehingga berpotensi menimbulkan masalah lingkungan. Agar lebih bermanfaat dan memiliki nilai ekonomi, limbah tersebut perlu diolah, salah satunya menjadi bahan bakar alternatif seperti briket (Muddin, 2019).

Penggunaan perekat pada proses pembuatan briket sangat penting untuk memastikan bahwa partikel-partikel dapat menyatu dengan baik dan menghasilkan briket yang kuat dan tahan lama. Molase merupakan produk sampingan dari proses produksi gula tebu, telah banyak digunakan sebagai perekat alami dalam pembuatan briket. Molase memiliki sifat lengket yang tinggi, dan selain berfungsi sebagai perekat, juga dapat meningkatkan kepadatan dan kekuatan mekanik briket biomassa (Ismayana and Moh Rizal Afriyanto, 2021).

Briket merupakan bahan bakar padat yang dihasilkan dari biomassa melalui proses torefaksi. Torefaksi sendiri merupakan metode termokimia yang bertujuan meningkatkan kerapatan energi biomassa, yang dilakukan pada suhu sekitar 200–300℃ dengan kondisi minim atau tanpa adanya oksigen (Yasir Amani, 2023). Proses torefaksi tidak hanya meningkatkan kualitas termal dari biomassa, tetapi juga dapat mengurangi kadar air, kandungan zat volatil, dan meningkatkan sifat hidrofobik dari bahan yang ditorefaksi. Hal ini menjadikan kulit pinang yang telah ditorefaksi sebagai bahan baku yang lebih stabil dan efisien dalam penyimpanan dan transportasi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi suhu torefaksi dan variasi jumlah perekat molase terhadap karakteristik briket kulit pinang. Penelitian ini tidak hanya memberikan alternatif pemanfaatan limbah pertanian lokal, tetapi juga mendukung pengembangan energi terbarukan berbasis biomassa di Aceh Utara.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan dan Peralatan

Pada penelitian ini dibutuhkan bahan berupa kulit pinang, molase dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% dan 35% serta air. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat *retort kiln*, alat cetak briket hidrolik, ayakan 60 *mesh*, oven*, muffle furnace*, *hot plate*, *beaker glass*, cawan porselin, cawan *crucible*, *stopwatch*, desikator*, aluminium foil*, lumpang dan alu, spatula, ember, sendok, loyang/nampan, dan neraca analitik.

2.2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini, kulit pinang (*Areca catechu L.*) yang diperoleh dari limbah pertanian di wilayah Aceh Utara digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket. Kulit pinang terlebih dahulu dicuci sebanyak tiga kali menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran dan senyawa pengotor yang menempel di permukaan bahan baku. Setelah proses pencucian, bahan direndam selama 20 jam dalam air bersih dengan perbandingan bahan terhadap air sebesar 1:5. Tahap ini bertujuan untuk melunakkan struktur jaringan dan menurunkan kandungan abu pada bahan (Hasibuan dkk, 2024).

Kulit pinang yang telah direndam kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari hingga kadar airnya berkurang secara signifikan. Proses torefaksi dilakukan menggunakan alat *retort kiln* tertutup pada tiga variasi suhu, yaitu 200℃, 250℃ dan 300℃, masing-masing selama ±1,5 jam atau hingga asap putih tidak lagi keluar. Arang yang dihasilkan kemudian dihancurkan menggunakan lumpang dan alu, lalu diayak dengan ayakan berukuran 60 *mesh* untuk mendapatkan partikel dengan ukuran yang seragam.

Tahapan berikutnya adalah pembuatan briket. Perekat molase diencerkan terlebih dahulu dengan perbandingan molase:air sebesar 1:10, kemudian dicampurkan ke dalam arang sesuai variasi konsentrasi molase, yaitu 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% dan 35% terhadap berat arang. Campuran tersebut diaduk merata, lalu dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk kubus berukuran 2,5 × 2,5 × 2,5 cm, dan bahan kemudian dipadatkan menggunakan alat press hidrolik manual

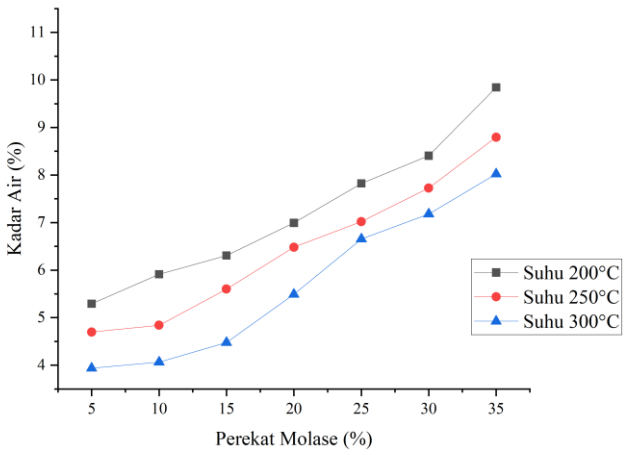
dengan tekanan 400 kg/cm². Briket yang telah dicetak selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam, lalu disimpan dalam wadah tertutup hingga siap untuk diuji.

Pengujian kadar air, kadar abu, zat menguap (*volatile matter*), dan karbon tetap (*fixed carbon*) dilakukan untuk mengetahui sifat pembakaran serta kualitas energi briket, sesuai prosedur SNI 01-6235-2000. Pengukuran nilai kalor dilakukan menggunakan *bomb calorimeter* guna menentukan efisiensi energi dari setiap variasi perlakuan.

3. Hasil Penelitian

3.1 Kadar Air

Kadar air menjadi salah satu parameter utama dalam menilai kualitas briket arang yang dihasilkan. Parameter ini menunjukkan jumlah air yang terkandung di dalam bahan. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa konsentrasi perekat yang digunakan dalam proses pembuatan briket berpengaruh signifikan terhadap kadar air yang dihasilkan (Husk, 2021). Dalam penelitian ini, kadar air dianalisis berdasarkan kombinasi suhu torefaksi (200°C, 250°C, dan 300°C) dan konsentrasi molase (5%–35%). Hasil pengujian terhadap kadar air briket dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Pengaruh Konsentrasi Molase dan Suhu Torefaksi terhadap Kadar Air Briket Arang Kulit Pinang

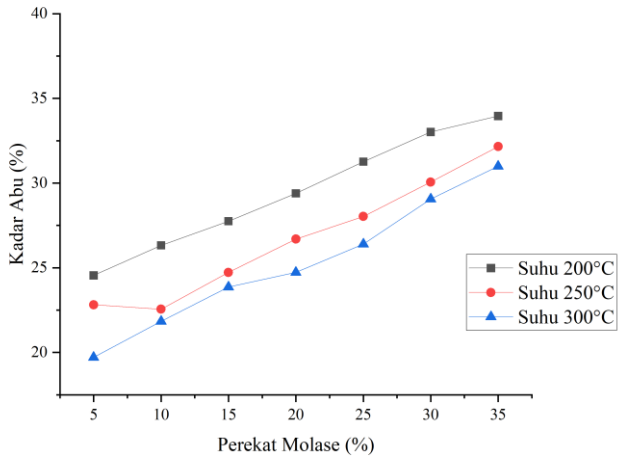
Berdasarkan Gambar 3.1, terlihat bahwa kadar air briket kulit pinang mengalami peningkatan seiring bertambahnya persentase perekat molase pada semua suhu torefaksi yang diuji, yaitu 200°C, 250°C, dan 300°C. Semakin tinggi kandungan molase, semakin besar pula kadar air yang terperangkap dalam briket. Hal ini dapat dijelaskan karena molase bersifat higroskopis, yaitu mampu menyerap dan mempertahankan kelembaban dari lingkungan. Fenomena ini sejalan dengan temuan (Purwanto dkk, 2018) yang menyatakan bahwa bahan perekat berbasis gula seperti molase cenderung menyerap kelembaban sehingga meningkatkan kadar air dalam briket. Grafik diatas menunjukkan bahwa peningkatan suhu torefaksi dari 200°C ke 300°C menyebabkan penurunan kadar air pada semua variasi kadar molase. Sebagai contoh, pada perekat molase 5%, kadar air turun dari 5,294% pada suhu 200°C menjadi 4,697% pada 250°C, dan terus menurun menjadi 3,940% pada suhu 300°C. Penurunan ini disebabkan oleh dekomposisi komponen volatil dan hilangnya air bebas serta terikat akibat pemanasan yang lebih tinggi selama proses torefaksi.

Hubungan antara suhu dan kadar perekat memperlihatkan bahwa suhu yang lebih tinggi mampu mengurangi dampak peningkatan kadar molase terhadap kadar air. Sebagai contoh, pada 35% molase, kadar air pada suhu 200°C mencapai 9,842%, sedangkan pada suhu 300°C hanya 8,024%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun molase meningkatkan kadar air, efek tersebut dapat ditekan dengan penerapan suhu torefaksi yang lebih tinggi. Dapat disimpulkan bahwa briket arang berbahan kulit pinang dengan tambahan molase memiliki kadar air yang sesuai dengan SNI 01-6235-2000, yakni kadar air briket yang baik berada <8%, yaitu pada perekat 5-25% dengan suhu 200°C, pada perekat 5-30% dengan suhu 250°C dan pada perekat 5-35% dengan suhu 300°C.

3.2 Kadar Abu

Kadar abu merupakan salah satu parameter proksimat yang menggambarkan jumlah residu tidak terbakar yang tersisa setelah proses pembakaran selesai. Tingginya kadar abu dapat mengurangi efisiensi energi dari

briket serta meninggalkan residu padat di dalam ruang pembakaran. Hasil pengujian terhadap kadar abu briket dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Pengaruh Konsentrasi Molase dan Suhu Torefaksi terhadap Kadar Abu Briket Arang Kulit Pinang

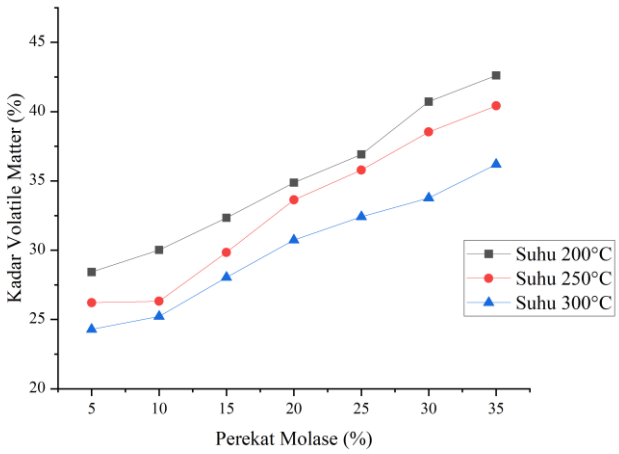
Berdasarkan Gambar 3.2, terlihat bahwa kadar abu meningkat secara signifikan seiring dengan peningkatan persentase molase yang digunakan pada semua suhu torefaksi (200°C, 250°C, dan 300°C). Peningkatan ini disebabkan oleh kandungan anorganik yang terdapat dalam molase itu sendiri. Molase mengandung sejumlah unsur mineral seperti kalsium, kalium, magnesium, dan fosfor yang tidak terbakar selama proses torefaksi dan tertinggal sebagai residu padat berupa abu (Putra dkk, 2020). Suhu torefaksi terbukti mempengaruhi kadar abu pada setiap konsentrasi molase. Pada suhu yang lebih rendah (200°C), kadar abu tercatat paling tinggi di setiap tingkat molase, sedangkan suhu lebih tinggi (300°C) menghasilkan kadar abu yang lebih rendah. Sebagai contoh, pada 35% molase, kadar abu di suhu 200°C mendekati 34%, sementara pada suhu 300°C hanya sekitar 31%. Hal ini dapat dijelaskan melalui mekanisme dekomposisi termal pada suhu tinggi, beberapa komponen anorganik yang larut dapat terurai atau terbakar lebih efektif (Yuliah dkk, 2019).

Hubungan antara kadar molase dan suhu torefaksi menunjukkan bahwa peningkatan suhu mampu menekan laju peningkatan kadar abu meskipun molase yang digunakan lebih tinggi. Grafik menunjukkan garis kemiringan paling tajam

pada suhu 200°C, dan semakin landai pada suhu 300°C. Dengan kata lain, penambahan molase pada suhu rendah menyebabkan peningkatan kadar abu yang lebih besar dibandingkan penambahan pada suhu tinggi. Jika mengacu pada standar kualitas briket bioarang Indonesia berdasarkan SNI 01-6235-2000, yang menetapkan kadar abu maksimal <8%, maka kadar abu pada briket kulit pinang ini tidak memenuhi standar tersebut, dikarenakan penggunaan molase sebagai perekat memang meningkatkan kadar abu, namun pemilihan suhu torefaksi yang tepat dapat mengendalikan efek negatif ini.

3.3 *Volatile Matter*

Kadar zat menguap (volatile matter) merupakan komponen gas yang mudah terbakar, seperti hidrogen, karbon monoksida (CO), dan metana (CH_4), serta mengandung gas yang tidak terbakar seperti karbon dioksida (CO_2). Zat menguap ini adalah bagian dari briket yang akan terurai menjadi berbagai produk ketika briket dipanaskan pada suhu sekitar 950°C tanpa adanya udara (Yuliah dkk, 2019). Hasil pengujian terhadap *volatile matter* ditampilkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Pengaruh Konsentrasi Molase dan Suhu Torefaksi terhadap Kadar Zat Volatil Briket Arang Kulit Pinang

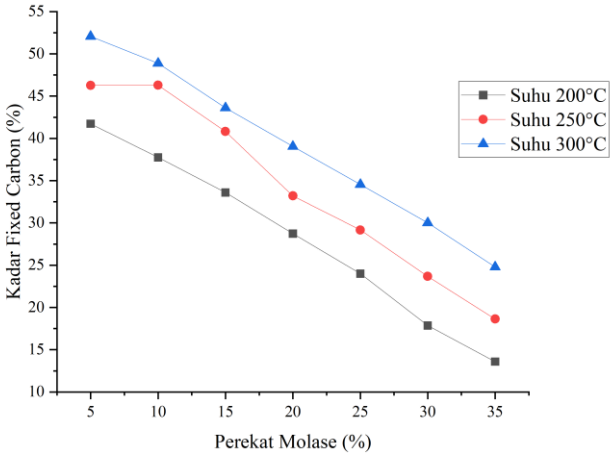
Berdasarkan Gambar 3.3, terlihat bahwa briket yang ditorefaksi pada suhu 200°C menunjukkan kadar *volatile matter* yang paling tinggi, berkisar antara 28,431% hingga 42,616% tergantung kadar molase. Sebaliknya, pada suhu 300°C,

nilai *volatile matter* cenderung menurun, dengan rentang antara 24,284% hingga 36,191%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu torefaksi, semakin rendah kandungan zat mudah menguap dalam briket, akibat dari dekomposisi komponen organik ringan seperti hemiselulosa dan sebagian selulosa yang mudah terurai pada suhu tinggi (Chen dkk, 2015). Kadar perekat molase juga berpengaruh nyata terhadap kadar *volatile matter*. Terlihat bahwa peningkatan kadar molase dari 5% ke 35% pada setiap suhu menyebabkan peningkatan nilai *volatile matter* secara konsisten. Sebagai contoh, pada suhu 200°C, *volatile matter* meningkat dari 28,431% (5% molase) menjadi 42,616% (35% molase). Molase yang kaya akan gula dan senyawa organik mudah menguap memperkaya kandungan zat volatil dalam briket (Suutarinen dkk, 2021).

Namun, meskipun kadar *volatile matter* meningkat seiring penambahan molase, pengaruh suhu torefaksi tetap lebih dominan dalam menurunkan kadar *volatile* secara keseluruhan. Hal ini dibuktikan dengan perbandingan antar suhu, di mana pada kadar molase tertinggi (35%), kadar *volatile matter* masih lebih rendah pada suhu 300°C (36,191%) dibandingkan dengan suhu 200°C (42,616%). Oleh karena itu, suhu torefaksi yang optimal harus mempertimbangkan keseimbangan antara pemanfaatan molase sebagai perekat dan efisiensi pengurangan zat *volatile.* Berdasarkan standar kualitas briket bioarang Indonesia menurut SNI 01-6235-2000, kadar zat menguap (*volatile matter*) yang diperbolehkan adalah <15%. Dengan demikian, kadar *volatile matter* pada briket kulit pinang ini tidak memenuhi standar tersebut, dikarenakan penggunaan molase sebagai perekat memang meningkatkan nilai *volatile matter* karena sifat organiknya.

3.4 *Fixed Carbon*

Fixed carbon adalah bagian karbon yang tetap berada dalam material setelah semua kandungan air dan senyawa volatil menguap. Parameter ini mencerminkan kandungan energi sebenarnya dari briket. Hasil pengujian terhadap *fixed carbon* ditampilkan pada Gambar 3.4.

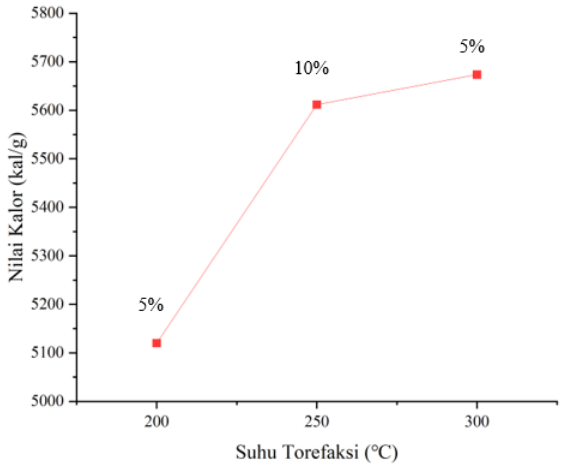


Gambar 3.4. Pengaruh Konsentrasi Molase dan Suhu Torefaksi terhadap Karbon Terikat Briket Arang Kulit Pinang

Berdasarkan gambar 3.4, terlihat bahwa suhu torefaksi yang semakin tinggi memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kandungan *fixed carbon* pada briket. Pada suhu torefaksi 200°C dengan komposisi perekat molase 5%, kadar *fixed carbon* yang diperoleh relatif rendah. Hal ini disebabkan karena pada suhu ini, proses dekomposisi termal biomassa belum berjalan secara optimal. Kandungan senyawa *volatile* dan hemiselulosa masih cukup tinggi, sehingga sebagian besar komponen organik belum terkarbonisasi sempurna menjadi karbon tetap. Peningkatan suhu torefaksi menjadi 250°C dengan perekat molase 10%, menghasilkan lonjakan kadar *fixed carbon* yang cukup besar. Hal ini menunjukkan bahwa proses dekomposisi termal mulai berlangsung secara efektif. Pada suhu tertinggi yaitu 300°C dengan perekat molase 5%, kadar *fixed carbon* mencapai nilai maksimal. Ini mencerminkan bahwa sebagian besar senyawa *volatile* telah terurai, dan struktur lignoselulosa biomassa telah mengalami karbonisasi lebih lanjut (Bridgwater, 2012). Menurut standar kualitas briket bioarang Indonesia dalam SNI 01-6235-2000, kadar karbon tetap (*fixed carbon*) yang disyaratkan adalah >77%. Oleh karena itu, kadar *fixed carbon* pada briket kulit pinang ini belum memenuhi standar tersebut.

3.5 Nilai Kalor

Nilai kalor menjadi indikator utama dalam menilai kandungan energi bahan bakar padat, semakin tinggi nilai kalor semakin besar energi panas yang dihasilkan selama proses pembakaran. Hasil pengujian terhadap nilai kalor ditampilkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Pengaruh Konsentrasi Molase dan Suhu Torefaksi terhadap Nilai Kalor Briket Arang Kulit Pinang

Dari gambar 3.5 menunjukkan bahwa peningkatan suhu torefaksi memiliki dampak langsung terhadap peningkatan nilai kalor briket. Berdasarkan grafik, nilai kalor briket pada suhu torefaksi 200°C dengan perekat molase 5% tercatat sebesar 5.119,9809 kal/g. Ketika suhu torefaksi ditingkatkan menjadi 250°C dan persentase perekat dinaikkan menjadi 10%, nilai kalor meningkat secara signifikan menjadi 5.611,1377 kal/g. Pada suhu torefaksi 300°C dengan perekat molase 5%, nilai kalor mencapai 5.686,6635 kal/g, yang merupakan nilai tertinggi dalam pengujian ini. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu torefaksi mampu menurunkan kadar air dan senyawa *volatile* dalam bahan baku, sehingga memperbesar proporsi karbon tetap yang berkontribusi langsung terhadap kenaikan nilai kalor (Mediastika dkk, 2021).

Meskipun suhu torefaksi memberikan pengaruh yang besar, variasi penggunaan perekat molase juga memberikan kontribusi terhadap perubahan nilai kalor. Pada suhu 250°C dengan penambahan molase 10%, nilai kalor naik cukup

tajam dibandingkan 200°C dengan 5% molase. Ini menunjukkan bahwa molase, yang kaya akan senyawa organik seperti gula dan lignin, juga dapat meningkatkan densitas energi briket apabila digunakan dalam jumlah yang tepat. Namun, jumlah perekat yang berlebihan dapat menyebabkan peningkatan kadar air, kadar abu, dan zat volatil yang masih tinggi, serta kandungan karbon tetap (*fixed carbon*) yang masih rendah. Namun, jika kadar abu tetap tinggi meskipun nilai kalor naik, menjadi faktor pembatas terhadap standar SNI. Oleh karena itu, pengoptimalan suhu torefaksi dan komposisi perekat perlu diperhatikan agar semua parameter kualitas briket memenuhi standar (Anggraini dkk, 2021).

4. Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi suhu torefaksi dan konsentrasi molase sebagai perekat berpengaruh signifikan terhadap kualitas briket kulit pinang. Pada komposisi tersebut, diperoleh hasil uji terbaik pada suhu 300°C dengan perekat molase 5% yaitu, kadar air terendah sebesar 3,940%, kadar abu sebesar 19,711%, *volatile matter* sebesar 24,284%, *fixed carbon* tertinggi sebesar 52,065% dan nilai kalor tertinggi sebesar 5.686,6635 kal/g. Kenaikan suhu torefaksi terbukti dapat meningkatkan kadar karbon tetap dan nilai kalor, sekaligus menurunkan kadar air serta kandungan senyawa volatil. Sementara itu, penggunaan molase sebagai perekat alami dapat meningkatkan kepadatan dan daya rekat briket, namun penggunaannya secara berlebihan justru meningkatkan kadar air dan abu, yang berdampak negatif terhadap performa pembakaran. Secara keseluruhan, briket kulit pinang pada kondisi optimal berpotensi menjadi bahan bakar alternatif yang efisien, ramah lingkungan, dan memiliki prospek untuk dikembangkan.

Berdasarkan hasil temuan ini, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi penggunaan perekat alami lainnya, serta melakukan analisis teknis dan ekonomis terkait penerapan teknologi ini di tingkat lokal. Dengan pengembangan yang tepat, briket berbahan kulit pinang dapat dimanfaatkan secara maksimal dan berpotensi menjadi salah satu sumber energi terbarukan berbasis limbah pertanian lokal.

5. Daftar Pustaka

Badan Standardiasi Nasional Indonesia. (2000). Bio briket arang kayu (SNI No. 01-6235-2000). Indonesia. Badan Standardisasi Nasional.

Bridgwater, A. V. (2012). *Review of Fast Pyrolysis of Biomass and Product Upgrading*. *Biomass and Bioenergy*, 38, 68–94. DOI: 10.1016/j.biombioe.2011.01.048

Camarta, R. dkk. (2020) 'Influence of Temperature and Time Carbonization on Calorific Value of Charcoal Briquette Raw Materials Areca Nut Husk', *MOTIVECTION : Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 2(2), pp. 27–34. Available at: https://doi.org/10.46574/motivection.v2i2.51.

Hasibuan, R., Setiawan, A., & Faisal, F. (2024). Utilization of Syngas as Co-firing Fuel for Carbonization of Arabica Coffee Pulp. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, *56*(6), 771–780. https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2024.56.6.8

Husk, R. (2021) 'Harlina, Ropiudin, Ritonga (2021)_Pengaruh Kadar Perekat Molase dan Lama Pengeringan Terhadap Kualitas Biobriket dari Tempurung Kelapa dan Sekam Padi.pdf', 2(2), pp. 19–27. https://doi.org/10.20884/1.jaber.2021.2.2.4984

Ismayana, A. and Moh Rizal Afriyanto, dan (2021) 'Pengaruh Jenis Dan Kadar Bahan Perekat Pada Pembuatan Briket Blotong Sebagai Bahan Bakar Alternatif', *J. Tek. Ind. Pert*, 186(3), pp. 186–193. http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/52089

Muddin, T.A. (2019) 'Pemanfaatan Limbah Kulit Pinang (Areca Catechu) Untuk Pembuatan Biobriket Dengan Kombinasi Limbah Hasil Produksi Asap Cair (Tar) Sebagai Perekat'. http://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/33986

Purwanto, H., dkk. (2018). Pengaruh Molase terhadap Sifat Fisik Briket Biomassa. Jurnal Energi Terbarukan Indonesia.

Putra, D. A., dkk. (2020). *Karakterisasi Briket Bioenergi dari Limbah Pertanian dengan Perekat Molase*. Jurnal Energi dan Lingkungan.

Suutarinen, M., Pulkkinen, M., & Hakkila, P. (2021). The impact of molasses as a binding agent on the performance of biomass briquettes. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 11(2), 733–742.

Yasir Amani, M.Z.A. (2023) 'Produk Briket Arang Eceng Gondok', *Energi Elektrik*, 12, pp. 14–18. https://doi.org/10.29103/jee.v12i1.12492

Yuliah, N., dkk. (2019). *Pengaruh Suhu Torefaksi terhadap Sifat Fisik dan Kimia Briket Biomassa*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. https://doi.org/10.24198/jiif.v1i01.10902