



Received 4th May 2020
Accepted 18th December 2020
Published 20th December 2020

Open Access

DOI: 10.35472/jsat.v4i2.268

Pengaruh Temperatur, Komposisi Bahan Cangkang Inti Kelapa Sawit dan Konsentrasi Perekat pada Karakteristik Briket Komersial dari Tempurung Kelapa Sawit

Guna Bangun Persada ^{*a}, Putty Yunesti ^a

^a Department of Energy System Engineering, Institut Teknologi Sumatera, Lampung, Indonesia 35365

* Corresponding E-mail: guna.persada@tse.itera.ac.id

Abstract: Briquettes are an essential product for metal mineral processing plants in Indonesia. One good alternative raw materials for briquettes that do not pollute the environment is the palm kernel shell. This research was conducted by making briquettes from palm kernel shells to find optimal variations in carbonization temperature, material mixture, and adhesive mixture. The research was conducted on a laboratory scale. The palm kernel shell and coal kernel were carbonized at various temperatures, namely 450°C, 550°C, and 650°C, then crushed and sieved to 35 mesh. The powdered palm kernel shell and coal that have become powdered charcoal are weighted based on a mixture of powder and the adhesive composition ratio of 40 g. After that, the briquettes were formed under a pressure of 100 kg/cm² on a cylindrical mold with 40 mm. The analyzes carried out were moisture content, ash content, volatile substances content, fixed carbon content, calorific value, compressive strength, density, porosity, and SEM (Scanning Electron Microscope). The results showed that the briquette from the kernel of the palm kernel shell was optimal at a temperature of 550 ° C with a starch adhesive mixture of 7.5%, a pressure of 100 kg/cm², moisture content of 5.34%, an ash content of 5.81%, a substance content. Volatile amounted to 18.77%, 71.08% for fixed carbon, heating value 7125.86 cal/g. Density of 0.78, porosity of 0.04 and strength of 72.56 kg / cm².

Keywords: *briquettes, charcoal, coal, compressive strength, palm kernel shell*

Abstrak: Briket adalah produk yang sangat penting bagi pabrik pengolahan mineral logam di Indonesia. Salah satu alternatif bahan baku briket yang baik dan tidak mencemari lingkungan adalah cangkang inti kelapa sawit. Penelitian ini dilakukan dengan membuat briket dari cangkang inti kelapa sawit untuk mencari variasi temperatur karbonisasi, campuran bahan, dan campuran perekat yang optimal. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium. Inti cangkang sawit dan batubara dikarbonisasi pada berbagai temperatur, yaitu 450°C, 550°C dan 650°C kemudian dihancurkan dan diayak hingga 35 mesh. Bubuk cangkang inti sawit dan batubara yang telah menjadi bubuk arang yang kemudian ditimbang berdasarkan perbandingan komposisi campuran bubuk dan perekat sebanyak 40 g. Setelah itu, briket dibentuk dengan tekanan 100 kg/cm², pada cetakan silindris berdiameter 40 mm. Analisa yang dilakukan adalah kadar air, kadar abu, kadar zat volatil, kadar karbon tetap, nilai kalor, kuat tekan, kepadatan, porositas dan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket dari inti cangkang sawit optimal untuk pada temperatur 550°C dengan campuran perekat pati sebesar 7,5%, tekanan sebesar 100 kg/cm², kadar air sebesar 5,34%, kadar abu 5,81%, kadar zat volatil sebesar 18,77%, 71,08% untuk karbon tetap, nilai kalor 7125,86 kal/g. Kepadatan 0,78, porositas 0,04 dan kekuatan 72,56 kg / cm².

Kata Kunci : arang, batu bara, briket, cangkang inti kelapa sawit, kuat tekan

Pendahuluan

Melalui Undang-Undang Minerba (Mineral dan Batubara) No. 4 Tahun 2009, pemerintah telah melarang ekspor bahan mentah mineral dan mewajibkan setiap perusahaan tambang untuk membangun pabrik pengolahan dan pemurnian di dalam negeri paling lambat lima tahun sejak peraturan tersebut dibuat [1]. Program peningkatan nilai tambah mineral dihadapkan pada banyak tantangan baik

bagi pemerintah maupun pengusaha mulai dari infrastruktur pertambangan yang minim dan jaminan investasi yang kurang jelas.

Salah satu minimnya infrastruktur pertambangan adalah tidak tersedianya pabrik smelter dan bahan baku pendukung untuk meningkatkan kemurnian dari bijih mineral yang ada. Proses bijih mineral dalam smelter membutuhkan bahan baku pendukung berupa reduktor karbon yang cukup



banyak. Tidak adanya bahan baku pendukung tersebut di dalam negeri dan masih mengandalkan impor tentunya akan menghambat realisasi dari undang-undang tersebut [2].

Sumber bahan baku reduktor selain batu bara yang berasal dari biomassa di Indonesia sangat melimpah, dengan pemanfaatan yang masih rendah. Salah satu sumber biomassa yang menjanjikan untuk dimanfaatkan adalah limbah pengolahan kelapa sawit yang berupa cangkang [3].

Pada penelitian ini akan dipelajari proses yang optimal untuk memproduksi briket dari cangkang kelapa sawit yang sesuai untuk proses reduksi mineral logam yang ada di Indonesia. Proses produksi briket yang dimaksud antara lain berupa variasi temperatur berkarbonisasi, variasi campuran bahan dan variasi campuran perekat. Target proses produksi tersebut selalu mengacu pada terciptanya briket biomassa yang unggul untuk menggantikan briket batubara yang komersial sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Hasil briket yang didapat dari rekayasa proses tersebut akan digunakan pada proses reduksi mineral logam sehingga proses pengolahan mineral logam Indonesia akan lebih optimal dan berdaya saing.

Metode

Material

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cangkang inti sawit dan batubara, yang diperoleh dari perkebunan industri dan pengolahan kelapa sawit di Provinsi Lampung seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Sebagai pengikat dalam produksi briket arang digunakan tepung jagung dan air. Bahan bakunya diasumsikan relatif sama dalam kondisi kekeringan dan temperatur.



Gambar 1. Bahan Baku Cangkang Inti Sawit



Gambar 2. Batubara

Metode

Analisis awal limbah kelapa sawit dan batubara dilakukan untuk mengetahui nilai kalor, kadar air, kadar abu, bahan mudah menguap dengan menggunakan Analisis Proksimat. Persyaratan kualitas briket batubara ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan Kualitas Briket Batubara [4]

| Kelas | Nilai Kalor (Kal/g, adb) | |
|-------|-----------------------------|----------------------------|
| | Batubara dengan Karbonisasi | Batubara tanpa Karbonisasi |
| A | > 60000 | 5000 - 60000 |
| B | 4500 - 6000 | 4000 - 5000 |

| No | Jenis Pengujian | Jenis | | | |
|----------------------|---------------------|-----------------------------|--------|----------------------------------|----------------------------------|
| | | Batubara dengan Karbonisasi | | Batubara tanpa Karbonisasi | |
| | | A | B | A | B |
| Sifat Mekanik | | | | | |
| 1 | Tekanan, kg/briket | > 100 | 80-100 | > 60 | 50 - 60 |
| Sifat Kimia | | | | | |
| 1 | Sulfur % of adb | ≤ 1 | ≤ 1 | ≤ 1 | ≤ 1 |
| 2 | Kadar Abu, % of adb | ≤ 15 | ≤ 20 | ≤ 20 | ≤ 20 |
| 3 | Kadar Air, % adb | ≤ 12 | ≤ 12 | ≤ 17 | ≤ 17 |
| 4 | Zat Volatil, % adb | ≤ 22 | ≤ 22 | Sesuai dengan batubara yang asli | Sesuai dengan batubara yang asli |

Penelitian menggunakan partikel batubara mentah dan cangkang inti sawit berukuran 35 yang memiliki nilai kalor cangkang inti sawit sebesar 4974,99 kal/g dan batubara nilai kalor 5994,69 kal/g, dengan variasi perbandingan cangkang inti sawit dan batubara sebesar 100:0, 50:50, dan 0:100, dengan tekanan sebesar 100 kg/cm². Komposisi perekat pati adalah 10% dari total berat bahan baku yaitu 40 gr, dengan variasi temperatur berkarbonisasi 450°C, 550°C dan 650°C. Waktu pirolisis adalah selama 8 jam. Pengamatan meliputi kadar air (%), kadar abu (%), zat volatil (%), karbon tetap (%), dan nilai kalor (kal/g).

Karbonisasi dilakukan dengan menggunakan tungku dengan berat 1500 g setiap cangkang inti sawit dan batubara. Bahan baku yang sudah disiapkan ditempatkan ke dalam tungku pemanas reaktor, dan kemudian memvariasikan temperatur masing-masing 450°C, 550°C, dan 650 °C selama 8 jam. Karbonisasi dalam dinyatakan selesai jika belum habis asap cair. Kode sampel untuk produksi briket ditunjukkan oleh [Tabel 2](#).

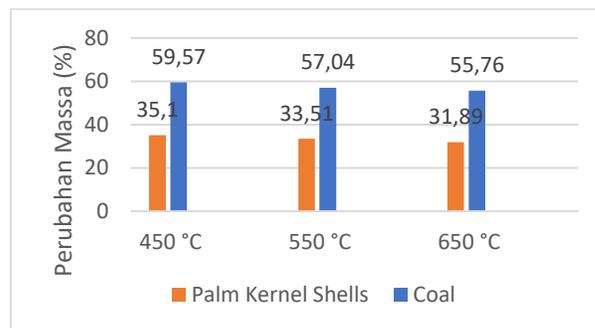
Tabel 2. Kode Sampel untuk Produksi Briket

| Kode | Keterangan |
|------|--|
| V1 | Variasi temperatur 450°C |
| V2 | Variasi temperatur 550°C |
| V3 | Variasi temperatur 650°C |
| R1 | Rasio cangkang inti sawit 100% |
| R2 | Rasio Batubara 100% |
| R3 | Rasio cangkang inti sawit 50% dan batubara 50% |
| K2 | Rasio perekat pati 2,5% |
| K3 | Rasio perekat pati 5% |
| K4 | Rasio perekat pati 7,5% |

Hasil dan Diskusi

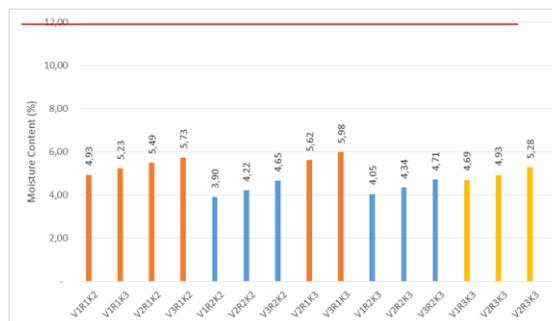
Setelah hasil pengujian pada tahap perkiraan awal pada penelitian ini yaitu karbonisasi cangkang inti kelapa sawit dan batubara. Variasi temperatur briket adalah produksi pada 450°C, 550°C dan 650°C. Rasio campuran cangkang inti sawit, 100% batubara di setiap variasi temperatur dan 50% cangkang inti sawit dengan 50% batubara di berbagai variasi temperatur. [Gambar 3](#) menunjukkan pirolisis perubahan massa cangkang inti sawit dan batubara dengan berbagai variasi temperatur. Variasi temperatur 450°C memiliki pirolisis perubahan massa sebesar 35,1% untuk cangkang inti sawit dan 59,57% untuk batubara. Analisis proksimat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bagaimana mengetahui variasi temperatur, cangkang inti sawit dan rasio campuran batubara, variasi, dan perekat terhadap besaran nilai kelembaban, kadar abu, bahan mudah menguap, karbon tetap, dan nilai kalor dari briket. Sedangkan uji tekanan

dilakukan untuk mengetahui batasan daya tahan briket pada kondisi penekanan (tekanan) yang diberikan.



Gambar 3. Pirolisis Cangkang Inti Sawit dan Karbonisasi Batubara Sebelum dan Sesudah

[Gambar 4](#) menunjukkan terjadinya peningkatan kadar air briket untuk semua variasi rasio batubara dengan karbonisasi dan batubara tanpa karbonisasi dengan temperatur dan campuran (R1, R2, dan R3) pada kondisi perekat dan tekanan. Semakin tinggi temperatur karbonisasi bubuk arang maka akan meningkatkan kadar air dalam cangkang inti sawit dan briket batubara.



Gambar 4. Kadar Air Briket

Arang sangat mudah menyerap air dari udara di sekitarnya atau bersifat higroskopis [5]. Kemampuan menyerap air dipengaruhi oleh luas permukaan dan pori-porinya. Semakin tinggi temperatur karbonisasi maka bubuk arang yang dihasilkan memiliki pori-pori yang semakin banyak. Jumlah pori yang semakin banyak akan meningkatkan kemampuan penyerapan air pada arang yang dihasilkan.

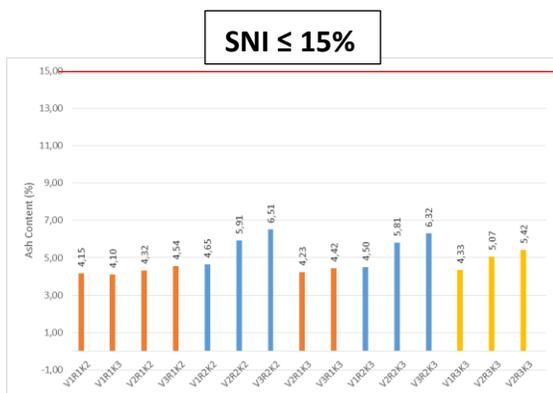
Pada masing-masing komposisi campuran kadar air bahan baku peningkatan briket memiliki kecenderungan ukuran partikel yang semakin berkurang [6]. Dari segi ukuran partikel maka hal ini dimungkinkan dengan adanya perbedaan besar yaitu pori-pori kecil antar partikel yang mampu menyimpan air. Variasi temperatur pertama, yaitu dengan mesh 35 dan

briket dengan karbonisasi 450°C memiliki kepadatan lebih rendah dibandingkan dengan variasi temperatur kedua, yaitu briket dengan temperatur karbonisasi 550°C dan 650°C yang memiliki kepadatan tinggi, semakin tinggi temperatur karbonisasi maka kepadatan briket akan lebih rapat uga.

[Gambar 4](#) menunjukkan nilai kuantitatif kadar air dari temperatur karbonisasi rasio variasi keempat dan komposisi campuran. Nilai kadar air dari variasi temperatur keempat adalah komposisi rasio dalam komposisi rasio R1 dengan nilai kadar air terendah 4,93% (V1R1K2) hingga tertinggi 5,98% (V3R1K3), dengan nilai Rasio komposisi kadar air R2 dari terendah 3,90% (V1R2K2) hingga tertinggi 4,71% (V3R2K3), rasio komposisi R3 dengan nilai kadar air terendah 4,69% (V1R3K3) hingga tinggi 5,27% (V2R3K3).

Jika dibandingkan dengan nilai kelembaban yang ditemukan pada Tabel 1, parameter kadar air diperbolehkan \leq kadar air 12%, keseluruhan nilai hasil penelitian Briket telah memenuhi standar Badan Standarisasi Nasional.

Kadar abu cangkang inti kelapa sawit dan batubara dengan karbonisasi meningkat pada variasi temperatur yang lebih tinggi. Pada briket cangkang inti kelapa sawit dengan temperatur karbonisasi meningkat, namun tidak terlalu mempengaruhi peningkatan kadar abu akan tetapi pada proses peningkatan tersebut terjadi kenaikan yang signifikan pada briket batubara seperti yang ditunjukkan pada [Gambar 5](#).



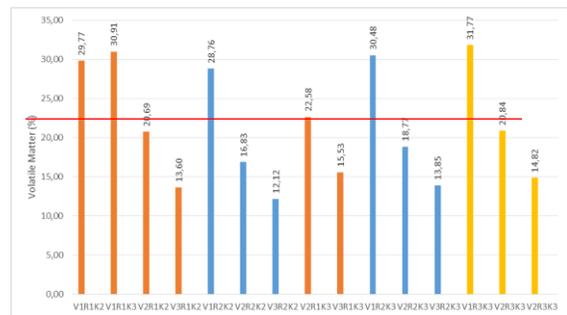
Gambar 5. Kadar Abu Arang

Pada briket, kadar karbon dan kadar abu yang rendah berdampak sangat tinggi terhadap nilai kalor briket. Kadar abu dipengaruhi oleh jenis bahan baku briket dan proses karbonisasi briket tidak sempurna pada variasi temperatur tertentu. Kadar karrbon dan kadar abu yang rendah akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi pada briket.

Dari [Gambar 5](#) menunjukkan rasio nilai kuantitas dari ketiga tingkat komposisi abu tersebut. Rasio komposisi kadar abu kadar tiga yang dimaksud adalah sebagai berikut: pada komposisi rasio R1 dengan kadar abu terendah sebesar 4,10% (V1R1K3) hingga tertinggi sebesar 4,54% (V3R1K2), rasio komposisi R2 dengan kadar abu terendah sebesar 4,50% (V1R2K3) tertinggi hingga sebesar 6,50%. (V3R2K2), dan rasio komposisi R3 dengan kadar abu terendah sebesar 4,33% (V3R2K2) hingga tertinggi sebesar 5,42% (V2R3K3).

Jika dibandingkan dengan nilai kadar air sesuai [Tabel 1](#), (kadar abu seluruh briket yang dibuat telah memenuhi standar SNI 4931-2010 dengan kadar air di bawah 15%.

[Gambar 6](#) menunjukkan bahwa nilai rata-rata hasil uji kadar zat volatil menurun pada semua rasio komposisi briket dengan kondisi perekat yang sama dan variasi dalam temperatur berkarbonisasi. Terlihat bahwa semakin tinggi temperatur berkarbonisasi maka bahan yang mudah menguap akan semakin rendah, ini terjadi pada temperatur tinggi karena penguraian senyawa non-karbon seperti CO₂, CO, CH₄ dan H₂ dapat menguap. Kadar zat yang mudah menguap yang melebihi ketentuan SNI dalam temperatur hingga 450°C dan 550°C terjadi karena sejumlah gas terkondensasi menjadi padatan saat temperatur ruangan. Gas-gas ini disebut tar, yaitu bahan yang ketika pada temperatur tinggi menjadi gas pada temperatur kamar dan berubah menjadi padatan. Hal tersebut akan menutupi permukaan kepadatan briket, sehingga menghambat proses pembentukan pori-pori [7].



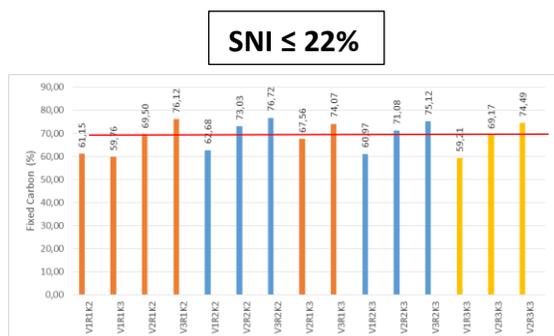
Gambar 6. Kadar zat volatil briket

[Gambar 6](#) menunjukkan besarnya nilai kadar zat volatil dari rasio komposisi yang ketiga. Nilai kadar zat volatil dari rasio komposisi kelima yang dimaksud adalah dalam komposisi R1 dengan nilai kadar zat volatil terendah sebesar 13,60% (V3R1K2) hingga tertinggi sebesar 30,91% (V1R1K3), pada komposisi kadar zat volatil R2 dengan terendah sebesar 12,12% (V3R2K2) hingga tertinggi sebesar 30,48% (V1R2K3),

dan komposisi kadar zat volatil R3 terendah sebesar 14,82% (V2R3K3) hingga tertinggi sebesar 31,77% (V1R3K3).

Jika dibandingkan dengan zat volatil yang ditemukan pada [Tabel 1](#), parameter kadar zat volatil diizinkan adalah $\leq 22\%$ Hasil penelitian menunjukkan bahwa sembilan sampel yang dibuat masuk dalam standar SNI, sedangkan enam lainnya tidak memenuhi kategori SNI.

[Gambar 7](#) menunjukkan bahwa semakin tinggi variasi temperatur briket dengan karbonisasi maka semakin tinggi pula karbon tetap yang dihasilkan. Perolehan karbon tetap yang tertinggi adalah temperatur 650°C karena struktur karbon menjadi keras dan menyusut saat tar habis, hal ini menyebabkan penurunan gas hidrokarbon, air, CO, dan H meningkat. Hal ini menyebabkan penurunan pada tingkat kadar karbon padat. Permukaan karbon akan dioksidasi dan dilepaskan dalam bentuk gas sehingga oksida membentuk kembali karbon. Hampir 76% karbon unsur diperoleh pada temperatur 450-650°C. Pencapaian nilai 76% menurut SNI dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya proses berlangsung pada kondisi udara tanpa oksigen. Selain itu, terjadinya pasokan udara ke dalam sistem proses karbonisasi mengakibatkan pembakaran bahan, sehingga nilai karbon padat lebih rendah dari 76% [\[7\]](#).



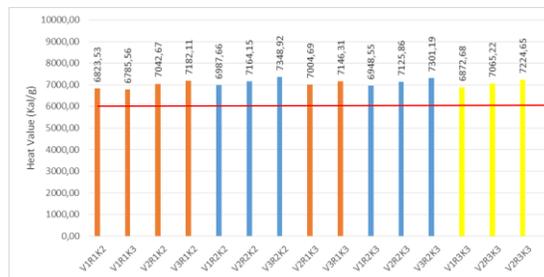
Gambar 7. Karbon Tetap dari Briket

[Gambar 7](#) juga menunjukkan besarnya karbon tetap dari rasio komposisi ketiga. Kuantitas tetap rasio komposisi karbon Rasio ketiga komposisi karbon tetap yang dimaksud yaitu, pada komposisi karbon dengan karbon tetap R1 terendah yaitu sebesar 59,76% (V1R1K3) hingga tertinggi sebesar 76,12% (V3R1K2), komposisi karbon tetap R2 terendah sebesar 60,97% (V1R2K3) hingga tertinggi sebesar 76,72% (V3R2K2), dan komposisi karbon tetap R3 terendah sebesar 59,21% (V1R3K3) hingga tertinggi sebesar 74,49% (V2R3K3).

Jika dibandingkan dengan karbon tetap yang terkandung dalam [Tabel 1](#), parameter karbon tetap diizinkan 70-80%, maka hasil penelitian karbon tetap Briket dari tujuh sampel

termasuk dalam SNI dan delapan lainnya tidak memenuhi kategori SNI.

[Gambar 8](#) menunjukkan bahwa nilai kalor meningkat pada keseluruhan rasio campuran untuk kondisi tekanan dan variasi temperatur yang sama dari karbonisasi yang berbeda. Semakin tinggi variasi temperatur karbonisasi maka akan menghasilkan nilai kalor yang lebih tinggi. Ini terkait dengan karbon tetap yang terkandung dalam cangkang inti sawit dan batubara. Semakin tinggi karbon tetap maka nilai kalor akan lebih tinggi.



Gambar 8. Nilai Kalor Briket

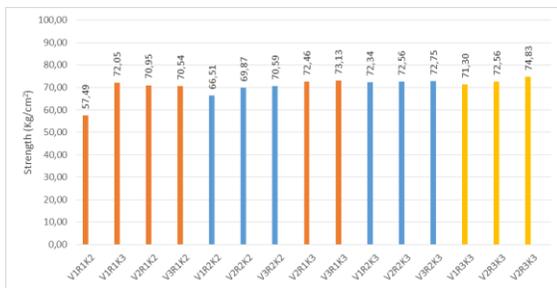
Selain itu, penggunaan perekat-pati (tepung tapioka) juga menentukan nilai panas Briket, perekat memberikan nilai kalor tinggi karena mengandung hidrokarbon dan kadar abu. Selain itu pati dapat menghasilkan 3,62 kal/g [\[1\]](#). Uap air dalam briket sangat mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan [\[8\]](#). Kadar air yang tinggi akan menurunkan nilai kalor, hal ini disebabkan oleh kalor yang tersimpan di briket terlebih dahulu digunakan untuk menguapkan air sebelum kalor yang digunakan untuk pembakaran.

[Gambar 8](#) menunjukkan jumlah nilai kadar kalor dari komposisi. Kuantitas nilai kalor dari komposisi kelima, yaitu pada komposisi R1 dengan nilai kalor rendah 6785,56 kal/g (V1R1K3) hingga tertinggi 7182,11 kal/g (V3R1K2), komposisi R2 dengan nilai kalor rendah 6948,55 kal/g (V1R2K3) hingga tertinggi 7348,92 kal/g (V3R2K2), dan komposisi R3 dengan nilai kalor rendah 6872,68 kal/g (V1R3K3) hingga tertinggi 7224,65 kal/g (V1R3K3).

Jika dibandingkan dengan nilai kalor yang terdapat pada [Tabel 1](#), parameter nilai kalor diizinkan > 6000 kal/g, maka nilai kalor hasil penelitian Briket memiliki kualitas yang baik sesuai dengan SNI karena semua sampel nilai kalor lebih dari 6000 kal/g.

Ketahanan briket sangat penting karena efek langsung pada kekuatan briket menahan beban dalam peleburan logam mineral tungku dan juga bobot briket saat proses distribusi. [Gambar 9](#) menunjukkan bahwa nilai kuat tekan meningkat pada rasio campuran dan variasi tekanan dan temperatur

yang sama dari karbonisasi yang berbeda. Sehingga peningkatan variasi temperatur karbonisasi akan meningkatkan kekuatan briket cangkang inti kelapa sawit dan batubara. Penambahan perekat juga sangat memengaruhi kekuatan tekan briket. Ini terjadi karena penambahan perekat pati akan menghasilkan briket yang lebih keras tetapi semakin rapuh. Semakin besar penambahan perekat maka briket akan semakin rapuh dan cepat rusak sehingga briket dapat menahan kuat tekan tersebut. Kekuatan briket juga dipengaruhi oleh kadar air, dimana semakin tinggi kadar air maka briket akan semakin rapuh dan sebaliknya. Hal ini terjadi karena pada saat briket dikeringkan, air menguap melalui pori-pori yang banyak pada briket sehingga ketika dilakukan penekanan briket akan dengan mudah menghancurkan briket.



Gambar 9. Kuat Tekan Briket

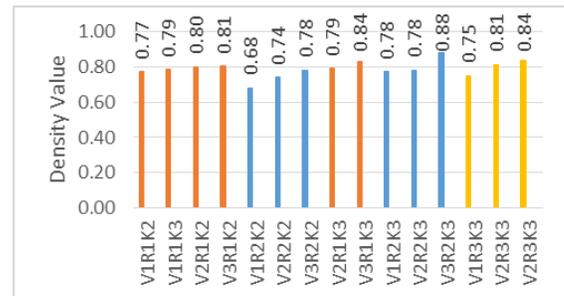
[Gambar 9](#) juga memberikan besaran nilai kuat tekan komposisi ketiga. Nilai kuantitas kekuatan komposisi yang dimaksud adalah sebagai berikut: pada komposisi R1 dengan nilai kekuatan terendah 57,49 kg / cm² (V1R1K2) hingga 73,13 dari kg / cm² tertinggi (V3R1K3), komposisi nilai R2 terendah 66,51 kekuatan kg / cm² (V1R2K2) hingga tinggi 72,75 kg / cm² (V1R2K3), dan komposisi R3 dengan nilai kekuatan terendah 71,30 kg / cm² (V1R3K3) hingga 74,83 kg / cm² tertinggi (V1R3K3).

Jika dibandingkan dengan nilai kekuatan yang ditemukan pada [Tabel 1](#). (Standar Nasional Indonesia 4931-2010 tentang batubara briket), nilai parameter tingkat zat volatile yang diijinkan $\geq 7,96$ kg / cm², nilai hasil penelitian kekuatan briket memiliki kualitas yang baik sesuai SNI karena semua nilai sampel kekuatannya lebih dari 7,96 kg / cm².

Dari hasil pengujian kepadatan briket pada [Gambar 10](#), tampak variasi temperatur memengaruhi kepadatan briket dengan karbonisasi yang dibuat dengan komposisi dan tekanan adhesif yang sama. Semakin tinggi nilai variasi temperatur maka nilai kerapatan briket dengan karbonisasi yang ada akan semakin tinggi juga. Hal ini disebabkan partikel arang semakin mengecil seolah-olah dalam karbonisasi

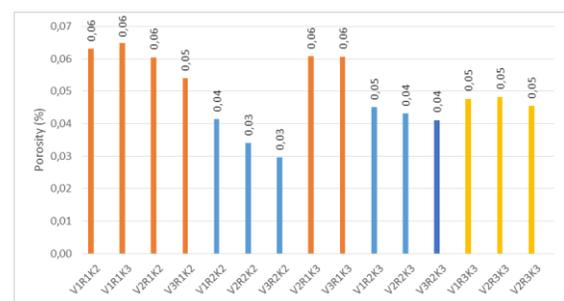
bertemperatur tinggi sehingga ketika dicetak dalam bentuk briket, partikel briket berada diantara ruang dan menutup pori-pori pada briket.

[Gambar 10](#) menjelaskan nilai briket dari rasio komposisi pengujian kepadatan ketiga. Nilai besarnya kepadatan briket dari komposisi ketiga yaitu sebagai berikut: pada komposisi R1 dengan nilai terendah untuk kepadatan briket 0,77% (V1R1K2) hingga tertinggi 0,84% (V3R1K3), komposisi nilai R2 paling rendah densitas 0,68% (V1R2K2) hingga tertinggi 0,88% (V1R2K3), dan komposisi dengan nilai kepadatan terendah R3 0,75% (V1R3K3) hingga tertinggi 0,84% (V1R3K3).



Gambar 10. Nilai Kerapatan

Dari hasil pengujian porositas briket pada [Gambar 11](#) terlihat bahwa variasi dalam temperatur briket dengan karbonisasi mempengaruhi porositas briket yang dibuat dengan komposisi dan tekanan adhesif yang sama. Semakin tinggi nilai variasi temperatur karbonisasi porositas briket yang dihasilkan akan semakin rendah. Porositas briket secara langsung berkaitan dengan nilai kepadatan briket, semakin tinggi nilai kepadatan kokas maka porositas akan semakin rendah dan semakin rendah nilai kepadatan briket maka porositas akan semakin tinggi, ini karena serbuk (partikel) arang yang dihasilkan dari variasi temperatur karbonisasi yang semakin kecil dan semakin kecil serbuk arang maka celah / ruang dalam briket yang telah dicetak akan semakin sedikit (lebih padat) sehingga porositas briket semakin kecil.



Gambar 11. Porositas

Kesimpulan

Produk briket diperoleh dengan kekuatan terbaik (74,83 kg/cm²), yaitu briket pada komposisi campuran cangkang inti sawit 50% dan temperatur karbonisasi batubara 50% masing-masing 660°C, tekanan 100 kg/cm², 5% perekat dengan parameter kadar air, kadar abu 5,28% 5,42% bahan mudah menguap 14,82%, karbon tetap 74,49% dan nilai kalor 7224,65 kal/g. (V2R3K3).

Optimalisasi briket inti sawit berdasarkan SNI 4931-2010 briket diproduksi dalam temperatur karbonisasi 550°C, tekanan 100 kg/cm², perekat 7,5% dengan parameter kadar air 5,34%, kadar abu 5,81%, bahan mudah menguap 18,77%, karbon tetap 71,08%, nilai kalor 7125,86 kal/g, kepadatan 0,78; porositas 0,04 dan kekuatan 72,56 kg/cm² (V2R2K3).

Conflicts of interest

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan pada penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] NO. 4 Undang- Undang Republik Indonesia, "Pertambangan Mineral Dan Batubara," *Uu No 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Dan Batubara*, p. 4, 2009.
- [2] R. B. Cahyono, G. Saito, N. Yasuda, T. Nomura, and T. Akiyama, "Porous ore structure and deposited carbon type during integrated pyrolysis-tar decomposition," 2014, doi: 10.1021/ef500201m.
- [3] Meisrilestari, "Pembuatan Arang Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit dengan Aktivasi Secara Fisika, Kimia dan Fisika dan Kimia," *Konversi*, 2013.
- [4] "Klasifikasi dan Syarat Mutu Briket Kokas SNI 4931 : 2010," p. 4931, 2010.
- [5] E. Kurniati, "Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif," *J. Penelit. Ilmu Tek.*, 2008.
- [6] R. B. Cahyono, A. N. Rozhan, N. Yasuda, T. Nomura, H. Purwanto, and T. Akiyama, "Carbon deposition using various solid fuels for ironmaking applications," *Energy and Fuels*, 2013, doi: 10.1021/ef400322w.
- [7] T. Muji, A. Setiawan, and G. Pamungkas, "Pembuatan Karbon Aktif dari Hasil Pirolisis Ban Bekas Production of Activated Carbon from Waste Rubber Tyres Pyrolysis," *Eksergi*, 2018.
- [8] M. Y. Thoha and D. E. Fajrin, "Pembuatan Briket Arang dari Daun Jati dengan Sagu Aren Sebagai Pengikat," *J. Tek. Kim.*, 2010.