



ARTIKEL PENELITIAN

Mutu dan karakteristik penyalaan briket arang tempurung kelapa dengan aplikasi lapisan arang sengon pada permukaannya

A. Agussalim, Andi Khairana, Marwan Rajab, Maha Rezky, Ulfa Dwiyantri^{1,*}

¹Program Studi Rekayasa Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hassanudin, Jl Perintis Kemerdekaan Km. 10, Makassar Sulawesi Selatan 90245

Disubmit 7 November 2021; direvisi 16 November 2021; diterima 14 Desember 2021



OBJECTIVES Coconut shell charcoal briquettes have a better quality than briquettes made from other biomass. However, this briquette also has a weakness, namely slow initial ignition. This study aimed to analyze the quality and ignition characteristics of coconut shell charcoal briquettes coated with sengon charcoal on both surfaces. **METHODS** Firstly, coconut shells and sengon were charcoaled. Coconut shell charcoal and sengon wood were then ground and mixed with 7% and 20% tapioca adhesive, respectively. There were four treatment ratios between coconut shell charcoal (TK) and sengon (S) used in this study, namely (1) TK/S 100/0, (2) TK/S 90/10, (3) TK/S 80/20, and TK/S/S 0/100. The briquettes made are then dried and conditioned for two weeks. The qualities of the briquettes were tested based on SNI 01–6235–2000, while the initial ignition properties and combustion rate were measured using the modified method of Davies (2013). **RESULTS** The results showed that the coconut shell charcoal briquettes TK/S 90/10 and 80/20 had a quality that was not significantly different from the uncoated coconut shell charcoal briquettes. In addition, layered charcoal briquettes also have ignition properties similar to sengon charcoal briquettes. Therefore, applying sengon charcoal as a layer on two surfaces of coconut shell charcoal briquettes with a ratio of TK/S 90/10 can increase the initial ignition properties of the briquettes without significantly reducing their calorific value. **CONCLUSIONS** Generally, the briquettes fulfilled the standards, namely the moisture content, ash content, and calorific value, except for volatile matter.

KEYWORDS coconut shell charcoal briquette; initial ignition

properties; layered briquette; sengon briquette

TUJUAN Briket arang tempurung kelapa memiliki mutu lebih baik dibanding briket dari biomassa lain. Namun di sisi yang lain, briket ini juga memiliki kelemahan pada sifat penyalaan awalnya yang lambat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis mutu dan sifat penyalaan briket arang tempurung kelapa yang diberi lapisan arang sengon pada bagian permukaannya. **METODE** Tempurung kelapa dan kayu sengon dirangkan terlebih dahulu. Setelah itu, arang tempurung kelapa dan kayu sengon dihaluskan dan dicampur perekat tapioka masing-masing 7% dan 20%. Ada empat rasio perlakuan antara arang tempurung kelapa (TK) dan sengon (S) yang digunakan dalam penelitian ini, yakni (1) TK/S 100/0, (2) TK/S 90/10, (3) TK/S 80/20, dan TK/S 0/100. Briket yang telah dicetak dikeringkan dan dikondisikan selama dua pekan. Selanjutnya, mutu briket diuji berdasarkan SNI 01–6235–2000, sedangkan sifat penyalaan awal dan kecepatan pembakaran diukur masing-masing dengan menggunakan metode Davies (2013) yang dimodifikasi. **HASIL** Hasil penelitian menunjukkan briket arang tempurung kelapa berlapis, TK/S 90/10 dan 80/20, memiliki mutu tidak berbeda nyata dengan briket arang tempurung kelapa tanpa lapisan. Selain itu, briket arang berlapis juga memiliki sifat penyalaan yang menyamai briket arang sengon. Oleh sebab itu, penerapan arang sengon sebagai lapisan pada briket arang tempurung kelapa dengan rasio TK/S 90/10 mampu memperbaiki sifat penyalaan awal dari briket tanpa mengalami penurunan nilai kalor yang berarti. **KESIMPULAN** Secara umum, briket arang yang dibuat memenuhi standar, yakni untuk mutu kadar air, kadar abu, dan nilai kalor, kecuali kadar volatil.

KATA KUNCI briket arang tempurung kelapa; briket berlapis; briket sengon; sifat penyalaan awal

1. PENDAHULUAN

Briket arang dari tempurung kelapa merupakan jenis briket yang paling diminati terutama bagi pengguna dari luar negeri. Selama masa pandemi covid-19, permintaan ekspor produk briket di pulau Jawa mengalami peningkatan hingga 50% (Pribadi 2020). Briket arang tempurung kelapa memiliki kandungan kalor tinggi, berkisar 6.700–7.100 kal/g sehingga

proses pembakaran menjadi cepat (Waseso 2019). Selain itu, briket ini juga memiliki waktu menyala sampai menjadi abu yang lebih lama dibanding briket arang dari kayu. Namun dari beberapa keunggulan tersebut, briket arang tempurung kelapa ini membutuhkan waktu yang lama untuk dinyalakan. Sementara itu, hal yang banyak dipertimbangkan oleh pengguna briket arang adalah waktu penyalanya hingga briket siap digunakan dan lama menyalnya (Bivens 2022). Beberapa briket arang komersial yang berbahan dasar kayu membutuhkan waktu penyalan berkisar 10 sampai 15 menit (Bivens 2022), sedangkan briket arang tempurung kelapa dapat mencapai 30 menit (CustomGrill 2017). Hal tersebut mungkin terjadi mengingat waktu penyalan awal arang tempurung kelapa hingga timbul titik api dapat mencapai 53,57 detik atau sembilan kali lebih lama dibandingkan dengan briket arang kayu (Jamilatun 2008).

Sejumlah penelitian untuk mempersingkat lama penyalan awal briket arang tempurung kelapa telah dilakukan, misalnya dengan menambahkan pemantik *cocodust* pada produk briket Patandung (2017). Penelitian ini mampu memperbaiki lama penyalan briket menjadi lebih singkat, namun nilai kalor briket mengalami penurunan. Demikian pula upaya perbaikan sifat penyalan briket tempurung kelapa yang dilakukan Siswati dkk. (2019) dengan penambahan bahan oksidator. Meskipun perlakuan tersebut mampu memperbaiki sifat penyalan awal dari briket, namun ini justru berdampak pada penurunan nilai kalor briket.

Kecenderungan penelitian perbaikan sifat-sifat briket arang tempurung dilakukan dengan cara mengkombinasikannya dengan bahan lain melalui pencampuran kedua bahan baku briket secara homogen (Patandung 2017; Anggoro dkk. 2018). Oleh karena itu, penelitian ini memadukan bahan arang kayu dan tempurung kelapa untuk pembuatan briket dengan cara meletakkan arang kayu yang memiliki sifat penyalan awal baik pada permukaan briket arang tempurung kelapa dalam bentuk lapisan yang tipis. Dalam kondisi ini diharapkan apabila arang kayu di bagian luar telah menyala, maka secara otomatis arang tempurung kelapa di bagian dalam akan ikut menyala.

Arang sengon dipilih untuk digunakan sebagai lapisan luar briket. Selama ini, kayu sengon memang dikenal sebagai salah satu komoditas pembangunan hutan tanaman dan merupakan *fast-growing species* sehingga potensinya cukup besar (Dayadi 2021). Di sisi lain, briket arang sengon juga dapat menghasilkan waktu penyalan awal hingga muncul titik api berkisar 15,17 sampai 23,11 detik (Hermanto 2015). Nilai tersebut masih lebih cepat dibanding briket arang tempurung kelapa. Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini bertujuan menganalisis mutu dan sifat penyalan briket arang tempurung kelapa yang diberi lapisan arang sengon pada permukaannya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan alat penelitian

Bahan penelitian dalam pembuatan briket arang berlapis diperoleh dari unit usaha di sekitar kota Makassar, Sulawesi Selatan. Bahan yang digunakan adalah tempurung kelapa, kayu sengon, dan tepung tapioka. Alat yang digunakan adalah *kiln drum* untuk pembuatan arang (Gambar 1), *disk mill* tipe FFC 23 untuk menghaluskan arang, *sieve shaker* tipe Retsch



GAMBAR 1. Pembuatan arang tempurung kelapa dengan *kiln drum*.

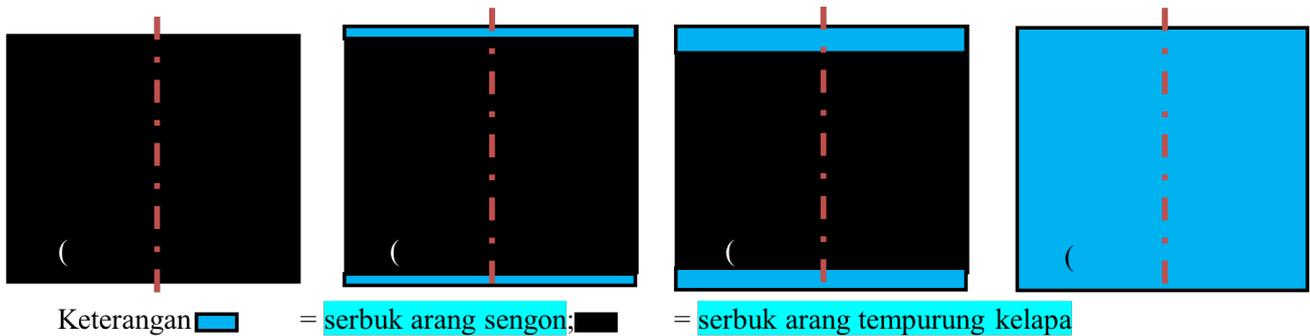
AS200 tap untuk menyaring arang pada ukuran 20, 40, 60, dan 80 mesh, kompor, panci dan alat pengaduk untuk membuat perekat, alat cetak briket berdiameter 5,7 cm dengan tinggi 5 cm dan alat kempa hidrolik untuk mencetak briket arang, timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g, oven, jangka sorong digital dengan ketelitian 0,01 mm, desikator, cawan porselin, *furnace* (tungku pembakaran), *bomb calorimeter* tipe Parr 6200, bunsen, *tripod* bunsen, kawat bunsen, korek gas dan *stopwatch* untuk pengujian mutu dan sifat penyalan briket.

2.2 Pembuatan arang dan briket

Tempurung kelapa dan kayu sengon dikeringkan terlebih dahulu sebelum dibuat arang. Tempurung kelapa yang telah kering dimasukkan ke *kiln drum* dan api dinyalakan pada tungku bagian bawah. Selanjutnya, *kiln drum* ditutup dan dilapisi tanah setelah api masuk dan membakar sebagian tempurung kelapa di dalam drum. Proses pengarangan dilakukan selama 6 jam dan setelah itu didinginkan. Arang tempurung kelapa dikeluarkan pada keesokan harinya. Proses yang sama juga dilakukan untuk membuat arang sengon.

Arang selanjutnya digiling dengan *disk mill* dan diayak dengan *sieve shaker* agar memperoleh serbuk arang berukuran 20 mesh. Selain itu, geometri ukuran serbuk juga diamati dengan mengayak serbuk pada ukuran saringan 20/40, 40/60, 60/80, dan >80 mesh. Arang sengon diterapkan sebagai lapisan muka briket seperti perlakuan (2) dan (3). Lapisan 10% atau 20% arang sengon dibagi menjadi dua bagian di mana bagian pertama diletakkan pada sisi bawah briket dan bagian kedua pada sisi atasnya seperti pada Gambar 2.

Kadar perekat yang digunakan untuk arang tempurung kelapa dan sengon adalah masing-masing 7% dan 20% dari berat serbuk arang. Perekat tapioka dibuat dengan mencampur tepung tapioka dan air dengan perbandingan 1:7 dan dipanaskan dengan api sedang hingga larutan lebih kental. Se-



GAMBAR 2. Model lapisan briket antara arang tempurung kelapa dan sengon; (1) arang tempurung kelapa 100%; (2) arang tempurung kelapa 90% dan sengon 10%; (3) arang tempurung kelapa 80% dan sengon 20%; dan (4) arang sengon 100%.

lanjutnya, perekat diadon bersama serbuk arang, dimasukkan ke dalam alat cetak berbentuk silinder sesuai dengan model lapisan pada Gambar 2, dan dikempa selama 10 menit. Kemudian, briket yang telah dicetak dikeringkan dan dikondisikan selama dua pekan sebelum diuji. Briket yang dihasilkan dalam proses ini memiliki bentuk silinder seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

2.3 Pengujian briket

Briket yang telah dibuat dilakukan pengujian kerapatan, kadar air, kadar volatil, kadar abu, nilai kalor, sifat penyalaan awal, dan kecepatan pembakarannya. Untuk pengujian mutu briket, sampel briket berlapis 10% dan 20% arang sengon diambil pada dua titik, yakni lapisan muka dengan tebal 5 mm dari permukaan yang mewakili campuran tempurung kelapa dan sengon, serta lapisan tengah yang mewakili tempurung kelapa. Sedangkan pengujian lainnya dilakukan berdasarkan 4 perlakuan briket berlapis seperti pada Gambar 2.

2.3.1 Kerapatan

Kerapatan briket ditentukan dengan cara menimbang bobot dan mengukur volume briket dalam keadaan kering udara. Diameter dan tinggi briket diukur dengan menggunakan jangka sorong. Selanjutnya, kerapatan briket dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1 dan 2.

$$V = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \tag{1}$$



GAMBAR 3. Briket arang yang dihasilkan.

$$\text{kerapatan}(g/cm^3) = \frac{m}{V} \tag{2}$$

Keterangan: V adalah volume (cm^3); π adalah phi (3,14); d adalah diameter briket (cm); t adalah tinggi briket (cm); dan m adalah bobot briket (g).

2.3.2 Kadar air (SNI 01–6235–2000)

Cawan porselin kosong dioven dan ditimbang hingga konstan. Sebanyak dua gram sampel briket dimasukkan dalam cawan dan dioven pada suhu 105 °C selama 3 jam. Setelah itu, sampel didinginkan dalam desikator dan ditimbang bobotnya. Proses pengovenan dan penimbangan sampel diulang hingga bobotnya konstan. Kadar air dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3 dan 4.

$$\text{Kadar air}(\%) = \frac{A - B}{B} \times 100\% \tag{3}$$

Keterangan: A adalah bobot sebelum sampel dioven (g); B adalah bobot konstan sampel setelah dioven pada suhu 105 °C (g).

2.3.3 Kadar volatil (SNI 01–6235–2000)

Sampel yang berasal dari pengujian kadar air diletakkan ke dalam cawan porselin bertutup yang diketahui bobotnya. Sampel diletakkan di dalam furnace dengan suhu 950 °C selama 7 menit. Setelah itu, sampel didinginkan dalam desikator dan selanjutnya ditimbang. Kadar volatil dapat dihitung berdasarkan Persamaan 4.

$$\text{Kadar volatil}(\%) = \frac{B - C}{B} \times 100\% \tag{4}$$

Keterangan: B adalah bobot konstan sampel setelah dioven pada suhu 105 °C (g); dan C adalah bobot sampel setelah dikeringkan pada suhu 950 °C (g).

2.3.4 Kadar abu (SNI 01–6235–2000)

Sampel yang berasal dari pengujian kadar volatil diletakkan ke dalam cawan porselin tanpa tutup yang diketahui bobotnya. Sampel dipanaskan di dalam furnace dengan suhu 750 °C selama 5 jam. Sampel kemudian didinginkan dalam desikator dan selanjutnya ditimbang. Kadar abu dapat dihitung berdasarkan Persamaan 5.

$$\text{Kadar abu(\%)} = \frac{D}{C} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan: D adalah bobot abu setelah dikeringkan pada suhu 750 °C (g); dan C adalah bobot sampel setelah dikeringkan pada suhu 950 °C (g).

2.3.5 Nilai kalor (SNI 01–6235–2000)

Sebanyak kurang lebih 1 g sampel uji ditimbang dan dipres berbentuk pellet. Kemudian 10 cm *fuse wire* dihubungkan dengan masing-masing elektroda dan dibuat bersinggungan dengan sampel di dalam *bomb*. *Bomb* diisi dengan oksigen maksimum 30 atm. Selanjutnya, *bucket* diisi dengan air suling sebanyak 1,5 liter dan diletakkan dalam *calorimeter*. Setelah itu, *bomb* dimasukkan ke dalam *bucket* dan *calorimeter* ditutup, tunggu selama 5 menit hingga suhu air suling konstan. Perubahan suhu yang terjadi saat pembakaran dicatat. Setelah pembakaran selesai, *calorimeter* dibuka dan diukur sisa *fuse wire* yang tidak terbakar. Air dari *bucket* selanjutnya dititrasi dengan larutan Na₂CO₃ 5% dengan menggunakan indikator merah metil. Nilai kalor dapat dihitung berdasarkan Persamaan 6.

$$\text{Nilai kalor(kal/g)} = \frac{t \times w - I1 - I2 - I3}{m} \quad (6)$$

Keterangan: t adalah kenaikan temperatur pada termometer (°C); w adalah 2.426 kalori/°C; $I1$ adalah ml Natrium karbonat yang terpakai untuk tirtasi; $I2$ adalah 13,7 x 1,02 x berat contoh; $I3$ adalah 2,3 x panjang *fuse wire* yang terbakar; dan m adalah berat contoh (g).

2.3.6 Waktu penyalan awal (metode Davies (2013) dimodifikasi)

Waktu penyalan awal adalah total waktu dibutuhkan briket untuk mulai terbakar ketika kontak dengan api yang diukur dalam detik. Bunsen, *tripod* bunsen, dan kawat kasa bunsen disiapkan. Kawat kasa dilubangi dengan ukuran diameter sekitar 5 cm agar api bunsen dapat kontak dengan permukaan briket secara langsung. Kawat kasa bunsen selanjutnya diletakkan di atas *tripod* bunsen. Bunsen dinyalakan dan sampel briket diletakkan di atas kawat kasa bunsen. Api bunsen diatur agar tidak membakar sisi vertikal briket. Waktu penyalan awal diukur segera setelah briket kontak dengan api bunsen hingga terlihat titik api pada briket dengan menggunakan *stopwatch*.

2.3.7 Kecepatan pembakaran (Metode Davies (2013) dimodifikasi)

Sampel briket yang telah diketahui beratnya diletakkan di atas kawat bunsen. Waktu pembakaran dihitung segera setelah briket kontak dengan api bunsen dengan menggunakan *stopwatch*. Jika bara api pada briket telah stabil, maka briket diletakkan di atas cawan porselin berukuran besar dengan menempatkan area briket yang terbakar pada posisi atas. Sampel dibiarkan terbakar habis sehingga diperoleh berat akhir. Kecepatan pembakaran briket dihitung dengan Persamaan 7.

$$\text{Kecepatan pembakaran(g/menit)} = \frac{Q1 - Q2}{T} \quad (7)$$

Keterangan: $Q1$ adalah bobot awal briket (g); $Q2$ adalah bobot akhir briket (g); dan T adalah total waktu pembakaran (menit).

2.4 Analisis data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis ragam dengan model Rancangan Acak Lengkap (RAL). Setiap perlakuan dibuat sebanyak tiga kali ulangan. Jika perlakuan menunjukkan pengaruh yang nyata dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey pada taraf 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik serbuk arang

Tabel 1 menunjukkan distribusi ukuran serbuk arang tempurung kelapa dan sengon yang digunakan untuk memproduksi sampel briket. Serbuk arang tempurung kelapa didominasi oleh serbuk berukuran 20/40 mesh di mana jumlahnya mencapai 65,31% (Tabel 1). Sementara pada arang sengon, serbuk berukuran 40/60 mesh diketahui memiliki jumlah terbanyak, yaitu 39,54%. Namun demikian, ukuran tersebut tidak dominan dari yang lain, dan bahkan ukuran serbuk arang sengon cenderung terdistribusi hampir merata pada tiga ukuran yakni 20/40, 40/60, dan 60/80 mesh. Secara umum, hal ini menunjukkan bahwa arang sengon memiliki serbuk dengan ukuran lebih kecil dibanding serbuk arang tempurung kelapa. Seringkali briket dengan ukuran serbuk lebih kecil akan menghasilkan karakteristik briket yang lebih baik, seperti kerapatan dan nilai kalornya tinggi (Priyanto dan Sudarmo 2018; Suryaningsih dkk. 2019).

Di sisi lain, serbuk arang sengon yang lebih kecil juga mengakibatkan arang ini membutuhkan perekat lebih banyak agar briket lebih kaku. Semakin banyak partikel dengan ukuran kecil, maka luas permukaan yang harus direkatkan pun akan semakin besar sehingga kebutuhan perekat akan meningkat. Pane dkk. (2015) melaporkan bahwa briket arang pelepas aren mengalami peningkatan kekuatan tekan seiring dengan meningkatnya jumlah perekat tapioka yang digunakan. Hal serupa juga ditunjukkan oleh penelitian Suharto dkk. (2016), kekuatan tekan briket arang kotoran sapi juga mengalami peningkatan dengan bertambahnya jumlah perekat. Hal tersebut dimungkinkan karena dengan penggunaan perekat dalam jumlah yang lebih besar maka peluang seluruh permukaan bidang rekat pada serbuk arang dapat berikatan dengan sempurna. Dalam penelitian ini, briket arang sengon menggunakan perekat sebanyak 20%, sementara briket tempurung kelapa hanya 7%. Sebelumnya, briket sengon telah dicoba menggunakan perekat dengan kadar yang lebih rendah, namun briket yang dihasilkan rapuh.

3.2 Kerapatan briket

Gambar 4 menunjukkan briket arang sengon memiliki kerapatan lebih kecil (0,35 g/cm³) dibanding briket arang dari tempurung kelapa (0,63 g/cm³). Dari Gambar 4 juga dapat dilihat bahwa penambahan serbuk arang sengon sebagai lapisan pada permukaan briket arang tempurung kelapa, sebanyak 10% dan 20% mengakibatkan penurunan kerapatan briket yang dihasilkan. Meskipun demikian, hasil uji lanjut Tukey menerangkan bahwa pemberian lapisan 10% dan 20% arang sengon pada permukaan briket arang tempurung kelapa tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan briket

TABEL 1. Distribusi ukuran serbuk arang tempurung kelapa dan sengon.

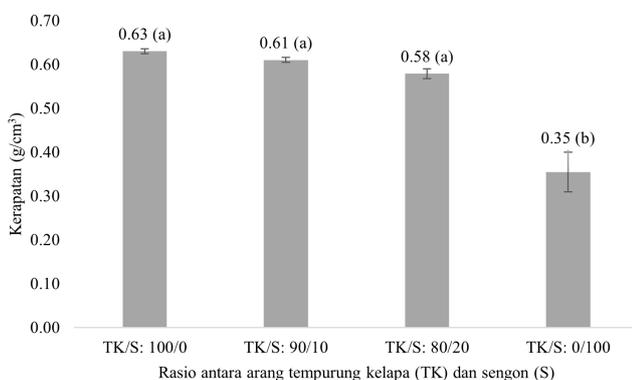
Jenis arang	Distribusi ukuran serbuk (%)			
	20/40 mesh	40/60 mesh	60/80 mesh	>80 mesh
Tempurung kelapa	65,31	31,23	2,96	0,50
Sengon	30,96	39,54	22,56	6,95

arang tempurung kelapa. Namun, ketiganya berbeda sangat nyata dengan briket arang sengon.

Pada dasarnya, seluruh briket arang ditargetkan memiliki ketebalan dan berat yang sama. Jika dapat dipenuhi, maka seluruh briket mestinya memiliki kerapatan yang cenderung serupa. Jika pun berbeda, maka arang sengon dengan ukuran serbuk lebih kecil akan menghasilkan briket dengan kerapatan lebih tinggi dibanding tempurung kelapa, namun faktanya tidak demikian. Hal tersebut terjadi karena briket yang dibuat dari sengon atau campuran sengon mengalami *springback* yang cukup besar, terutama briket yang dibuat dari 100% arang sengon. *Springback* merupakan upaya serbuk untuk membebaskan diri dari tekanan saat pengempaan terjadi (Nuryawan dkk. 2009). Hal ini menyebabkan briket yang dihasilkan lebih tebal dari yang ditargetkan.

Fenomena tersebut terjadi karena kayu sengon memang diketahui memiliki berat jenis kayu yang lebih rendah dibanding tempurung kelapa, yakni berkisar 0,33 untuk sengon dan 0,96 untuk tempurung kelapa (Suarnita 2009). Selama proses karbonisasi, keduanya akan mengalami penurunan kerapatan akibat degradasi beberapa komponen kimianya, namun sengon tetap bersifat *bulky*. Serbuk arang sengon lebih ringan jika dibandingkan dengan serbuk tempurung kelapa pada volume yang sama atau jika ditimbang pada berat yang sama maka serbuk arang sengon akan lebih besar volumenya.

Dalam pembuatan papan partikel, kayu dengan kerapatan rendah dapat menghasilkan papan berkekuatan tinggi (Shmulsky dan Jones 2011), termasuk kerapatannya juga akan lebih tinggi. Serbuk yang *bulky* akan mudah ditekan saat proses pengempaan, dan setelah beban dilepaskan perekat *thermosetting* yang digunakan, seperti urea formadehida, sudah matang sehingga tebal papan partikel cenderung lebih mendekati target. Ini berbeda dengan briket arang yang



GAMBAR 4. Kerapatan briket arang berlapis (huruf di dalam kurung adalah hasil uji perbandingan berganda Tukey pada taraf 5% di mana huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata; error bar menunjukkan standar deviasi).

menggunakan perekat tapioka. Perekat ini membutuhkan waktu pengeringan yang cukup lama. Hal tersebut menyebabkan briket yang dikempa sesuai ketebalan target masih memiliki kesempatan untuk bergerak melepaskan tekanan eksternal yang diterimanya.

3.3 Mutu briket arang

Mutu briket arang berlapis dapat dilihat pada Tabel 2. Pada briket arang berlapis dengan rasio antara tempurung kelapa dan sengon 90/10 dan 80/20 dilakukan pengamatan mutu briketnya pada lapisan muka dan tengah. Tabel 2 menunjukkan bahwa briket arang tempurung kelapa yang tanpa dan dilapisi arang sengon memiliki kadar air relatif serupa. Nilai berbeda ditunjukkan oleh briket arang sengon di mana kadar airnya lebih tinggi dari seluruh briket. Hasil uji lanjut Tukey juga menunjukkan perbedaan yang nyata antara kadar air briket arang sengon dengan briket yang lain.

Kadar air tinggi pada briket arang sengon disebabkan oleh jumlah kadar perekat yang digunakan lebih tinggi dibanding arang tempurung kelapa. Penelitian Ridjayanti dkk. (2021) menunjukkan bahwa kadar air briket arang sengon mengalami peningkatan pada penggunaan perekat dalam jumlah yang lebih tinggi. Anizar dkk. (2020) juga melaporkan hasil yang serupa di mana kadar air briket arang kulit buah nipah meningkat dengan penambahan jumlah perekat tapioka. Perekat tapioka yang mengandung senyawa karbohidrat amilosa dan amilopektin memiliki kemampuan mengikat air. Hal ini menyebabkan briket arang sengon memiliki kemampuan lebih tinggi dalam mengikat air. Sementara itu, pada briket berlapis, baik pada rasio TK/S 90/10 maupun 80/20, di mana sampel ujinya adalah campuran arang sengon dan tempurung kelapa, penambahan arang sengon tidak menyebabkan peningkatan kadar air yang berarti. Hal ini disebabkan pengaruh arang tempurung kelapanya masih lebih dominan. Meskipun demikian, kadar air lapisan muka briket TK/S 80/20 cenderung lebih tinggi oleh karena proporsi arang sengonnya memang lebih besar dibanding briket TK/S 90/10.

Kadar volatil briket juga menunjukkan kecenderungan yang serupa dengan kadar air di mana keberadaan arang sengon pada briket menyebabkan kadar volatil briket mengalami peningkatan (Tabel 2). Lapisan muka briket arang TS 90/10 memiliki kadar volatil tertinggi (45,20%) dan briket arang tempurung kelapa terendah (35,26%). Pada briket berlapis, kadar volatil lapisan muka cenderung lebih tinggi dibanding lapisan tengahnya, baik pada rasio TK/S 90/10 maupun TK/S 80/20. Namun, hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata pada kadar volatil seluruh briket.

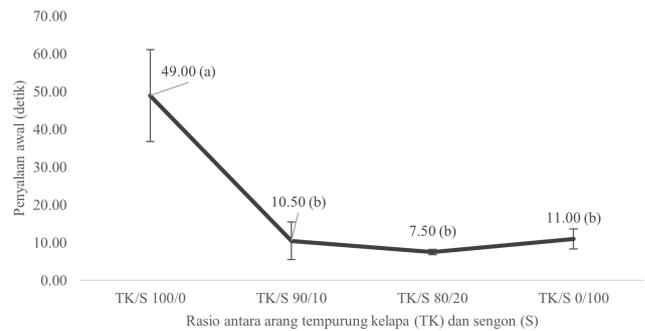
Kadar volatil yang tinggi pada briket arang sengon juga disebabkan oleh penggunaan kadar perekat yang tinggi. Sebenarnya, serbuk arang sengon dan tempurung kelapa telah mengalami degradasi karbohidrat kompleks menjadi karbon atau arang melalui proses pirolisis. Namun, perekat tapioka pada briket yang mengandung karbohidrat seperti amilosa dan amilopektin juga akan mengalami dekomposisi termal pada saat pengujian kadar *volatile* pada suhu 950 °C. Hal tersebut mengakibatkan jumlah zat yang menguap pada proses pengujian menjadi lebih besar. Sebagaimana diketahui, proses pirolisis pada suhu tinggi mengakibatkan molekul kar-

bon kompleks teroksidasi sehingga sebagian besar terurai menjadi arang (Hidayat dan Qomaruddin 2015).

Sementara itu, kadar abu briket arang sengon juga menunjukkan nilai yang tertinggi dibanding briket yang lain. Kecenderungan yang ditunjukkan pada kadar abu juga relatif sama dengan kadar air dan kadar volatil di mana briket yang dilapisi arang sengon menunjukkan peningkatan kadar abu. Hasil uji Tukey menjelaskan bahwa kadar abu lapisan muka briket berlapis TK/S 80/20 tidak berbeda nyata dengan briket arang sengon. Sedangkan pada briket berlapis TK/S 90/10, kadar abu lapisan mukanya tidak hanya berbeda nyata dengan briket arang sengon, namun juga dengan briket arang tempurung kelapa. Hal ini juga disebabkan oleh penggunaan perekat yang tinggi pada lapisan arang sengon. Penelitian Ridjayanti dkk. (2021) melaporkan bahwa briket arang sengon berperekat 15% memiliki kadar abu tertinggi sebesar 3,24% dibanding berperekat 5% dan 10%.

Nilai kalor tertinggi ditemukan pada lapisan tengah briket arang tempurung kelapa, yaitu pada briket berlapis TK/S 80/20 (6.741 kal/g), sedangkan nilai kalor terendah pada briket arang sengon (5.850 kal/g). Meskipun demikian, berdasarkan hasil uji Tukey menunjukkan nilai kalor briket arang tempurung kelapa tanpa dan dengan lapisan arang sengon menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Di sisi lain, penambahan lapisan arang sengon pada permukaan briket arang tempurung kelapa cenderung menurunkan nilai kalor pada lapisan muka briket. Penurunan terbesar terjadi pada briket berlapis dengan rasio TK/S 80/20 di mana nilai kalor lapisan mukanya lebih kecil dibanding lapisan tengahnya. Dan berdasarkan uji Tukey, nilai kalor lapisan permukaan briket tersebut menunjukkan perbedaan yang nyata dengan lapisan tengahnya. Nilai kalor briket memang dipengaruhi oleh kadar air, volatil, dan abu briket di mana nilai yang rendah dari ketiganya akan berkontribusi pada peningkatan nilai kalor briket (Hidayat dan Qomaruddin 2015; Ashar dkk. 2020; Ridjayanti dkk. 2021). Sebagaimana terungkap bahwa lapisan muka briket rasio TK/S 80/20 memang memiliki kadar volatil dan abu lebih besar dibanding lapisan tengah. Ini mengakibatkan nilai kalornya menjadi lebih rendah.

Secara umum, briket arang yang dihasilkan memenuhi persyaratan mutu SNI untuk kadar air, kadar abu, dan nilai kalor, namun tidak untuk kadar volatil. Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2, semua briket arang memiliki kadar volatil lebih besar dari 15%. Kadar volatil yang tinggi pada briket diduga akibat proses karbonisasi yang belum optimal yang disebabkan oleh suhu atau waktu pirolisisnya. Suhu karbonisasi yang tinggi cenderung dapat menghasilkan kadar vo-



GAMBAR 5. Penyalaaan awal briket arang (huruf di dalam kurung adalah hasil uji perbandingan berganda Tukey pada taraf 5% di mana huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata; error bar menunjukkan standar deviasi).

latil yang rendah (Siahaan dkk. 2013; Putro, Musabbikah 2015; Ristianingsih dkk. 2015). Sejalan dengan itu, waktu karbonisasi yang lebih lama juga dilaporkan dapat menurunkan kadar volatil briket arang (Siahaan dkk. 2013; Putro, Musabbikah 2015).

3.4 Sifat penyalaaan briket

Sifat penyalaaan awal briket arang sampai timbul titik api ditunjukkan pada Gambar 5. Gambar tersebut menunjukkan bahwa briket arang tempurung kelapa membutuhkan waktu yang lebih lama saat dinyalakan, yaitu rata-rata 49 detik. Nilai tersebut lebih rendah dibanding hasil yang diperoleh Jamilatun (2008), yakni 53,57 detik. Namun demikian, keduanya sebenarnya menunjukkan nilai yang cenderung sama di mana nilai 53,57 detik masih berada dalam cakupan variabilitas data dari briket arang tempurung kelapa pada penelitian ini. Sementara itu, briket berlapis rasio TK/S 80/20 adalah yang tercepat (7,50 detik). Penerapan arang sengon sebagai lapisan muka pada briket arang tempurung kelapa mampu mempercepat penyalaaan awal briket. Hasil uji Tukey antara perlakuan briket arang sengon, briket berlapis TK/S 90/10 dan 80/20 menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata sifat penyalaaan awal pada ketiga briket tersebut. Namun, ketiganya berbeda nyata dengan briket arang tempurung kelapa.

Pada proses penyalaaan briket, area yang terbakar lebih awal hingga muncul titik api terjadi pada bagian tepi alas briket arang. Hal tersebut diduga karena area ini cenderung lebih tipis dibandingkan dengan area tengah alas briket yang juga terekspos oleh api. Waktu penyalaaan awal briket arang tempurung kelapa berlapis arang sengon 80/20 bahkan lebih cepat dibanding briket arang tempurung kelapa yang dicampur dengan pemantik cocodust (Patandung 2017) atau yang

TABEL 2. Mutu briket arang berlapis.

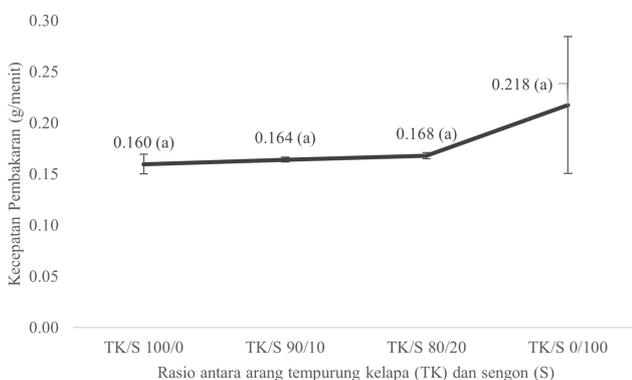
Sifat	Rasio antara tempurung kelapa (TK) dan sengon (S)						SNI 01-6235-2000
	TK/S 100/0	TK/S 90/10		TK/S 80/20		TK/S 0/100	
		Lapisan muka	Lapisan tengah	Lapisan muka	Lapisan tengah		
Kadar air (%)	6,89±0,28 (a)	6,87±0,08 (a)	6,89±0,15 (a)	7,05±0,29 (a)	6,99±0,14 (a)	7,71±0,35 (b)	≤8
Kadar volatil (%)	35,26±3,43 (a)	38,52±2,24 (a)	36,28±11,42 (a)	45,20±8,06 (a)	37,20±1,27 (a)	44,81±0,91 (a)	≤15
Kadar abu (%)	2,31±0,13 (ab)	2,77±0,09 (abc)	2,31±0,11 (ab)	3,16±0,62 (bc)	2,25±0,05 (a)	3,46±0,13 (c)	≤8
Nilai kalor (kal/g)	6.567±107 (bc)	6.402±90 (abc)	6.596±55 (bc)	5.990±464 (ab)	6.741±41 (c)	5.850±334 (a)	≥5.000

Keterangan: huruf di dalam kurung adalah hasil uji perbandingan berganda Tukey pada taraf 5% di mana huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata; dan angka yang muncul setelah ± adalah standar deviasi.

diberi bahan oksidator KMnO_4 (Siswati dkk. 2019). Penambahan pemantik *cocodust* dan bahan oksidator KMnO_4 dilaporkan dapat mempersingkat waktu penyalaan briket hingga muncul titik api menjadi sekitar 10 detik. Meskipun demikian, waktu penyalaan awal tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, seperti halnya briket arang TK/S 90/10 dan 0/100 yang memiliki sifat penyalaan awal 10,50 dan 11 detik. Hal lainnya, briket arang sengon yang dihasilkan oleh Hermanto (2015) memiliki waktu penyalaan awal yang lebih lama dibandingkan dengan briket arang sengon dalam penelitian ini. Perbedaan ini disebabkan proses penyalaan briket yang tidak sama. Pada penelitian ini menggunakan busen sebagai sumber api dimana panasnya dapat mencapai $700\text{ }^\circ\text{C}$. Sedangkan penelitian Hermanto (2015) menggunakan elemen pemanas terkontrol dengan suhu $200\text{ }^\circ\text{C}$.

Kecepatan pembakaran briket arang berbanding terbalik dengan sifat briket lainnya seperti yang disajikan pada Gambar 6. Kecepatan pembakaran cenderung mengalami peningkatan dengan makin besar proporsi arang sengon pada briket. Briket arang sengon memiliki kecepatan pembakaran terbesar ($0,218\text{ g/menit}$), sedangkan briket arang tempurung kelapa yang terkecil ($0,160\text{ g/menit}$). Kecepatan pembakaran briket arang sengon lebih tinggi dipengaruhi oleh kerapatan yang lebih kecil ($0,35\text{ g/cm}^3$) dibandingkan dengan briket lainnya ($0,58\text{--}0,64\text{ g/cm}^3$). Selain itu, kadar volatil dan abu briket arang sengon adalah yang tertinggi yang menunjukkan kadar karbon terikatnya lebih kecil. Jamilatun (2008) mengatakan bahwa kecepatan pembakaran briket arang dipengaruhi oleh kerapatan bahan dan kadar karbon terikat. Namun demikian, hasil analisis ragam menunjukkan bahwa rasio antara arang tempurung kelapa dan sengon tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kecepatan pembakaran briket.

Briket arang sengon memiliki nilai kalor terendah dibanding briket yang lain. Pada briket ini sebanyak 5.835 kalori dihasilkan dari tiap gram briketnya. Namun demikian, dalam hitungan waktu berdasarkan kecepatan pembakaran, briket arang sengon dapat menghasilkan 1.272 kalori per menit. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan briket arang tempurung kelapa di mana briket ini hanya mampu menghasilkan nilai kalor sebesar 1.051 kalori per menit. Secara umum, briket tempurung kelapa berlapis arang sengon mampu memperbaiki sifat penyalaan awal briket arang tempurung kelapa dari 49,0 detik menjadi 7,5–10,5 detik. Selain itu, briket ber-



GAMBAR 6. Kecepatan pembakaran briket arang (huruf di dalam kurung adalah hasil uji perbandingan berganda Tukey pada taraf 5% di mana huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata; error bar menunjukkan standar deviasi).

lapis dengan rasio TK/S 90/10 adalah yang terbaik sebab briket ini mampu menghasilkan nilai kalor yang relatif sama dengan tempurung kelapa dan selisih nilai kalor lapisan muka dan tengah briket ini juga yang terkecil.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan arang sengon sebagai lapisan muka pada briket arang tempurung kelapa terbukti mampu memperbaiki sifat penyalaan awal briket hingga muncul api. Lapisan arang sengon sebesar 10% dan 20% pada briket arang tempurung kelapa menjadikan waktu penyalaan awal briket arang menjadi 10,5 dan 7,5 detik dari 49,0 detik atau sekitar 4 kali lebih cepat. Hasil analisis menunjukkan bahwa rasio briket berlapis terbaik adalah tempurung kelapa 90% dan sengon 10% di mana briket ini mampu menghasilkan nilai kalor dengan selisih terkecil antara lapisan muka (6.402 kal/g) dan lapisan tengah (6.596 kal/g). Selain itu, semua briket yang diproduksi dapat memenuhi mutu kadar air, kadar abu, dan nilai kalor yang disyaratkan SNI, kecuali kadar volatil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Hasanuddin yang telah mendanai kegiatan penelitian ini melalui Hibah Penelitian Dosen Penasehat Akademik (PDPA) tahun 2021 dengan nomor kontrak 915/UN4.22/PT.01.03/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro DD, Wibawa MHD, Fathoni MZ. 2018. Pembuatan briket arang dari campuran tempurung kelapa dan serbuk gergaji kayu sengon. *Teknik*. 38(2):76. doi:10.14710/teknik.v38i2.13985.
- Anizar H, Sribudiani E, Somadona S. 2020. Pengaruh bahan perekat tapioka dan sagu terhadap kualitas briket arang kulit buah nipah. *Perennial*. 16(1):11–17. 10.24259/perennial.v16i1.9159.
- Ashar M, Sahara S, Hernawati H. 2020. Pengaruh komposisi dan ukuran partikel terhadap kualitas briket kulit durian dan tempurung kelapa. *JFT : Jurnal Fisika dan Terapannya*. 7(1):33. doi:10.24252/jft.v7i1.13964.
- Bivens J. 2022. 5 best charcoal briquettes – consistent grilling temperature for superior results. *TheBarBec*. <https://lilg.rill.com/best-charcoal-briquettes>.
- CustomGrill. 2017. Napoleon coconut briquettes - test. <https://www.youtube.com/watch?v=bPpPWGMqphc>.
- Davies R. 2013. Ignition and burning rate of water hyacinth briquettes. *Journal of Scientific Research and Reports*. 2(1):111–120. doi:10.9734/JSRR/2013/1964.
- Dayadi I. 2021. Ketahanan api kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) yang diawetkan dengan bahan pengawet boraks: fire resistance of sengon. *PERENNIAL*. 17(1):19–25. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/perennial/article/download/13650/6882>.
- Hermanto HR. 2015. Pengaruh temperatur pirolisis terhadap karakteristik termal briket arang serbuk gergajian kayu sengon [dissertation]. [Jember]: Universitas Jember. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/66657>.

- Hidayat T, Qomaruddin. 2015. Analisa pengaruh temperatur pirolisis dan bahan biomassa terhadap kapasitas hasil pada alat pembuat asap cair. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang:29–34. https://www.publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/PROSIDING_SNS_T_FT/article/view/1106.
- Jamilatun S. 2008. Sifat-sifat penyalaan dan pembakaran briket biomassa. *Jurnal Reayasa Proses*. 2(2):37–40. doi:10.22146/jrekpros.554.
- Nuryawan A, Risnasari I, Sinaga PS. 2009. Sifat fisis-mekanis papan partikel dari limbah pemanenan kayu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*. 2(2):57–63.
- Pane JP, Junary E, Herlina N. 2015. Pengaruh konsentrasi perekat tepung tapioka dan penambahan kapur dalam pembuatan briket arang berbahan baku pelepah aren (*Arenga pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4(2):32–38. doi:10.32734/jtk.v4i2.1468.
- Patandung P. 2017. Karakteristik penyalaan briket limbah serbuk arang tempurung kelapa dengan bahan pemanitik cocodust. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 11(1):50. doi:10.26578/jrti.v11i1.2696.
- Pribadi B. 2020. Ekspor briket arang tempurung kelapa jateng meningkat. *Republika.co.id*. <https://www.republika.co.id/berita/qjono8457/ekspor-briket-arang-tempurung-kelapa-jateng-meningkat>.
- Priyanto A, Sudarno D. 2018. Pengaruh variasi ukuran partikel briket terhadap kerapatan, kadar air, dan laju pembakaran pada briket kayu sengon. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VI*:541 – 546. <http://ejurnal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/340>.
- Putro, Musabbikah S. 2015. Variasi temperatur dan waktu karbonisasi untuk meningkatkan nilai kalor dan memperbaiki sifat proximate biomassa sebagai bahan pembuat briket yang berkualitas. *Simposium Nasional RAPI XIV - 2015 FT UMS*:282–288. <http://hdl.handle.net/11617/6616>.
- Ridjayanti SM, Hidayat W, Bazenet RA, Banuwa IS, Riniarti M. 2021. Pengaruh variasi kadar perekat tapioka terhadap karakteristik briket arang limbah kayu sengon (*Falcataria moluccana*). *Perennial*. 17(1):5–11. doi:10.24259/perennial.v17i1.13504.
- Ristianingsih Y, Ulfa A, Syafitri KS R. 2015. Pengaruh suhu dan konsentrasi perekat terhadap karakteristik briket bioarang berbahan baku tandan kosong kelapa sawit dengan proses pirolisis. *Konversi*. 4(2):16. doi:10.20527/k.v4i2.266.
- Shmulsky R, Jones PD. 2011. *Forest products and wood science: an introduction*. 7th edition. Hoboken: Wiley. doi:10.1002/9780470960035.
- Siahaan S, Hutapea M, Hasibuan R. 2013. Penentuan kondisi optimum suhu dan waktu karbonisasi pada pembuatan arang dari sekam padi. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2(1):26–30. doi:10.32734/jtk.v2i1.1423.
- Siswati ND, Guntoro HK, Pratama NW. 2019. Kajian penambahan oksidator terhadap sifat penyalaan briket arang tempurung kelapa. *Jurnal Teknik Kimia*. 14(1):5–9. doi:10.33005/jurnal_tekkim.v14i1.1648.
- Suarnita IW. 2009. Analisis kuat tekan beton ringan tempurung kelapa. *Jurnal SMARTek*. 7(3):143–151. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/SMARTEK/article/view/591>.
- Suharto B, Sutanahaji AT, Sunarsih. 2016. Uji kualitas briket kotoran sapi pada variasi kadar perekat tapioka dan suhu pengeringan. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 3(2):38–43. <https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/225/270>.
- Suryaningsih S, Anggraeni PM, Nurhilal O. 2019. Pengaruh ukuran partikel terhadap kualitas termal dan mekanik briket campuran arang sekam padi dan kulit kopi. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*. 9(2):79. doi:10.24198/jmei.v9i2.26351.
- Waseso R. 2019. Usaha briket arang batok kelapa masih menjanjikan (bagian 1). *Kontan.co.id*. <https://peluangusaha.kontan.co.id/news/usaha-briket-arang-batok-kelapa-masih-menjanjikan-bagian-1>.