

KARAKTERISASI BIOBRIKET BERBASIS SERBUK GERGAJI KAYU MERANTI (*Shorea pinanga*) DENGAN PROSES PIROLISIS

Yeti Widyawati¹, Achmad Chirul Anam², Agung Widodo²,

^{1,2} Teknik Kimia, Universitas Jayabaya, Jakarta

Corresponding author*: yetiwidyawati@ftjayabaya.ac.id

ABSTRAK: Energi Terbarukan merupakan energi yang lebih ramah lingkungan, tersedia dalam berbagai sumber dan dapat di daur ulang dalam waktu singkat. Energi terbarukan dapat mengganti bahan bakar fosil sebagai sumber energi terbarukan. Dalam konteks ini, biomassa muncul sebagai salah satu sumber energi terbarukan yang cukup penting. Biomassa adalah sumber terbesar di dunia, tersedia dalam beberapa kategori dan mudah untuk ditemukan di lingkungan. Biomassa merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dapat menyediakan bahan bakar padat (bio-char). Di Indonesia, berbagai jenis sumber-sumber biomassa dapat ditemukan dengan mudah, salah satunya adalah serbuk gergaji kayu meranti. Serbuk gergaji kayu meranti merupakan limbah padat dari industri meubel di daerah Pekapuran Depok Jawa Barat yang dapat digolongkan menjadi biomassa. Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk mengkonversi serbuk gergaji kayu meranti menggunakan proses pirolisis menjadi biochar untuk dijadikan biobriket. Proses pirolisis pada suhu 450 °C, waktu reaksi 90 menit dan ukuran partikel 40 mesh. Karakterisasi produk biobriket meliputi analisa kadar air, kadar abu, zat mudah menguap dan kadar karbon terikat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pirolisis limbah serbuk gergaji kayu meranti menghasilkan biobriket dengan kadar air 1,65%, Kadar *volatile matter* sebesar 12,30%, kadar abu sebesar 15,122% dan kadar karbon terikat sebesar 66,55 %.

Kata Kunci: Serbuk gergaji kayu meranti, pirolisis, bio-briket

PENDAHULUAN

Krisis energi di Indonesia disebabkan karena semakin menipisnya sumber energi konvensional seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara yang tidak diimbangi dengan peningkatan pertumbuhan penduduk. Solusi bagi krisis energi dari bahan baku fosil adalah sumber energi alternatif. Sumber energi alternatif tersebut idealnya berasal dari sumber energi yang bersifat renewable antara lain energi air, angin, biomassa, panas bumi, dan energi surya. Untuk itu diperlukan suatu pemikiran kreatif dengan menciptakan energi alternatif yang bersifat *renewable*, ramah lingkungan, dan memiliki ketersediaan yang melimpah (Sandra *et al.* 2013).

Biomassa adalah sumber energi terbarukan ramah lingkungan yang menjanjikan dalam konteks skenario energi saat ini. Pasokan energi global saat ini sebagian besar didasarkan pada bahan bakar fosil (minyak, gas alam, batubara), yang cadangannya terbatas. Dengan bertambahnya populasi dunia, meningkatnya konsumsi energi per kapita dan bukti pemanasan global, kebutuhan

akan sumber energi alternatif jangka panjang sangat diperlukan. Adanya krisis penipisan bahan bakar fosil dan degradasi lingkungan, perencanaan energi dan peningkatan teknologi telah menjadi agenda publik penting bagi sebagian besar negara maju dan berkembang. Untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, Uni Eropa meratifikasi Protokol Kyoto dan menekankan potensi inovasi ilmiah pada tahun 2002, tetapi sayangnya ada kegagalan untuk memenuhi target yang disepakati. Sebagai akibatnya, situasi pemanasan global cenderung meningkat dari hari ke hari. CO₂ di atmosfer telah melampaui tingkat berbahaya 10 tahun lebih awal dari yang diperkirakan sebelumnya. Penghargaan Hadiah Nobel Perdamaian 2007 tentang Perubahan Iklim (IPCC) dan untuk Al Gore menetapkan pentingnya masalah perubahan iklim. Pemerintah Australia saat ini memiliki target jangka panjang pengurangan emisi 60% dibandingkan tahun 1990 pada tahun 2050 (Howarth *et al.* 2010). Semua kekhawatiran ini telah mendorong pentingnya penelitian untuk alternatif produk turunan fosil.

Biomassa diakui sebagai sumber daya terbarukan untuk produksi energi dan banyak tersedia di seluruh dunia (Ramage *et al.* 2006). Pemanfaatan biomassa dalam penggunaan energi mendapat perhatian besar karena pertimbangan lingkungan dan meningkatnya permintaan energi di seluruh dunia (Zhang *et al.* 2007). Meskipun sifatnya kompleks, biomassa mengandung sejumlah sulfur, nitrogen, dan abu. Oleh karena itu, pembakaran bahan bakar nabati menghasilkan lebih sedikit emisi gas berbahaya seperti nitrogen oksida (NO_x), sulfur dioksida (SO₂) dan jelaga dibandingkan dengan bahan bakar fosil konvensional. Selain itu, emisi karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan nol, sehingga memungkinkan dari pembakaran bahan bakar biomassa karena CO₂ yang dilepaskan dari pembakaran bio-oil dapat didaur ulang melalui fotosintesis (Tsai *et al.* 2007). Di antara berbagai kategori biomassa, residu pertanian dan kayu memiliki potensi yang signifikan untuk pengembangan industri bioenergi di Indonesia.

Pirolisis adalah salah satu proses konversi biomassa menjadi bio-oil, bio-char, dan gas. Proses terjadi pada suhu operasi yang tinggi dan dalam kondisi tidak ada oksigen. Secara ilmiah, pirolisis proses dekomposisi termal bahan organik pada temperatur sekitar 350°C-550°C. Proses ini melepas 3 jenis produk, yaitu cair (Bio-oil), padat (Bio-Char), dan gas (CO, CO₂, H₂, H₂O dan CH₄) (Heyerdahl, 2006). Pirolisis melibatkan serangkaian reaksi eksotermik dan endotermik. Reaksi eksotermik yang melibatkan pemecahan bahan organik menjadi fraksi kecil terjadi pada suhu rendah selama tahap awal pirolisis. Saat suhu proses meningkat, beberapa produk primer diuapkan dan dipecah menjadi produk produk sekunder. Kondisi untuk penguapan dan perengkahan biasanya digambarkan sebagai reaksi endotermik (Cheung *et al.* 2011). Proses pirolisis dapat digunakan biomassa seperti kayu, ampas tebu, sekam padi, jerami, sekam, gandum, jerami gandum, sekam padi, dan serat kelapa (Zheng *et al.* 2007 dan Mohan *et al.* 2004).

Proses pengolahan biomassa serbuk kayu melalui teknologi pirolisis merupakan salah satu alternatif pengolahan biomassa yang dipandang cukup prospektif untuk dikembangkan. Beberapa keuntungan proses pirolisis antara lain memiliki konversi yang tinggi, memiliki kandungan energi yang tinggi, produk-produk yang dihasilkan dapat ditingkatkan menjadi bahan dasar keperluan lain (Kalita *et al.*, 2009).

Biomassa dikonversi menjadi bio-oil melalui pirolisis (Bridgwater *et al.* 2000). Minyak hasil pirolisis (bio-oil) dapat meningkatkan nilai tambah biomassa karena mudah disimpan, dipompa, dan diangkut (Czernik *et al.* 2006). Produk samping proses pirolisis adalah bio-char sekitar 15-25% (Mohan *et al.* 2006). Biochar

digunakan sebagai bahan bakar padat melalui proses pencetakan menjadi briket.

Beberapa teknik telah dibuat untuk mengoptimalkan produk biochar dari biomassa melalui proses pirolisis. Dalam praktiknya, hingga 75% berat biomassa (berbasis kering) dikonversi menjadi bio-oil dan sisanya menjadi biochar, menggunakan pirolisis cepat (Bridgwater *et al.* 2006 dan Asadullah *et al.* 2008). Penggunaan reaktor pirolisis untuk menangani serbuk kayu akan memberi manfaat, terutama dapat mengurangi polusi udara akibat pembakaran serbuk tersebut. Disamping itu produk yang dihasilkan yaitu berupa arang dan asap cair. Arang atau biochar sudah umum diketahui banyak kegunaannya. Arang selain bermanfaat sebagai sumber energi, juga dapat dimanfaatkan sebagai kesuburan tanah. Arang juga dapat diolah menjadi arang aktif yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi.

Serbuk kayu sebagian besar terdiri dari selulosa (40-50%), hemiselulosa (20-30%), lignin (20-30%), dan sejumlah kecil bahan-bahan anorganik. Karena sifat dan karakteristiknya yang unik, kayu paling banyak digunakan untuk keperluan konstruksi dan dekorasi. Umumnya sebagian limbah serbuk kayu ini hanya digunakan sebagai bahan bakar tungku, atau dibakar begitu saja, sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan serbuk gergaji kayu meranti hasil limbah industri meubel di daerah Pekapuran Depok Jawa Barat, menjadi biochar untuk dijadikan biobriket, sehingga akan meningkatkan nilai tambah dan mengurangi pencemaran lingkungan.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk gergaji kayu meranti, yang diperoleh dari limbah industri meubel di daerah Pekapuran Depok Jawa Barat. Alat-alat yang digunakan meliputi seperangkat reaktor pirolisis, ayakan 30, 40 dan 50 *mesh*, alat-alat untuk analisis seperti oven, tabung gelas, Erlenmeyer, pH meter, piknometer, alat pencetak briket dan sebagainya.

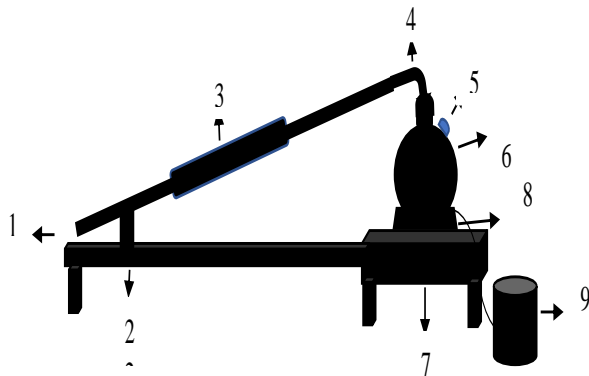
Prosedur Percobaan Proses Pirolisis

Percobaan pirolisis dilakukan pada 500 g serbuk gergaji kayu meranti dalam tabung baja reaktor tabung dengan panjang: 600 mm; diameter dalam: 38 mm, dengan gas pembawa nitrogen. Reaktor dipanaskan secara eksternal oleh tungku, dengan suhu dikontrol oleh termokopel tipe-K di dalam reaktor. Gambar 1 menunjukkan penjelasan lebih rinci tentang pengaturan pirolisis. Beberapa efek seperti suhu, waktu reaksi dan ukuran partikel dipilih untuk diselidiki dalam penelitian ini. Temperatur dipertahankan pada 300, 400, dan 500 °C, waktu reaksi diatur pada 70, 90

dan 110 menit dan ukuran partikel sampel bervariasi dalam kisaran 30, 40 dan 50 mesh (0,29 mm; 0,42 mm, dan 0,5 mm). Setelah proses pirolisis, produk yang terkondensasi (cair) dikumpulkan dan ditimbang, suhu dalam kondensor dipertahankan.

Pembuatan Biobriket

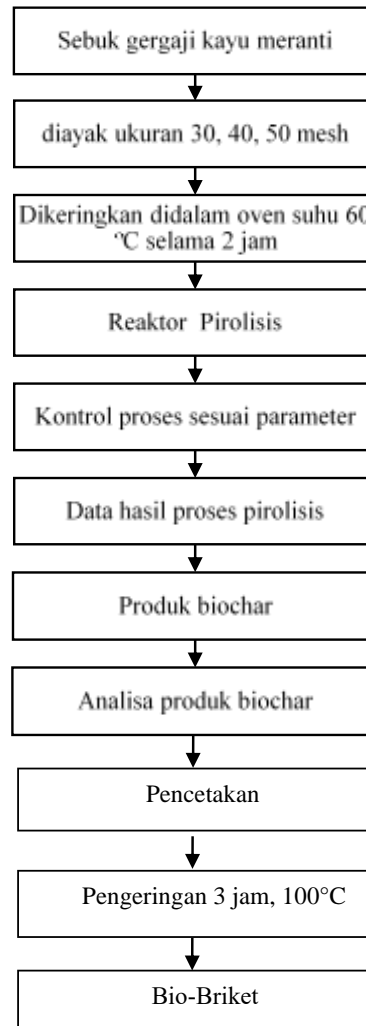
Perekat dibuat dari kanji yang dicampur air sebagai pengencer dengan variasi perbandingan antara kanji dan air sebagai berikut : (5:20), (10:20), dan (15:20). Selanjutnya larutan kanji dipanaskan sampai menjadi lem (perekat) dan dilanjutkan pembuatan briket dengan masing-masing perekat dicampur dengan biochar sebanyak 20 gram sampai merata. Setelah itu, campuran biochar dengan perekat yang sudah merata dicetak untuk setiap briket dengan cetakan. Briket yang sudah jadi kemudian dikeringkan dalam oven ±100°C selama 3 jam. Hasil briket kemudian dianalisis kadar air, kadar abu, kadar *volatile matter*, kadar karbon (C) terikat dan nilai kalor (HV). Rancangan alat pirolisis dapat dilihat pada Gambar 1 dan diagram alir proses pembuatan briket berbasis serbuk kayu meranti dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 1. Rangkaian Alat Pirolisis

Keterangan :

1. Pipa pengeluaran gas hasil pirolisis yang tidak terkondensasi.
2. Statif
3. Pendingin
4. Pipa pengeluaran gas hasil pirolisis
5. Termometer
6. Tabung pirolisis
7. Alas
8. Ruang pembakaran
9. Bahan bakar



Gambar 1. Diagram Alir penelitian

Prosedur Analisa Sampel Biobriket

Kerapatan

Prosedur perhitungan rapat massa dilakukan dengan menggunakan metode ASTM D-2395. Kerapatan pada umumnya dinyatakan dalam perbandingan berat per volume, yaitu dengan cara menimbang dan mengukur volume dalam keadaan kering udara. Kerapatan briket dapat diukur dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Volume} = \pi \times r^2 \times t ; \text{ dan}$$

$$\text{Kerapatan } (\rho) = \frac{m}{v}$$

Keterangan :

- ρ = kerapatan (gr/cm³)
- m = berat briket (gr)
- r = jari-jari briket (cm)
- t = tinggi briket (cm)
- v = volume briket (cm³)

Kadar Air

Pengujian dilakukan dengan prosedur American Society for Testing and Material (ASTM) D-3173 sebagai berikut: Sampel sebanyak 2 gram (p) dikeringkan dalam oven dengan suhu 102 – 105°C selama 3 jam sampai beratnya konstan (q), sampel kemudian didinginkan dalam eksikator dan ditimbang. Kadar air dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{p-q}{p} \times 100\%$$

Keterangan :

p = berat sampel awal (gram)

q = berat sampel konstan setelah dikeringkan pada suhu 102 – 105 °C (gram)

Kadar Abu

Pengujian dilakukan dengan prosedur ASTM D-3174 sebagai berikut: sampel ± 2 gram (p) dimasukkan dalam cawan pengabuan (krus) dan ditimbang (q) krus tanpa diberi tutup dipanaskan dalam *muffle furnace* dengan suhu 720 – 750 °C selama 2,5 jam, kemudian *muffle furnace* dibuka selama satu menit untuk menyempurnakan proses pembakaran krus dan sampel kemudian didinginkan dalam eksikator dan ditimbang (r). Kadar Abu dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{r-q}{p} \times 100\%$$

Keterangan :

r = berat cawan + abu (gram)

q = berat cawan (gram)

p = berat sampel awal (gram)

Kadar Volatiel Matter

Sampel briket bioarang ditimbang sebanyak 2 gram (p) dan dipanaskan dalam *muffle furnace* pada suhu 920 – 950 °C selama 15 menit. Setelah suhu tercapai, dibiarkan dingin dahulu dalam *muffle furnace*. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam eksikator dan ditimbang (q) jika masih ada bagian yang berwarna putih, maka pengujian harus diulangi. Perhitungan kadar *volatile matter* menggunakan prosedur ASTM-3175 sebagai berikut :

$$\text{Zat Hilang (\%)} = \frac{p-q}{p} \times 100\%$$

Keterangan :

p = berat sampel awal (gram)

q = berat sampel akhir (gram)

Kadar Zat Mudah Menguap (%) = Zat hilang – Kadar air

Kadar Karbon (C) Terikat

Karbon terikat adalah fraksi karbon (C) dalam briket, selain fraksi air, zat menguap dan abu. Kadar karbon terikat dihitung dengan menggunakan metode ASTM D5142 – 02 dengan persamaan:

$$\text{Kadar karbon terikat} = 100 - (M+A+V) \%$$

Keterangan:

M = Kadar air (%)

A = Kadar abu (%)

V = Kadar zat mudah menguap (%)

Nilai Kalor

Penentuan nilai kalor briket dilakukan dengan alat *bomb calorimeter*, serial NO: 4270, menggunakan metode ASTM D-2015, dengan operasional sebagai berikut:

- 1) Menimbang sampel dengan cawan nikel secara teliti sebanyak 1 gram, kemudian ditempatkan pada tempat cawan.
- 2) Memotong kawat nikelin dan benang, pasang kutub positif dan negatif pada tempat cawan dan sentuhkan kawat nikelin pada sampel.
- 3) Memasukkan perlahan-lahan dalam reaktor, menutup dengan rapat dan benar (menjaga agar kawat nikelin tidak lepas dari sampel).
- 4) Mengisi reaktor dengan gas oksigen dengan tekanan 20 – 30 atm kemudian menutup kran pembuka gas dengan benar (menjaga agar tidak bocor, mengulangi pengisian bila bocor).
- 5) Mengisi tabung/bejana pemanas dengan air 2000 gram (2000ml) dengan tepat, memasukkan reaktor ke dalam bejana pemanas dan menghubungkan reaktor dengan kutub positif dan negatif pada arus.
- 6) Menutup alat dengan benar dan memasang *thermometer* khusus *bomb calorimeter* dengan benar dan menghidupkan pengaduk sehingga suhu dalam bejana pemanas konstan dan homogen.
- 7) Menekan tombol pembakar dan mengamati perubahan suhu awal pembakaran dan kenaikan suhunya sampai diperoleh suhu konstan (mencatat suhunya sebagai suhu akhir).
- 8) Mematikan alat, melepas *thermometer* khusus *bomb calorimeter* dan mengeluarkan reaktor, membuka kran oksigen sampai oksigen keluar.

Kalor pembakaran dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$Q_{\text{Total}} = C_{\text{p alat}} \cdot \Delta T$$

$$Q_b = m_b \times C_{p_b}$$

$$Q_k = m_k \times C_{p_k}$$

$$Q_{b+k} = Q_b + Q_k$$

$$Q_{\text{koreksi}} = Q_{\text{total}} - Q_{b+k}$$

$$Q = \frac{Q_{\text{koreksi}}}{m}$$

Keterangan :

ΔT = beda suhu air pada alat (C)

Q_{Total} = kalor dari alat pembakaran (kal)

Q_{b+k} = kalor benang + kawat (kal)

Q_{koreksi} = kalor pembakaran terkoreksi (kal)

HASIL DAN PEMBAHASAN

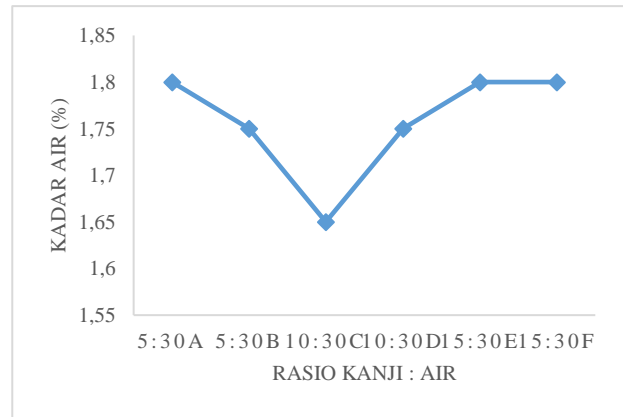
Karakterisasi Biochar

Kadar Air

Kadar air sangat mempengaruhi kualitas briket arang yang dihasilkan. Semakin rendah kadar air maka nilai kalor dan daya pembakaran akan semakin tinggi dan sebaliknya semakin tinggi kadar air maka nilai kalor dan daya pembakaran akan semakin rendah. Penentuan kadar air dilakukan untuk mengetahui sifat higroskopis briket arang serbuk gergaji. Kadar air yang diperoleh dari penelitian ini berkisar antara 1,8% - 1,65%. Keseluruhan briket yang dihasilkan telah sesuai dengan SNI dimana kadar air briket arang menurut SNI (SNI 01-6235-2000) yaitu maksimal 8%. Kadar air pada briket yang dihasilkan untuk kanji : air (10:30C) memenuhi standar Inggris dimana kadar air untuk standar briket Inggris yaitu 3-4%. Kadar air terendah diperoleh pada kadar kanji 10:30C dan tertinggi pada kadar kanji 5:30A.

Kadar air briket dipengaruhi oleh jenis bahan baku, jenis perekat dan metode pengujian yang digunakan. Pada umumnya kadar air yang tinggi akan menurunkan nilai kalor dan laju pembakaran karena panas yang diberikan digunakan terlebih dahulu untuk menguapkan air yang terdapat di dalam briket. Briket yang mengandung kadar air yang tinggi akan mudah hancur serta mudah ditumbuhi jamur. mengandung kadar air yang tinggi akan mudah hancur serta mudah ditumbuhi jamur.

Pada penelitian ini semakin tinggi kanji yang ditambahkan, maka kadar air yang diperoleh semakin tinggi pula. Hal ini disebabkan oleh sifat perekat kanji dan arang yang tidak tahan terhadap kelembaban sehingga mudah menyerap air dari udara. Pada penambahan perekat yang semakin tinggi menyebabkan air yang terkandung dalam perekat akan masuk dan terikat dalam pori arang, selain itu penambahan perekat yang semakin tinggi akan menyebabkan briket mempunyai kerapatan yang semakin tinggi pula sehingga pori-pori briket semakin kecil dan pada saat dikeringkan air yang terperangkap di dalam pori briket sukar menguap. Adapun hubungan antara rasio kanji : air dan respon terhadap kadar air briket arang serbuk gergaji kayu meranti dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 1. Hubungan variasi perekat terhadap kadar air

Pada Gambar 3. memperlihatkan bahwa semakin tinggi rasio kanji : air, maka kadar air yang dihasilkan semakin tinggi pula dan tidak diperoleh kadar air yang optimum. Hal ini disebabkan karena pada saat pengujian kadar air, briket yang akan diuji dihancurkan yang menyebabkan pori-pori briket semakin besar sehingga briket akan lebih mudah menyerap air dari udara dan memberikan penambahan air di dalam briket. Briket yang tidak dihancurkan memiliki pori yang lebih kecil sehingga kandungan airnya hanya berasal dari air yang terikat di dalam pori sebagai akibat dari penambahan perekat kanji. Sedangkan pada briket yang dihancurkan kandungan air berasal dari udara luar yang diserap oleh briket serta kandungan air yang terdapat di dalam pori – pori briket itu sendiri sebagai akibat penambahan perekat.

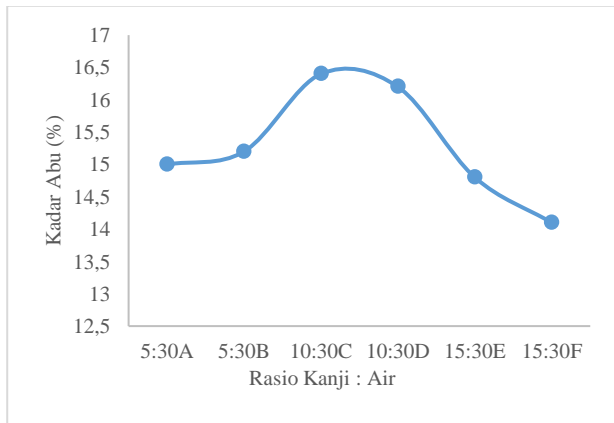
Kadar Abu

Penentuan kadar abu dimaksudkan untuk mengetahui bagian yang tidak terbakar yang sudah tidak memiliki unsur karbon lagi setelah briket dibakar. Kadar abu sebanding dengan kandungan bahan anorganik yang terdapat di dalam briket. Kadar abu yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu berkisar antara 15,00% - 14,11 %. Hasil yang diperoleh pada kadar kanji 5:30B, 10:30C, 10:30D, 15:30E, 15:30 semua memenuhi standar Amerika yaitu kadar abu briket maksimal 18%. Sedangkan untuk standar briket buatan Jepang, Inggris dan SNI kadar abu yang dihasilkan pada briket ini belum terpenuhi dimana standar kadar abu briket buatan Jepang sebesar 3-6 %, Inggris 8-10 % dan SNI sebesar 15%.

Kadar abu terendah diperoleh pada kadar kanji 15:30F yaitu sebesar 14,11% dan kandungan abu tertinggi diperoleh pada kadar kanji 10:30C yaitu sebesar 16,4%. Kadar abu meningkat dengan meningkatnya kadar perekat kanji. Hal ini disebabkan adanya penambahan abu dari perekat kanji yang digunakan. Semakin tinggi kadar perekat maka kadar abu yang dihasilkan semakin sedikit

pula. Selain itu, tingginya kadar abu juga dipengaruhi oleh tingginya kandungan bahan anorganik yang terdapat pada tepung kanji dan serbuk gergaji seperti silika (SiO_2), MgO dan Fe_2O_3 , AlF_3 , MgF_2 dan Fe .

Meskipun bahan perekat memberikan penambahan abu pada briket, namun bahan perekat harus tetap digunakan karena briket yang tidak menggunakan bahan perekat kerapatannya rendah sehingga briket akan mudah hancur sehingga sulit dijadikan sebagai bahan bakar. Kadar abu yang tinggi akan menimbulkan kerak serta dapat menurunkan kualitas briket yang dihasilkan sebab akan menurunkan nilai kalor dan laju pembakaran dari briket. Oleh karena itu pada pembuatan briket diharapkan briket yang dihasilkan memiliki kandungan abu yang serendah mungkin. Hubungan antara kadar kanji terhadap kadar abu briket arang serbuk gergaji dapat dilihat pada Gambar 4.



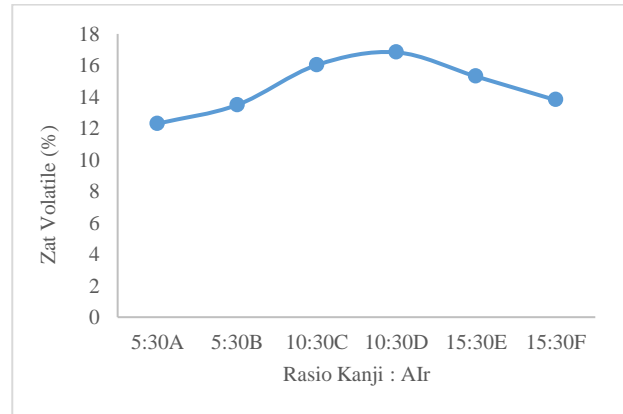
Gambar 4. Hubungan variasi perekat terhadap kadar abu.

Kadar Volatile Matter

Kadar zat yang hilang pada suhu 450°C adalah zat yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa-senyawa yang masih terdapat di dalam briket arang selain air, karbon terikat dan abu. Kadar zat yang hilang pada suhu 450°C yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 12,3%-13,8, hasil dari briket dengan perbandingan kanji dan air 5:30A, 5:30B masih memenuhi standar SNI dimana kadar zat yang hilang pada suhu 450°C menurut SNI yaitu maksimal 15%. Sedangkan briket dengan perbandingan kanji dan air 5:30A, 5:30B, 10:30C, 10:30D, 15:30E memenuhi standar briket buatan Inggris yaitu maksimal 16 % dan semua hasil briket ini memenuhi standar briket buatan Jepang 15-30% dan Amerika 19 %.

Kadar zat menguap terendah diperoleh pada perbandingan kanji dan air 5:30A yaitu sebesar 12,30 % dan tertinggi pada perbandingan kanji dan air 10:30D yaitu sebesar 16,02%. Kadar zat yang hilang pada suhu 450°C yang diperoleh pada penelitian ini semakin bertambah seiring dengan semakin bertambahnya kadar kanji. Hal ini disebabkan adanya kandungan zat-zat

menguap seperti CO , CO_2 , H_2 , CH_4 dan H_2O yang terdapat pada perekat kanji dan arang serbuk gergaji yang digunakan ikut menguap. Kandungan zat menguap yang tinggi akan menimbulkan banyak asap pada saat briket dinyalakan. Kandungan asap yang tinggi disebabkan oleh adanya reaksi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol. Hubungan antara kadar kanji dengan kadar zat yang hilang suhu dapat dilihat pada Gambar 5.

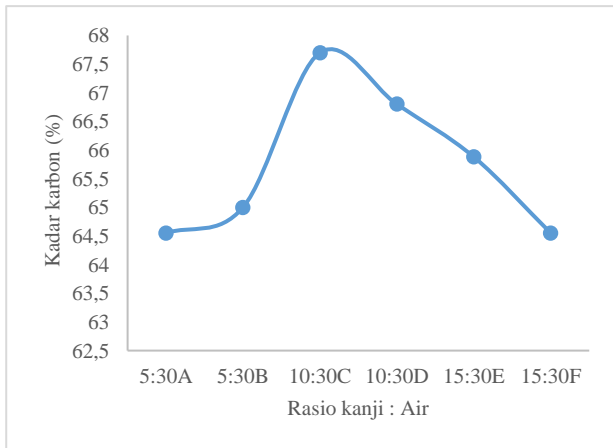


Gambar 2. Hubungan variasi perekat terhadap kadar volatile matter.

Pada waktu pemanasan briket arang, perekat yang digunakan ikut menguap sehingga kadar zat yang hilang pada suhu 950°C yang dihasilkan menjadi lebih besar dengan bertambahnya konsentrasi perekat. Hal ini sesuai dengan penelitian Saktiawan (2000) yang menyatakan bahwa ada kecenderungan semakin besar konsentrasi perekat yang digunakan maka kadar zat yang hilang pada suhu 450°C akan semakin besar pula.

Kadar karbon C terikat (% berat).

Tinggi rendahnya kadar zat menguap juga dipengaruhi oleh suhu dan lamanya proses pengarangan. Kadar zat menguap yang tinggi disebabkan oleh tidak sempurnanya proses pirolisis. Semakin kecil suhu dan sebentar waktu pengarangan maka semakin sedikit zat menguap yang terbuang sehingga pada saat pengujian kadar zat menguap akan diperoleh kadar zat menguap yang tinggi.



Gambar 3. Hubungan variasi perekat terhadap kadar karbon (C) terikat

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin banyak rasio kanji : air yang digunakan sebagai perekat maka persentase kadar karbon terikat akan semakin rendah. Kadar karbon terikat yang terendah diperoleh pada pencetakan briket dengan perekat kanji 15:30F sebesar 64,55% dan kadar abu terbesar diperoleh pada pencetakan briket dengan kanji 5:30A sebesar 64,55%.

KESIMPULAN

1. Kadar air terendah diperoleh pada pencetakan briket dengan perekat kanji 5:30A sebesar 1,65% dan kadar air terbesar diperoleh pada pencetakan briket dengan kanji 15:30C sebesar 1,81%.
2. Kadar *volatile matter* terendah diperoleh pada pencetakan briket dengan perekat kanji 5:30A sebesar 12,30% dan kadar *volatile matter* terbesar diperoleh pada pencetakan briket dengan kanji 15:30F sebesar 16,83%.
3. Kadar abu terendah diperoleh pada pencetakan briket dengan perekat kanji 15:30F sebesar 15,12% dan kadar abu terbesar diperoleh pada pencetakan briket dengan kanji 5:30A sebesar 16,40%.
4. Kadarr karbon terikat yang terendah diperoleh pada pencetakan briket dengan perekat kanji 15:30F sebesar 66,55 % dan kadar abu terbesar diperoleh pada pencetakan briket dengan kanji 10:30D sebesar 66,8 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya yang telah memberikan dukungan dana tahun akademik 2018/2019, dengan nomor kontrak 71.008/DEKAN/FTI-UJ/XII/2018.

DAFTAR PUSTAKA

1. Asadullah M, Rahman MA, Ali MM, Motin MA, Sultan MB, Alam MR, Rahman MS, Jute stick pyrolysis for bio-oil production in fluidized bed reactor, *Bioresour Technol.* 2008, 99: 44–50.
2. Bridgwater T, Review biomass for energy, *J Sci Food Agric.* 2006, 86: 1755–1768.
3. Cheung K-Y, Lee K-L, Lam K-L, Chan T-Y, Lee C-W, Hui C-W Operation strategy for multi-stage pyrolysis. *J Anal Appl Pyrol.* 2011 (1):165–182
4. Czernik S, Bridgwater AV. Overview of applications of biomass fast pyrolysis oil. *Energy Fuel* .2004. 18(2):590–598. doi:10.1021/ef034067u
5. Howarth, N.A.A.; Foxall, A. The Veil of Kyoto and the politics of greenhouse gas mitigation in Australia. *Political Geogr.* 2010, 29, 167–176
6. Mohan D, Pittman CU, Steele PH. Pyrolysis of wood/biomass for bio-oil: a critical review. *Energy Fuel*. 2006 20(3):848–889. doi:10.1021/ef0502397
7. Ramage, J.; Scurlock, J.; Biomass. In *Renewable Energy-Power for a Sustainable Future*; Boyle, G., Ed.; Oxford University Press: Oxford, UK, 1996.
8. Sandra Fikawati, S, Ahmad Syafiq, A, Purbaningrum, Karima, K. Energy Consumption of Lactating Mothers: Current Situation and Problems. *Makara J. Health Res.*, 2014, 18(2): 58-64 doi: 10.7454/msk.v18i2.4068 58 August 2014 Vol. 18 No. 2
9. Tsai, W.T.; Lee, M.K.; Chang, Y.M. Fast pyrolysis of rice husk: Product yields and compositions. *Bioresour. Technol.* 2007, 98, 22–28.
10. Zhang, O.; Chang, J.; Wang, T.; Xu, Y. Review of biomass pyrolysis oil properties and upgrading research. *Energy Convers. Manag.* 2007, 48, 87–92
11. Zheng J-L. Bio-oil from fast pyrolysis of rice husk: yields and related properties and improvement of the pyrolysis system. *J Anal Appl Pyrol.* 2007. 80(1):30–35