

PENGARUH VARIASI KOMPOSISI BATANG, PELEPAH, DAN DAUN TANAMAN KELAPA SAWIT TERHADAP KUALITAS BRIKET BIOARANG

Edhi Sarwono¹, Muhammad Bayu Adinegoro², Budi Nining Widarti³

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Alamat: Kampus Gunung Kelua Samarinda 75119

Email: edhirafi@gmail.com

Abstrak

Dalam masa tertentu, bahan bakar tersebut akan habis. Usaha pencarian dan pengembangan energi-energi alternatif yang bersumber dari potensi alam perlu dilakukan. Energi alternatif dapat diciptakan melalui biomassa yang memiliki nilai keberlanjutan yang cukup tinggi terutama dari sektor perkebunan kelapa sawit. Provinsi Kalimantan Timur merupakan salah satu penyumbang devisa negara dengan perkebunan kelapa sawitnya. Tercatat BPS Kaltim pada tahun 2013 jumlah produksi kelapa sawit di Kalimantan Timur mencapai 6.902.602 ton dari luas tanaman 944.826 ha. Tanaman kelapa sawit yang sudah tua (berumur diatas 20-25 tahun) memiliki ukuran batang yang tinggi. Hal ini mengurangi efisiensi dalam memanen buah kelapa sawit sehingga tanaman kelapa sawit tersebut ditebang untuk kemudian dilakukan *replanting*. Limbah batang, pelepah dan daun kelapa sawit yang dihasilkan dari perkebunan kelapa sawit saat *replanting*, belum dimanfaatkan secara optimal. Sehingga dilakukan penelitian ini untuk memanfaatkan batang, pelepah dan daun kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan briket bioarang sebagai bahan bakar alternatif. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 6 variasi bahan yaitu, variasi 1 (50% batang : 10% pelepah : 40% daun), variasi 2 (50% batang : 20% pelepah : 30% daun), variasi 3 (50% batang : 30% pelepah : 20% daun), variasi 4 (100% batang : 0% pelepah : 0% daun), variasi 5 (0% batang : 100% pelepah : 0% daun), dan variasi 6 (0% batang : 0% pelepah : 100% daun). Bahan yang telah dipersiapkan kemudian dilakukan proses karbonisasi (pirolisis) untuk menghasilkan rendemen dan asap cair. Dari rendemen tersebut kemudian dihaluskan, dicampur perekat tapioka dan dicetak menjadi briket bioarang. Analisa uji kadar air, kadar abu, *volatile matter*, *fixed carbon* dan nilai kalori untuk mengetahui kualitas briket bioarang. Hasil dari analisa tersebut didapat komposisi optimum briket bioarang pada variasi 5 (0% batang : 100% pelepah : 0% daun) dengan nilai rata-rata kadar air 0,1958%, kadar abu 13,0542%, *volatile matter* 49,3947%, *fixed carbon* 37,3553%, dan nilai kalori 5419,53 kal/gr. Rendemen batang 26,67%, pelepah 58,33%, dan daun 50%. Asap cair variasi 1 (50% B : 10% P : 40% D) 100 ml, variasi 2 (50% B : 20% P : 30% D) 150 ml, dan variasi 3 (50% B : 30% P : 20% D) 210 ml

Kata Kunci: Bahan Bakar, Kelapa Sawit, Briket Bioarang.

Abstract

Search and development alternative energy sourced from nature should be done. Alternative energy can be created through biomass has sustained high value especially oil palm. East Borneo is one of foreign exchange contributor with oil palm plantation. BPS Kaltim recorded in 2013 oil palm production reach 6.902.602 ton from plant area 944.826 ha. Oil Palm plants elderly (aged above 20-25 years) has high trunk size. This matter reduce efficiency in the harvest oil palm so that oil palm cut down then replanting oil palm plants. Trunk, midrib, and leaf for waste oil palm plantation replanting, it has not been used optimally. This research purpose for utilize trunk, midrib and leaf oil palm as raw material production briquette bioarang as alternative fuel. This research use with 6 variation material that is, variation 1 (50% trunk : 10% midrib : 40% leaf), variation 2 (50% trunk : 20% midrib : 30% leaf), variation 3 (50% trunk : 30% midrib : 20% leaf), variation 4 (100% trunk : 0% midrib : 0% leaf), variation 5 (0% trunk : 100% midrib : 0% leaf), dan variation 6 (0% trunk : 0% midrib : 100% leaf). Material be prepared then Carbonizaion (pyrolysis) process to produce rendemen and tar. Rendemen mashed, mixed with adhesive tapioka, and formed become briquette bioarang. Test analysis moisture, ash, volatile matter, fixed carbon dan calorific value for knowing briquette bioarang quality. Result for the analysis is optimum composition briquette bioarang in variation 5 (0% trunk : 100% midrib : 0% leaf) with average value moisture 0,1958%, ash 13,0542%, volatile matter 49,3947%, fixed carbon 37,3553%, and calorific value 5419,53 cal/gr. Rendemen trunk 26,67%, midrib 58,33%, and leaf 50%. Tar variation 1 (50% B : 10% P : 40% D) 100 ml, variation 2 (50% B : 20% P : 30% D) 150 ml, dan variation 3 (50% B : 30% P : 20% D) 210 ml.

Keyword: Fuel, Oil Palm, Briquette Bioarang.

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi masyarakat Indonesia pada saat ini masih sangat bergantung kepada bahan bakar minyak (BBM). Bahan bakar yang biasa dikonsumsi masyarakat Indonesia saat ini, seperti minyak, gas dan batubara termasuk kelompok energi fosil yang tidak dapat diperbaharui. Dalam masa tertentu, sumber energi ini akan habis dan tidak lagi dapat dikonsumsi oleh masyarakat. Usaha pencarian dan pengembangan energi-energi alternatif yang bersumber dari potensi alam perlu dilakukan. Energi alternatif dapat diciptakan melalui keluaran-keluaran dari hasil pertanian, baik berupa tanaman budidaya, maupun yang bersumber dari sisa hasil pertanian (biomassa) yang memang memiliki nilai keberlanjutan yang cukup tinggi. Salah satu negara yang telah memanfaatkan biomassa sebagai energi alternatif adalah Amerika Serikat.

Di Amerika Serikat, pendataan dan pemanfaatan biomassa dilakukan secara optimal. Biomassa memainkan peranan yang penting dalam kontribusi energi di Amerika Serikat. Pada tahun 2003, biomassa menyediakan energi sekitar $2,9 \cdot 10^{15}$ Btu di Amerika Serikat. Saat ini biomassa menyumbang lebih dari 3% dari total konsumsi energi di Amerika Serikat, sebagian besar melalui panas yang dihasilkan dari industri produksi uap panas oleh industri pulp dan kertas dari pembangkit listrik yang berbahan baku residu industri kehutanan dan limbah padat kota. Selain itu, biomassa juga merupakan sumber yang dapat diperbaharui untuk diolah menjadi energi bagi transportasi di Amerika Serikat, sehingga dapat mengurangi impor minyak (Karman, 2012).

Negara Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang membuat Indonesia memiliki tanah subur yang cocok untuk bercocok tanam, sehingga negara Indonesia dijuluki negara agraris. Sektor pertanian, dan perkebunan merupakan sektor yang cukup besar sebagai penyumbang devisa negara, namun yang paling besar adalah perkebunan terutama perkebunan kelapa sawit. Provinsi Kalimantan Timur merupakan salah satu penyumbang devisa negara dengan perkebunan kelapa sawitnya. Tercatat BPS Kaltim pada tahun 2013 jumlah produksi kelapa sawit di Kalimantan Timur mencapai 6.902.602 ton dari luas tanaman 944.826 ha. Tanaman kelapa sawit yang sudah tua (berumur diatas 20-25 tahun) memiliki ukuran batang yang tinggi. Hal ini mengurangi efisiensi dalam memanen buah kelapa sawit sehingga tanaman kelapa sawit tersebut ditebang, diparut dan dibawa ke lapangan untuk terurai secara alami. Setelah itu dilakukan penanaman kembali tanaman kelapa sawit (*replanting*). Limbah batang, pelepah dan daun kelapa sawit yang dihasilkan dari

perkebunan kelapa sawit saat *replanting*, belum dimanfaatkan secara optimal. Hanya beberapa bagian yang dimanfaatkan untuk bahan bangunan misalnya pada batang tanaman kelapa sawit. Melihat dari jumlah kelapa sawit yang begitu besar, limbah perkebunan yang dihasilkan pastinya cukup besar dan dirasa bahwa upaya pemanfaatan limbah perkebunan kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan briket ini akan memberikan dampak yang begitu besar bagi masyarakat sekitar khususnya, ataupun masyarakat ramai umumnya. Upaya pengembangan briket ini diharapkan dapat memberikan dampak kepada peningkatan taraf ekonomi masyarakat, melalui penyediaan sumber energi alternatif terutama untuk memenuhi kebutuhan memasak setiap anggota masyarakat dan ikut membantu upaya pemerintah di dalam penghematan konsumsi BBM bagi masyarakat.

Pada saat ini, salah satu sumber energi yang dapat dihasilkan melalui pengolahan limbah perkebunan adalah bahan bakar padat yang disebut pula dengan briket (*briquettes*). Pada dasarnya briket dapat dihasilkan melalui bahan-bahan tak terpakai seperti sampah, serbuk gergaji, sekam, tempurung kelapa dan lain sebagainya. Sumber bahan baku dari limbah perkebunan yang pernah digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket adalah limbah hasil perkebunan kelapa sawit. Limbah perkebunan kelapa sawit seperti cangkang, tempurung, batang pohon, daun dan pelepah. Pemanfaatan cangkang dan tempurung kelapa sawit sudah banyak orang lakukan, sedangkan untuk batang pohon, daun dan pelepah sangat minim. Proses pemanfaatan sebatas sebagai bahan bakar tungku atau ditumpuk di lahan kelapa sawit. Berdasarkan uraian diatas, dilakukannya penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan batang, daun dan pelepah kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan briket sebagai bahan bakar alternatif dan meningkatkan nilai ekonomis limbah tersebut.

1.1 Perumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

- Apakah pembuatan briket kelapa sawit dapat dijadikan sebagai energi alternatif dalam pengolahan limbah padat industri kelapa sawit ?
- Bagaimana komposisi optimal briket bioarang berbahan batang, pelepah dan daun kelapa sawit merupakan energi alternatif yang efisien ?
- Apakah perbedaan komposisi batang, pelepah dan daun kelapa sawit berpengaruh terhadap kualitas briket bioarang ?
- Berapa rendemen dan *volume* asap cair (tar) yang dihasilkan dari variasi komposisi batang, pelepah

dan daun kelapa sawit dengan karbonisasi *thermal* ?

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- Mengetahui nilai kalori, kadar abu, kadar air, *volatile matter* dan *fixed carbon* pada briket variasi batang, pelepah dan daun kelapa sawit.
- Mengetahui komposisi optimal pada variasi batang, pelepah, dan daun kelapa sawit.
- Mengetahui pengaruh variasi komposisi batang, pelepah dan daun kelapa sawit terhadap kualitas briket bioarang.
- Mengetahui rendemen dan *volume* asap cair hasil pirolisis.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini dibatasi pada:

- Penelitian ini bersifat skala laboratorium
- Bahan baku yang digunakan yaitu batang, pelepah, dan daun kelapa sawit.
- Proses karbonisasi bahan secara *thermal* (pirolisis).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah:

- Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai energi alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti batu bara dan minyak bumi.
- Sebagai alternatif pengolahan limbah padat pada perkebunan kelapa sawit, terkait mengurangi jumlah pohon kelapa sawit yang tidak mampu berproduksi lagi.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Bioenergi

Bioenergi adalah bahan bakar alternatif yang terbarukan yang prospektif untuk dikembangkan, tidak hanya karena harga minyak bumi dunia melonjak naik seperti sekarang ini, tetapi juga karena terbatasnya produksi minyak bumi Indonesia. Terlebih lagi dengan kondisi perenergian Indonesia saat ini, sehingga pengembangan bioenergi semakin mendesak untuk segera dilaksanakan. Ketersediaan energi fosil yang diramalkan tidak akan berlangsung lama lagi sehingga memerlukan solusi yang tepat, yakni dengan mencari sumber energi alternatif.

Kelebihan bioenergi selain bisa diperbaharui (*renewable*), adalah bersifat ramah lingkungan, dapat terurai, mampu mengeliminasi efek rumah kaca, dan

berkelanjutan (*sustainable*) sehingga bahan bakunya terjamin (Papilo, 2012).

2.2 Biomassa

Biomassa adalah keseluruhan makhluk hidup (hidup atau mati), misalnya tumbuh-tumbuhan, binatang, mikroorganisme, dan bahan organik (termasuk sampah organik), unsur utama dari biomassa adalah bermacam-macam zat kimia (molekul), yang sebagian besar mengandung atom karbon (C). Bila kita membakar biomassa, karbon tersebut dilepaskan ke udara dalam bentuk Karbon Dioksida (CO₂).

Energi biomassa merupakan energi tertua yang telah digunakan sejak peradaban manusia dimulai. Sampai saat ini pun energi biomassa masih memegang peranan penting khususnya di daerah pedesaan. Biomassa ini sangat mudah ditemukan dari aktivitas pertanian, peternakan, kehutanan, perkebunan, perikanan dan limbah-limbahnya di daerah, sehingga mudah dimanfaatkan untuk mengembangkan alternatif energi. Dari beberapa jenis bahan baku yang paling mudah dan melimpah serta tidak pernah habis adalah sampah (Papilo, 2012).

2.3 Morfologi Kelapa Sawit

Kelapa sawit atau yang sering disebut *Elaeis guineensis* Jacq, berasal dari bahasa Yunani *Elaeis* berasal dari kata *Elaiion* yang berarti minyak dan *guineensis* berasal dari kata *Guinea* yaitu pantai Barat Afrika, sedangkan *Jacq* merupakan singkatan dari Jacquin seorang botanis Amerika (Lubis, 2008).

Kelapa sawit termasuk kelas *Angiospermeae* ordo *Palmiales*, famili *Palmaceae*, subfamili *Palminea*, genus *Elaeis*. Beberapa spesies kelapa sawit antara lain *Elaeis guineensis* Jacq, *Elaeis adora*. Istilah internasional "Oil Palm" tidak hanya diartikan untuk *Elaeis guineensis* Jacq dari Afrika tetapi juga dua spesies lain dari Amerika yakni *Elaeis oleivera* atau *Elaeis nelanococca* dan *Elaeis odora* atau *Barcella odora* (Risza, 1994).

2.3.1 Batang

Kelapa sawit merupakan tanaman monokotil. Batang kelapa sawit berbentuk silinder dengan diameter 20-75 cm. Pertambahan tinggi batang terlihat jelas setelah tanaman berumur 4 tahun. Tinggi batang bertambah 25-45 cm/tahun. Tinggi maksimum yang ditanam diperkebunan antara 15-18 m sedangkan yang di alam mencapai 30 m (Fauzi *et al.*, 2002).

2.3.2 Daun

Daun kelapa sawit merupakan daun majemuk. Daunnya menyerupai daun pada tanaman kelapa.

Panjang pelepah daun sekitar 6,5-9 m (tergantung varietas). Semakin pendek pelepah daun, semakin banyak populasi kelapa sawit yang dapat ditanam per satuan luas sehingga semakin tinggi produktivitasnya. Jumlah anak daun pada setiap pelepah berkisar antara 250-400 helai. Produksi pelepah daunnya selama satu tahun dapat mencapai 20-30 pelepah (Pahan, 2015).

2.3.3 Pelepah

Jumlah kedudukan pelepah daun pada batang kelapa sawit disebut juga *phyllotaxis* yang dapat ditentukan berdasarkan perhitungan susunan duduk daun, yaitu dengan menggunakan humus duduk daun 1/8. artinya, setiap datu kali berputar melingkari batang, terdapat duduk daun pelepah sebanyak 8 helai. Pada tanaman dewasa ditemukan sekitar 40-50 pelepah. Saat tanaman berumur sekitar 10-13 tahun dapat ditemukan daun yang luas permukaannya mencapai 10-15 m² (Fauzi *et al.*, 2002).

2.4 Pirolisis

Pirolisis dapat didefinisikan sebagai dekomposisi *thermal* material organik pada suasana *inert* (tanpa kehadiran oksigen) yang akan menyebabkan terbentuknya senyawa *volatil*. Pirolisis pada umumnya diawali pada suhu 200°C dan bertahan pada suhu sekitar 450-500°C. Pirolisis suatu biomassa akan menghasilkan tiga macam produk, yaitu produk gas, cair, dan padat (*char*) (Sheth dan Babu, 2006 dalam Danarto dkk., 2010). Pirolisis untuk pembentukan arang terjadi pada suhu 150-300°C (Kartika dan Paramita, 2007). Namun keadaan ini sangat tergantung pada bahan baku dan cara

Jenis Pirolisis	Komposisi		
	Gas	Cair	Padat (<i>Char</i>)
<i>Flash Pyrolysis</i> 1. Suhu > 500°C 2. Waktu pirolisis singkat (< 2 detik)	13%	75%	12%
<i>Slow Pyrolysis (Carbonization)</i> 1. Suhu relatif rendah 2. Waktu pirolisis lama	35%	30%	35%
Gasification 1. Suhu tinggi (> 800°C) 2. Waktu pirolisis lama	85%	5%	10%

pembuatannya. Jumlah produk gas, cair, dan *char*

tergantung pada jenis prosesnya (suhu dan waktu pirolisis), seperti terlihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Kandungan produk cair, padat dan gas pada berbagai jenis pirolisis
(Sumber : Daniarto dkk., 2010)

2.5 Briket Bioarang

Briket bioarang adalah gumpalan-gumpalan atau batangan-batangan yang terbuat dari bioarang (bahan lunak). Bioarang sebenarnya termasuk bahan lunak yang dengan proses tertentu diolah menjadi bahan arang keras dengan bentuk tertentu. Kualitas bioarang ini tidak kalah dari bahan bakar jenis arang lainnya. Pembuatan briket dari limbah pertanian dapat dilakukan dengan menambah bahan perekat, dimana bahan baku diarangkan terlebih dahulu kemudian ditumbuk, dicampur perekat, dicetak dengan sistim hidrolik maupun manual dan selanjutnya dikeringkan (Archenita, 2010).

Menurut Maryono *et al.*, (2013) briket yang baik adalah briket yang memenuhi standar mutu yaitu, standar Inggris, Jepang, Amerika dan SNI briket arang. Standar mutu digunakan sebagai data pembandingan sehingga dapat diketahui kualitas briket yang dihasilkan dalam penelitian ini. Kualitas mutu briket dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kualitas Mutu Briket

Sifat Arang Briket	Jepang	Inggris	Amerika	SNI
Kadar air (%)	6-8	3,6	6,2	8
Kada zat menguap (%)	15-30	16,4	19-28	15
Kadar abu (%)	3-6	5,9	8,3	8
Kadar karbon terikat (%)	60-80	75,3	60	77
Kerapatan (g/cm ³)	1,0-2,0	0,46	1	-
Keteguahan tekan (g/cm ²)	60-65	12,7	62	-
Nilai kalori (cal/g)	6000-7000	7289	6230	5000

Sumber : Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan (1994) dalam Triono (2006)

2.6 Perekat Tepung Tapioka

Tepung tapioka adalah salah satu hasil olahan dari ubi kayu. Tepung tapioka umumnya berbentuk butiran pati yang banyak terdapat dalam sel umbi singkong (Astawan, 2009 dalam Rahayu *et. al.*, 2012). Dalam sel umbi tersebut terdapat juga protein dan lemak dalam jumlah yang relatif kecil. Pati merupakan polisakarida yang terdapat dalam keadaan melimpah dalam tepung tapioka. Pati ini tidak larut dalam air dingin, tetapi menyerap air dan mengembang. Apabila dipanaskan, butiran pati akan membengkak dan membentuk gel yang menyerupai lem. Pati yang mengalami gelatinisasi ini mudah dicerna dan pada proses hidrolisis akan mudah pecah.

Penambahan perekat dalam pembuatan briket arang dimaksudkan agar partikel arang saling berikatan dan tidak mudah hancur. Jenis perekat yang digunakan briket dapat dibagi menjadi :

1. Briket sedikit atau tidak mengeluarkan asap pada saat pembakaran.
Jenis perekat ini tergolong kedalam perekat yang mengandung zat pati.
2. Briket yang banyak mengeluarkan asap pada saat pembakaran.
Jenis perekat ini tahan terhadap kelembaban tetapi selama pembakaran menghasilkan asap.

2.7 Karakteristik Briket Bioarang

2.7.1 Nilai Kalor

Nilai kalor bahan bakar adalah jumlah panas yang dihasilkan oleh suatu massa (gram) bahan bakar tersebut dengan meningkatkan temperature 1gr air, dari 3,5 °C – 4,5 °C, dengan satuan kalori. Makin tinggi berat jenis bahan bakar, maka akan semakin rendah nilai kalor yang akan dihasilkan. Adapun alat yang digunakan untuk mengukur kadar kalori pada suatu bahan bakar padat adalah dengan menggunakan kalorimeter bom (*Bomb Calorimeter*) (Papilo, 2012).

2.7.2 Kadar Air (*moisture*)

Kandungan air yang terdapat di dalam bahan bakar, air yang terkandung dalam kayu ataupun bahan bakar padat dinyatakan sebagai kadar air. Kadar air yang dikandung dalam briket dapat dinyatakan dalam dua macam :

- a) *Free moisture* (uap air bebas)

Free moisture dapat hilang dengan penguapan, misalnya dengan *air-drying*. Kandungan *free moisture* sangat penting dalam perencanaan *coal handling* dan *preperation equipment*.

- b) *Inherent moisture* (uap air terikat)

Kandungan *inherent moisture* dapat ditentukan dengan memanaskan briket antara temperatur 104 – 110 °C selama satu jam (Purnama, 2012).

2.7.3 Kadar Abu (*ash*)

Merupakan bahan bakar sisa hasil pembakaran yang tidak dapat terbakar lagi setelah proses pembakaran selesai. Abu adalah zat yang tersisa apabila bahan bakar padat dipanaskan hingga berat konstant. Kadar abu sangat berperan penting dalam pembuatan briket, karena semakin tinggi kadar abu briket maka akan semakin kurang baik kualitas briket bioarang yang dihasilkan, karena dapat membentuk kerak. (Purnama, 2012).

2.7.4 Volatile Matter (*Zat mudah menguap*)

Zat terbang terdiri dari gas-gas yang mudah terbakar seperti hidrogen, karbon monoksida (CO), dan metana (CH₄), tetapi kadang-kadang terdapat juga gas-gas yang tidak terbakar seperti CO₂ dan H₂O. *Volatile matter* adalah bagian dari briket dimana akan berubah menjadi *volatile matter* (produk) bila briket tersebut dipanaskan tanpa udara pada suhu lebih kurang 950 °C.

2.7.5 Kadar karbon terikat/*Fixed Carbon*

Penentuan jumlah karbon tertambat pada bahan baku dapat ditentukan langsung yaitu, pengurangan seratus persen terhadap jumlah kandungan air, zat terbang dan abu. Kadar karbon terikat (*fixed carbon*) merupakan fraksi karbon yang terikat di dalam briket selain fraksi abu dan *volatile matter*.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Alat dan Bahan Penelitian

3.1.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pirolisis, kompor gas, sekop kecil, alu, ember, gelas ukur, kayu pengaduk, timbangan, cetakan briket, oven, *bom calorimeter*, alat tulis blender, *shave seckler*, *wet digester*, dan ayakan 60 mesh.

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah batang, pelepah, daun tanaman kelapa sawit, tepung kanji, dan air.

3.2 Variabel Penelitian

3.2.1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah batang, pelepah, dan daun pohon kelapa sawit. Dengan :

1. variasi pertama (V1) Batang 50% : Pelepah 10% : Daun 40%
2. variasi kedua (V2) Batang 50% : Pelepah 20% : Daun 30%
3. variasi ketiga (V3) Batang 50% : Pelepah 30% : Daun 20%
4. variasi keempat (V4) Batang 100% : Pelepah 0% : Daun 0%
5. variasi kelima (V5) Batang 0% : Pelepah 100% : Daun 0%
6. variasi keenam (V6) Batang 0% : Pelepah 0% : Daun 100%.

3.2.2 Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar air, kadar abu, *volatile matter*, *fixed carbon*, nilai kalori, *volume* asap cair dan rendemen arang.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan untuk pembuatan briket adalah batang, pelepah dan daun pohon kelapa sawit. Pertama untuk menghasilkan bahan yang baik dan mempermudah proses berikutnya, pada tahap awal ini perlu dilakukan pembersihan dengan memisahkan antara pelepah sawit dengan daun dan lidinya. Kemudian untuk batang pohon itu sendiri dengan mengambil bagian dari pinggir batang pohon yang telah ditebang. Panjang bahan yang dibutuhkan sekitar 3 - 5 cm.

3.3.2 Proses Pencacahan

Setelah bahan baku tersedia, langkah selanjutnya bahan dicacah hingga bagian terkecil dengan ukuran sekitar 3 - 5 cm. Untuk melakukan proses ini dilakukan secara manual dengan cara di cacah dengan menggunakan pisau atau parang.

3.3.3 Proses Pengerinan

Setelah bahan baku dicacah hingga bagian terkecil, bahan baku dikeringkan dengan tujuan untuk menghilangkan kadar air dari bahan hasil pencacahan. Kadar air yang terlalu tinggi akan menyebabkan sulitnya melakukan pembakaran terhadap briket nantinya. Selain itu pula, kadar air akan menyebabkan timbulnya asap yang berlebihan pada saat proses pembakaran dilakukan. Proses pengeringan dilakukan secara manual dengan cara menjemur bahan pada terik panas matahari.

3.3.4 Proses Pengarangan (Karbonisasi)

Menyiapkan tungku pada tempatnya. Kemudian, bahan baku yang sudah ditimbang dimasukkan ke tabung pirolisis dan tutup tabung dipasang rapat dengan memberi tambahan bantalan asbes agar tidak ada celah udara. Tabung pirolisis diletakkan diatas

tungku dengan posisi tepat di tengah-tengah tungku. Setelah semua peralatan siap, tungku dinyalakan dengan suhu 350°C-400°C selama 2 jam. Pada proses pirolisis, *volatile matter* akan menguap, mengalir keluar melalui lubang pipa. Sehingga didalam tabung pirolisis hanya tersisa arang. Selanjutnya, peralatan dimatikan dan didiamkan sampai mendekati suhu kamar. Setelah itu tutup tabung dibuka secara perlahan dan arang dikeluarkan dan dipisahkan antara arang dan yang bukan arang, kemudian masing-masing ditimbang. Asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis kemudian diukur *volume* dengan menggunakan gelas ukur.

3.3.5 Proses Penghalusan Arang

Bahan yang telah selesai melalui proses pengarangan kemudian dihaluskan menjadi serbuk dengan menggunakan alat penumbuk dan *blender*. Setelah dihaluskan kemudian arang yang telah dihaluskan tersebut kemudian diayak lagi dengan menggunakan ayakan 60 *mesh*. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan serbuk arang terbaik dan meningkatkan kualitas briket bioarang.

3.3.6 Proses Pencampuran

Disiapkan perekat tepung tapioka dengan ditambahkan sedikit air pada gelas ukur. Kemudian dipanaskan dan diaduk hingga tepung tapioka membentuk lem berbentuk gel. Setelah itu arang yang telah dihaluskan dicampur dengan perekat berbentuk gel dan diaduk hingga merata.

3.3.7 Proses Pencetakan Briket

Proses berikutnya adalah proses pencetakan bahan baku menjadi batangan – batangan briket dengan menggunakan mesin *press* dengan tekanan 25 bar. Pada dasarnya tidak ada ketentuan mengenai bentuk briket yang dihasilkan. Yang penting adalah bagaimana agar briket yang akan dihasilkan menjadi lebih mudah terbakar dan dapat disusun pada kompor sesuai dengan kapasitas yang tersedia.

3.3.8 Proses Pemanasan Briket

Briket yang telah dicetak kemudian dioven pada suhu 115°C selama 24 jam. Hal ini bertujuan untuk mengurangi kadar air yang terdapat pada briket bioarang yang telah dicetak sehingga briket bioarang memiliki kualitas yang lebih baik.

4. Pembahasan dan Analisa

4.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian pemanfaatan batang pohon, pelepah, dan daun kelapa sawit ini, bahan baku disiapkan terlebih dahulu. Pelepah dan daun dipisahkan kemudian batang pohon, pelepah dan daun masing-

masing dibersihkan. Setelah dibersihkan, masing-masing bahan dicacah hingga ukuran 3-5 cm. Hal ini bertujuan untuk mempercepat proses pirolisis dan bahan tersebut merata menjadi arang. Bahan yang telah siap, dilakukan uji pendahuluan dengan menguji nilai kalori pada bahan tersebut. Berikut hasil uji pendahuluan tersebut pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil uji batang pohon, pelepah, dan daun kelapa sawit

Bahan	Kadar Air (%)	Nilai Kalori (kal/gr)
Batang pohon	12,5	4017,8
Pelepah	33,11	2854,2
Daun	9,89	4169,7

Dari hasil uji pendahuluan dapat kita ketahui nilai kalori pada masing-masing bahan yaitu batang pohon sebesar 4017,8 kal/gr, pelepah sebesar 2854,2 kal/gr, dan daun sebesar 4169,7 kal/gr. Nilai kalori tertinggi didapat pada daun sebesar 4169,7 kal/gr sedangkan nilai kalori terendah didapat pada pelepah sebesar 2854,2 kal/gr. Kadar air pada batang pohon didapat 12,5%, pelepah 33,1% dan daun 9,89%. Tinggi rendahnya nilai kalori dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu yang terdapat pada bahan. Nilai kalori yang tinggi memiliki kadar air dan kadar abu yang rendah, sedangkan nilai kalori yang rendah memiliki kadar air dan kadar abu yang tinggi. Pada batang pohon dan daun nilai kalori cukup tinggi yaitu 4017,8 kal/gr dan 4169,7. Hal ini dipengaruhi oleh kadar air yang terdapat pada batang pohon dan daun yaitu 12,5% dan 9,89%. Sedangkan nilai kalori pelepah yang rendah yaitu 2854,2 kal/gr dipengaruhi tingginya kadar air pelepah 33,1%. Setelah mengetahui nilai kalori pada uji pendahuluan bahan, dilakukan proses pirolisis bahan menjadi arang.

4.2 Rendemen Hasil Pirolisis

Pirolisis suatu biomassa akan menghasilkan tiga macam produk, yaitu gas, cair dan padat (*char*). Pada saat pirolisis, energi panas mendorong terjadinya oksidasi sehingga molekul karbon yang kompleks terurai, sebagian besar menjadi arang atau karbon. Berdasarkan tabel 4.2 dapat dilihat terjadinya penurunan berat batang pohon, pelepah dan daun kelapa sawit setelah dipirolisis

Tabel 4.2 Rendemen hasil pirolisis batang pohon, pelepah dan daun kelapa sawit

No.	Bahan	Suhu (°C)	Waktu (jam)	Berat awal (gr)	Berat akhir (gr)	Rendemen (%)
1.	Batang pohon	350-450	2	3000	800	26,67
2.	Pelepah	350-450	2	1200	700	58,33
3.	Daun	350-450	2	1800	900	50

Semakin tinggi suhu dan lamanya waktu pirolisis maka rendemen arang (*char*) yang dihasilkan akan semakin kecil. Suhu yang tinggi akan mengakibatkan karbon yang ada pada biomassa terkonversi menjadi gas dan cair. Jika waktu pirolisis yang melebihi waktu optimal maka akan teroksidasi (terbakar) oleh oksigen menjadi karbon dioksida dan abu.

Pada suhu pirolisis 350-400°C dengan waktu operasi selama 2 jam menghasilkan rendemen *char* batang pohon 26,67 % atau 800 gr, pelepah 58,33% atau 700 gr dan daun 50% atau 900 gr. *Char* yang dihasilkan berwarna hitam dan terdapat sedikit abu yang terdapat pada bagian bawah loyang.

4.3 Asap Cair Hasil Pirolisis

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat hasil dari proses pirolisis berupa asap cair dari batang pohon, pelepah dan daun tanaman kelapa sawit sebagai berikut.

Tabel 4.3 Asap cair hasil pirolisis batang pohon, pelepah, dan daun kelapa sawit

Variasi 2 kg bahan	Asap cair (ml)
1 (50% B : 10% P : 40% D)	100
2 (50% B : 20% P : 30% D)	150
3 (50% B : 30% P : 30% D)	210

Keterangan :

B : Batang pohon P : Pelepah D : Daun

Selain menghasilkan rendemen *char* proses pirolisis ini juga menghasilkan asap cair. Pada bahan variasi pertama (50% B : 10% P : 40% D) menghasilkan asap cair 100 ml, variasi kedua (50% B : 20% P : 30% D) menghasilkan asap cair 150 ml, dan variasi ketiga (50% B : 30% P : 20% D) menghasilkan asap cair 210 ml. Melihat hasil uji pendahuluan bahwa pelepah kelapa sawit memiliki kadar air yang cukup tinggi sedangkan pada batang pohon dan daun memiliki kadar air yang cukup rendah sehingga tidak berpengaruh terhadap banyaknya asap cair yang

dihasilkan. Hal ini mempengaruhi banyaknya asap cair yang dihasilkan. Variasi ketiga (50% B : 30% P : 20% D) menghasilkan asap cair 210 ml dan merupakan hasil tertinggi yang didapat karena pelepah yang digunakan sebanyak 30%. Sedangkan hasil terendah dihasilkan pada variasi kedua (50% B : 10% P : 40% D) yaitu 100 ml karena pelepah yang digunakan hanya 10%.

4.4 Hasil Uji Briket Bioarang

Hasil pengujian terhadap karakteristik briket bioarang dari batang pohon, pelepah, dan daun kelapa sawit yang meliputi kadar air, kadar abu, *volatile matter*, *fixed carbon*, dan nilai kalori pada tabel 4.4 sebagai berikut

Tabel 4.4 Hasil analisis laboratorium briket bioarang

Variasi (V)	Perlakuan (P)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Volatiles Matter (%)	Fixed Carbon (%)	Nilai Kalori (kal/gr)			
							B	P	D
1	50 %	10 %	40 %	1	0,1808	18,8111	42,2462	38,7619	4876,4
				2	0,1466	18,8783	43,2703	37,7048	4987
				3	0,1128	18,9171	44,4316	36,5358	4933
	Rata-rata				0,1467	18,8688	43,3160	37,6684	4932,13
2	50 %	20 %	30 %	1	0,1611	18,0056	47,6545	34,1788	4969,6
				2	0,1482	18,0041	48,7089	33,1388	5150,7
				3	0,1194	18,0549	47,4620	34,3637	5109
	Rata-rata				0,1429	18,0215	47,9418	33,8938	5076,43
3	50 %	30 %	20 %	1	0,1441	17,3493	47,9400	34,5666	5256,6
				2	0,2098	17,4355	47,8018	34,5529	5210
				3	0,1613	17,4560	47,2259	35,1568	5032
	Rata-rata				0,1717	17,4136	47,2259	34,7588	5166,2
4	100 %	0%	0%	1	0,3866	19,2795	46,9341	33,3998	5118,4
				2	0,2671	19,1049	47,4922	33,1358	4995,5
				3	0,3311	19,1629	46,8661	33,6399	4933,5
	Rata-rata				0,3283	19,1824	47,0975	33,3918	5015,8
5	0%	10 %	0%	1	0,1468	13,1224	50,7956	35,9352	5476,9
				2	0,1924	12,9846	48,1171	38,7059	5491,9
				3	0,2483	13,0555	49,2715	37,4247	5289,8
	Rata-rata				0,1958	13,0542	49,3947	37,3553	5419,53
6	0%	0%	10 %	1	0,2001	20,6340	40,6113	38,5546	5070,1
				2	0,2641	20,6827	39,4245	39,6287	5110,5
				3	0,2228	20,8579	39,1792	39,7401	5105,9
	Rata-rata				0,229	20,7249	39,7383	39,3078	5095,5

dari batang pohon, pelepah, dan daun kelapa sawit.

Keterangan :

B : Batang pohon P : Pelepah D : Daun

4.4.1 Kadar Air

Menurut Setyaningsih dkk. (2010), kadar air adalah rasio antara total air di dalam suatu zat dengan air yang berada di dalam zat tersebut dalam berat keringnya. Kadar air diharapkan serendah mungkin agar tidak menurunkan nilai kalori, tidak sulit dalam penyalaan dan briket tidak banyak mengeluarkan asap pada saat penyalaan. Hal ini disebabkan karena panas yang tersimpan dalam briket terlebih dahulu digunakan untuk mengeluarkan air yang ada sebelum kemudian menghasilkan panas yang dapat dipergunakan sebagai panas pembakaran.

Briket bioarang sangat mudah menyerap dan melepaskan air dari udara sekelilingnya atau bersifat higroskopis. Sehingga perhitungan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis briket bioarang dari batang pohon, pelepah dan daun kelapa sawit.

Hasil uji nilai rata-rata kadar air pada variasi 1 (50% B : 10% P : 40% D) diperoleh 0,1467%, pada variasi 2 (50% B : 20% P : 30% D) diperoleh 0,1429%, pada variasi 3 (50% B : 30% P : 20% D) diperoleh 0,1717%, pada variasi 4 (100% B : 0% P : 0% D) diperoleh 0,3283%, pada variasi 5 (0% B : 100% P : 0% D) diperoleh 0,1958% dan pada variasi 6 (0% B : 0% P : 100% D) diperoleh 0,229%. Untuk variasi 4, variasi 5 dan variasi 6 merupakan variasi kontrol sebagai pembandingan dengan variasi komposisi batang, pelepah dan daun.

Nilai rata-rata kadar air tertinggi terdapat pada variasi 4 yaitu dengan komposisi 100% B : 0% P : 0% D didapat kadar air sebesar 0,3283%. Sedangkan kadar air terendah terdapat pada variasi 2 yaitu dengan komposisi 50% B : 20% P : 30% D didapat kadar air sebesar 0,1429%. Kadar air pada briket bioarang dipengaruhi oleh sifat higroskopis bahan dan konsentrasi perekat yang digunakan.

Kandungan air dalam masing-masing bahan juga mempengaruhi kadar air pada briket bioarang. Batang pohon sebagai sistem pembuluh yang mengangkut air dan hara mineral dari akar ke atas serta hasil fotosintesis (*fotosintat*) dari daun ke bawah. Selain itu juga berfungsi sebagai organ penimbunan zat makanan. Dibanding dengan bahan yang lain yaitu pelepah dan daun kelapa sawit tidak begitu banyak mengandung kadar air. Hal ini dibuktikan pada briket bioarang variasi 4 yang menggunakan 100% batang pohon merupakan rata-rata kadar air terbesar dari variasi lain yaitu 0,3283%. Sedangkan pada variasi 5 100% bahan pelepah dan variasi 6 100% daun memiliki rata-rata kadar air

sebesar 0,1958% dan 0,229%. Nilai rata-rata kadar air briket bioarang pada penelitian kali ini berkisar antara 0,1429%-0,3283%. Nilai ini telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu 8%.

4.4.2 Kadar Abu

Abu merupakan bahan sisa dari proses pembakaran yang sudah tidak memiliki unsur karbon lagi, unsur utama abu adalah silika dan pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalori yang dihasilkan.

Hasil uji nilai rata-rata kadar abu pada variasi 1 (50% B : 10% P : 40% D) diperoleh 18,8688%, pada variasi 2 (50% B : 20% P : 30% D) diperoleh 18,0215%, pada variasi 3 (50% B : 30% P : 20% D) diperoleh 17,4136%, pada variasi 4 (100% B : 0% P : 0% D) diperoleh 19,1824%, pada variasi 5 (0% B : 100% P : 0% D) diperoleh 13,0542% dan pada variasi 6 (0% B : 0% P : 100% D) diperoleh 20,7249%. Untuk variasi 4, variasi 5 dan variasi 6 merupakan variasi kontrol sebagai pembanding dengan variasi komposisi batang, pelepah dan daun.

Rata-rata kadar abu tertinggi diperoleh pada briket bioarang variasi 6 (0% B : 0% P : 100% D) dengan nilai kadar abu 20,7249%, sedangkan rata-rata terendah kadar air diperoleh pada variasi 5 (0% B : 100% P : 0% D) dengan nilai kadar abu 13,0542%. Dapat dilihat dari grafik tersebut bahwa komposisi daun dari variasi 1 sampai variasi 3 mengalami penurunan kadar abu. Hal ini terjadi pengaruh dari semakin turunnya komposisi daun maka semakin turun juga kadar abu pada briket bioarang. Selain itu kadar abu juga dipengaruhi oleh batang pohon kelapa sawit memiliki kandungan silika yang cukup tinggi. Menurut Fakta Kelapa Sawit (2010) kandungan silika kelapa sawit jauh lebih tinggi sebesar 1,34% dibandingkan dengan kayu *Agathis* (0,1%) dan jati (0,4%). Kadar abu yang tinggi disebabkan kandungan silika pada arang tersebut tinggi, sedangkan silika dapat menurunkan nilai kalori briket bioarang. Nilai rata-rata kadar abu briket bioarang pada penelitian ini antara 13,0542%-20,7249%. Nilai ini belum memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) yang ditetapkan yaitu 8%.

4.4.3 Volatile Matter

Volatile Matter yang tinggi di dalam briket bioarang akan menyebabkan asap yang lebih banyak pada saat briket dinyalakan. Asap yang tinggi disebabkan oleh adanya reaksi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol (Hendra dan Pari, 2000 dalam Ismayana dan Afriyanto, 2013), Untuk mendapatkan nilai karbon terikat pada briket bioarang perlu dilakukan analisa terhadap *volatile matter*

Hasil uji nilai rata-rata *volatile matter* pada variasi 1 (50% B : 10% P : 40% D) diperoleh 43,3160%, pada

variasi 2 (50% B : 20% P : 30% D) diperoleh 47,9418%, pada variasi 3 (50% B : 30% P : 20% D) diperoleh 47,6559%, pada variasi 4 (100% B : 0% P : 0% D) diperoleh 47,0975%, pada variasi 5 (0% B : 100% P : 0% D) diperoleh 49,3947% dan pada variasi 6 (0% B : 0% P : 100% D) diperoleh 39,7383%. Untuk variasi 4, variasi 5 dan variasi 6 merupakan variasi kontrol sebagai pembanding dengan variasi komposisi batang, pelepah dan daun.

Nilai rata-rata *volatile matter* tertinggi diperoleh pada briket bioarang variasi 5 (0% B : 100% P : 0% D) dengan nilai sebesar 49,3947%. Sedangkan nilai rata-rata terendah diperoleh pada briket bioarang variasi 1 (50% B : 10% P : 40% D) sebesar 43,3160%. Menurut Sulistyanto (2006) dalam Alex (2011), semakin tinggi *volatile matter* pada suatu briket bioarang maka semakin mudah briket bioarang tersebut terbakar, sehingga laju pembakaran semakin cepat. Tinggi rendahnya *volatile matter* pada briket bioarang dapat disebabkan oleh kesempurnaan pada proses karbonisasi yang meliputi suhu dan waktu operasi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Surono (2010), bahwa semakin besar suhu dan waktu pengarang maka semakin banyak *volatile matter* yang terbuang, sehingga pada saat pengujian *volatile matter* diperoleh *volatile matter* yang rendah. *Volatile matter* berpengaruh terhadap nilai *fixed carbon*, semakin tinggi *volatile matter* maka nilai *fixed carbon* akan semakin rendah. Nilai rata-rata *volatile matter* briket bioarang pada penelitian ini antara 43,3160%-49,3947%. Nilai ini belum memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu 15%.

4.4.4 Fixed Carbon

Fixed Carbon merupakan fraksi karbon yang terikat di dalam arang selain fraksi air, *volatile matter*, dan abu. Keberadaan *fixed carbon* di dalam briket bioarang dipengaruhi oleh kadar abu dan *volatile matter*. *Fixed carbon* bernilai tinggi apabila kadar abu dan *volatile matter* briket bioarang rendah. *Fixed carbon* berpengaruh terhadap nilai kalori briket bioarang. Nilai kalori briket bioarang akan tinggi apabila *fixed carbon* briket bioarang tinggi. Rata-rata *Fixed carbon* dapat dilihat pada tabel 4.9 dan grafik 4.4 sebagai berikut

Hasil uji nilai rata-rata *fixed carbon* pada variasi 1 (50% B : 10% P : 40% D) diperoleh 37,6684%, pada variasi 2 (50% B : 20% P : 30% D) diperoleh 33,8938%, pada variasi 3 (50% B : 30% P : 20% D) diperoleh 34,7588%, pada variasi 4 (100% B : 0% P : 0% D) diperoleh 33,3918%, pada variasi 5 (0% B : 100% P : 0% D) diperoleh 37,3553% dan pada variasi 6 (0% B : 0% P : 100% D) diperoleh 39,3078%. Untuk variasi 4, variasi 5 dan variasi 6 merupakan variasi kontrol sebagai pembanding dengan variasi komposisi batang, pelepah dan daun.

Fixed carbon tertinggi diperoleh pada variasi 6 (0% B : 0% P : 100% D) sebesar 39,3078%, sedangkan nilai terendah diperoleh pada variasi 4 (100% B : 0% P : 0% D) sebesar 33,3918%. Menurut Abidin (1973) dalam Triono (2006), bahwa *fixed carbon* di dalam briket bioarang dipengaruhi oleh kadar abu dan *volatile matter*. Selain itu juga, kadar air yang rendah mempengaruhi peningkatan nilai *fixed carbon*. Hal ini dapat dilihat pada masing-masing grafik sebelumnya. Pada variasi 1 (50% B : 10% P : 40% D), variasi 5 (0% B : 100% P : 0% D) dan variasi 6 (0% B : 0% P : 100%) memiliki nilai rata-rata *fixed carbon* yang cukup tinggi yaitu 37,6684%, 37,3553%, dan 39,3078%. Pada masing-masing variasi tersebut nilai kadar air, kadar abu, *volatile matter* yang diperoleh cukup rendah, sehingga membuktikan bahwa *fixed carbon* pada briket bioarang dipengaruhi oleh kadar air, kadar abu, dan *volatile matter*. Sedangkan pada variasi 2 (50% B : 20% P : 30% D), variasi 3 (50% B : 30% P : 20% D), variasi 4 (100% B : 0% P : 0% D) nilai *fixed carbon* yang diperoleh cukup rendah yaitu 33,8938%, 34,7588%, dan 33,3918%. Pada masing-masing variasi nilai kadar air, kadar abu, dan *volatile matter* cukup tinggi. Hal ini yang menyebabkan nilai *fixed carbon* rendah dan dapat menurunkan nilai kalori briket bioarang. Nilai rata-rata *fixed carbon* pada penelitian ini berkisar antara 33,3918%-39,3078%. Nilai ini masih belum memenuhi Standar Nasional (SNI) yang ditetapkan yaitu maksimal 77%.

4.4.5 Nilai Kalori

Menurut Alex (2011), nilai kalori bahan bakar adalah jumlah panas yang dihasilkan atau ditimbulkan oleh suatu gram bahan bakar tersebut dengan meningkatkan temperatur 1 gr air dari 3,5-4,5°C dengan satuan kalori. Penetapan nilai kalori bertujuan untuk mengetahui sejauh mana nilai panas pembakaran yang dapat dihasilkan briket bioarang. Nilai kalori menjadi parameter mutu paling penting bagi briket arang.

Hasil uji nilai rata-rata nilai kalori pada variasi 1 (50% B : 10% P : 40% D) diperoleh 4931,13 kal/gr, pada variasi 2 (50% B : 20% P : 30% D) diperoleh 5076,43 kal/gr, pada variasi 3 (50% B : 30% P : 20% D) diperoleh 5166,2 kal/gr, pada variasi 4 (100% B : 0% P : 0% D) diperoleh 5015,8 kal/gr, pada variasi 5 (0% B : 100% P : 0% D) diperoleh 5419,53 kal/gr dan pada variasi 6 (0% B : 0% P : 100% D) diperoleh 5095,5 kal/gr. Untuk variasi 4, variasi 5 dan variasi 6 merupakan variasi kontrol sebagai pembanding dengan variasi komposisi batang, pelepah dan daun.

Nilai kalori diperoleh pada variasi 5 (0% B : 100% P : 0% D) sebesar 5419,53 kal/gr. Sedangkan rata-rata terendah nilai kalori diperoleh pada variasi 1 (50% B

: 10% P : 40% D) dengan nilai sebesar 4931,13 kal/gr. Variasi komposisi bahan briket bioarang turut mempengaruhi nilai kalori briket bioarang tersebut. Dalam hal ini bahan yang berpengaruh terhadap nilai kalori adalah pelepah kelapa sawit. Pada variasi 1 (50% B : 10% P : 40% D), variasi 2 (50% B : 20% P : 30% D), dan variasi 3 (50% B : 30% P : 20% D), variasi komposisi bahan pelepah kelapa sawit bertambah 10% dari variasi 1 sampai ke variasi 3. Dengan melihat variasi 5 (0% B : 100% P : 0% D) yaitu komposisi bahan pelepah 100% diperoleh nilai kalori 5419,53 kal/gr maka dapat disimpulkan bahan pelepah kelapa sawit turut mempengaruhi kenaikan nilai kalori yang diperoleh. Hal ini dibuktikan juga dengan variasi 4 (100% B : 0% P : 0% D) dan variasi 6 (0% B : 0% P : 100% D) tanpa adanya bahan pelepah yang dicampur sehingga diperoleh nilai kalori lebih rendah dari variasi 5 (0% B : 100% P : 0% D), yaitu 5015,8 kal/gr dan 5095,5 kal/gr. Selain hal tersebut nilai kalori dari bahan sebelum melalui proses pirolisis juga mempengaruhi nilai kalori setelah melalui proses pirolisis. Nilai kalori dari batang dan daun kelapa sawit sebelum dipirolisis diperoleh 4017,8 kal/gr dan 4169,7 kal/gr. Sedangkan nilai kalori pada batang dan daun kelapa sawit pada variasi 4 dan variasi 6 diperoleh 5015,8 kal/gr dan 5095,5 kal/gr. Hal ini membuktikan jika nilai kalori bahan sebelum dipirolisis tinggi maka nilai kalori setelah dipirolisis akan diperoleh nilai yang tinggi juga. Menurut Triono (2006), bahwa tinggi rendahnya nilai kalori dipengaruhi oleh berat jenis bahan baku. Menurut Sulistyanto (2006) dalam Alex (2011), semakin besar berat jenis bahan bakar maka laju pembakaran akan semakin lama. Dengan demikian briket yang memiliki berat jenis yang besar memiliki laju pembakaran yang lebih lama dan nilai kalori lebih tinggi dibandingkan dengan briket yang memiliki berat jenis yang lebih rendah.

Nilai kalori dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu briket bioarang. Semakin tinggi kadar air dan kadar abu briket bioarang, maka akan menurunkan nilai kalori briket bioarang yang dihasilkan. Hal ini dapat dilihat pada variasi 4 (100% B : 0% P : 0% D) dan variasi 6 (0% B : 0% P : 100% D), kadar air yang diperoleh yaitu 0,3283% dan 0,229% dengan nilai kalori diperoleh 5015,8 kal/gr dan 5095,5 kal/gr. Dibandingkan dengan variasi 5 (0% B : 100% P : 0% D), kadar air yang diperoleh yaitu 0,1958% dengan nilai kalori diperoleh 5419,53 kal/gr. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi kadar air maka akan menurunkan nilai kalori bioarang dan begitupun sebaliknya.

Semakin tinggi nilai karbon terikat pada briket bioarang maka akan menghasilkan nilai kalori yang tinggi. Hal ini tidak terbukti pada hasil uji penelitian briket bioarang variasi 1. Pada variasi 1 (50% B : 10%

P : 40% D) nilai rata-rata *fixed carbon* yang dihasilkan yaitu 37,6684% dengan nilai kalori 4876,4 kal/gr. Nilai kalori yang diperoleh dari variasi 1 sampai dengan variasi 6 yaitu rata-rata 4900-5400 kal/gr sedangkan *fixed carbon* yang diperoleh termasuk rendah yaitu rata-rata 33-39%. Nilai kalori pada penelitian kali ini antara 4931,13 kal/gr-5419,53 kal/gr. Nilai ini telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) yang telah ditetapkan yaitu 5000 kal/gr.

Hal-hal yang menyebabkan tinggi rendahnya nilai karbon terikat yaitu nilai *volatile matter*, nilai kadar air dan kadar abu. Pada hasil uji briket bioarang nilai karbon terikat yang dihasilkan rendah karena nilai *volatile matter* yang tinggi. Hal ini dapat diakibatkan oleh tidak meratanya proses karbonisasi dan suhu pada reaktor yang tidak stabil. Hal ini berakibat kurang sempurnanya *char* terbentuk dan membuat warna *char* sedikit coklat tidak hitam sempurna. Jadi dapat disimpulkan nilai karbon terikat tinggi namun nilai kalori yang dihasilkan rendah atau nilai karbon terikat rendah namun nilai kalori yang dihasilkan tinggi karena proses karbonisasi yang kurang sempurna dan suhu yang tidak stabil.

5. Kesimpulan

1. Berdasarkan analisis briket bioarang batang pohon, pelepah, dan daun kelapa sawit pada variasi 1 (50% B : 10% P : 40% D) dengan nilai rata-rata kadar air 0,1467%, kadar abu 18,8688%, *volatile matter* 43,3160%, *fixed carbon* 37,6684%, dan nilai kalori 4931,13 kal/gr. Variasi 2 (50% B : 20% P : 30% D) dengan nilai rata-rata kadar air 0,1429%, kadar abu 18,0215%, *volatile matter* 47,9418%, *fixed carbon* 33,8938%, dan nilai kalori 5076,43 kal/gr. Variasi 3 (50% B : 30% P : 20% D) dengan nilai rata-rata kadar air 0,1717%, kadar abu 17,4136%, *volatile matter* 47,6559%, *fixed carbon* 34,7588%, dan nilai kalori 5166,2 kal/gr. Variasi 4 (100% B : 0% P : 0% D) dengan nilai rata-rata kadar air 0,3283%, kadar abu 19,1824%, *volatile matter* 47,0975%, *fixed carbon* 33,3918%, dan nilai kalori 5015,8 kal/gr. Variasi 5 (0% B : 100% P : 0% D) dengan nilai rata-rata kadar air 0,1958%, kadar abu 13,0542%, *volatile matter* 49,3947%, *fixed carbon* 37,3553%, dan nilai kalori 5419,53 kal/gr. Variasi 6 (0% B : 0% P : 100% D) dengan nilai rata-rata kadar air 0,229%, kadar abu 20,7249%, *volatile matter* 39,7383%, *fixed carbon* 39,3078%, dan nilai kalori 5095,5 kal/gr.
2. Komposisi optimum briket bioarang batang pohon, pelepah, dan daun kelapa sawit diperoleh pada variasi 5 (0% B : 100% P : 0% D) dengan

nilai kadar air 0,1958%, kadar abu 13,0542%, *volatile matter* 49,3947%, *fixed carbon* 37,3553%, dan nilai kalori 5419,53 kal/gr.

3. Variasi komposisi briket bioarang berpengaruh terhadap kadar air, kadar abu, *volatile matter*, *fixed carbon*, nilai kalori, rendemen dan asap cair (tar) terhadap kualitas briket bioarang.
4. Rendemen dan asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis variasi batang, pelepah dan daun kelapa sawit adalah rendemen batang 26,67%, pelepah 58,33%, dan daun 50%. Asap cair variasi 1 (50% B : 10% P : 40% D) 100 ml, variasi 2 (50% B : 20% P : 30% D) 150 ml, dan variasi 3 (50% B : 30% P : 20% D) 210 ml.

Daftar Pustaka

- Archenita, Dwina, Atmaja, Jajang, Hartati., 2010, *Pengolahan Limbah Daun Kering Sebagai Alternatif Pengganti Bahan Bakar Minyak*, Rekayasa Sipil, Volume VI. No. 2, ISSN : 1858-3695.
- BPS Kaltim, 2014, *Kalimantan Timur Dalam Angka 2014*, Samarinda, Badan Pusat Statistik Kalimantan Timur.
- Capah, A.G., 2007, *Pengaruh Konsentrasi Perekat dan Ukuran Serbuk Terhadap Kualitas Briket Arang dari Limbah Pembalakan Kayu Mangium (Acacia mangium Willd)*, Skripsi. Medan, Departemen Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Utara.
- Fairus, Sirin, Salafudin, Rahman, Lathifa, Apriani, Emma., 2011, *Pemanfaatan Sampah Organik Secara Padu Menjadi Alternatif Energi : Biogas dan Precursor Briket*, Prosiding Seminar Nasional Teknik "Kejuangan", ISSN 1693 - 4393.
- Fauzi, Y, Yustina E.W, Irman, S, Hartono, Rudi., 2002, *Kelapa Sawit : Budi Daya, Pemanfaatan Hasil dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran*. Penebar Swadaya, Depok.
- Karman, Joni., 2012. *Teknologi dan Proses Pengolahan Biomassa*. Alfabeta, Bandung.
- Kartika, E. dan Paramtia, S., 2007, *Pembuatan Briket dari Sekam Padi Menggunakan Polyethylene Sebagai Binder*, Teknik Kimia, ITENAS.
- Kurniawan, O., Marsono, 2008, *Superkarbon; Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah dan Gas*, Penebar Swadaya, Jakarta.

- Lubis, A., 2008. *Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) di Indonesia Edisi 2*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit Press, Medan.
- Maryono., Sudding., Rahmawati., 2013, *Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa ditinjau dari Kadar Kanji*, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Miskah, Siti, Suhirman, Lucya, Ramadhona, Haika Rahmah., 2014, *Pembuatan Biobriket Dari Campuran Arang Kulit Kacang Tanah Dan Arang Ampas Tebu Dengan Aditif KMNO₄*, Teknik Kimia, Vol. 20, No. 1.
- Pahan, Iyung., 2015. *Panduan Teknis Budidaya Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Papilo, P., 2012, *Briket Pelelah Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif Yang Bernilai Ekonomis Dan Ramah Lingkungan*, Jurnal Sains, Teknologi dan Industri, Vol. 9. No. 2.
- Paris, O., C. Zollfrank, & G. A. Zickler, 2005, *Decomposition and Carbonization of Wood Biopolymer Microstructural Study of Wood Pyrolysis Carbon*, 43:53-66.
- Purnama, Retta Ria, Chumaidi, Ahmad, Saleh, Abdullah., 2012, *Pemanfaatan Limbah Cair CPO Sebagai Perekat Pada Pembuatan Briket Dari Arang Tandan Kosong Kelapa Sawit*, Jurnal Teknik Kimia, Vol. 18, No. 3.
- Risza, S., 1994. *Kelapa Sawit Upaya Peningkatan Produktivitas*. Kanisius, Yogyakarta.
- Samadhi, Tjokorde Walmiki, Daulay, Tishi T., Firmansyah, M., Setiadi, Tjandra., 2008, *Pembakaran Ulang Abu Bawah Batubara*, Jurnal Teknik Kimia Indonesia, Vol. 7. No. 3.
- Setiawan, A., Andrio, O., Coniwanti, P., 2012, *Pengaruh Komposisi Pembuatan Biobriket dari Campuran Kulit Kacang dan Serbuk Gergaji terhadap Nilai Pembakaran*, Jurnal Teknik Kimia No. 2, vOL. 18, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan.
- Setyaningsih, D., Hambali, E., Liliana, W., Ross, S. G., dan Hanafiah, D., 2010, *Bio-pellet Production from Various Potential Agricultural Waste in Indonesia*, Surfactant and Bioenergy Research Center IPB, Bogor.
- Sinurat, E., 2011, *Studi Pemanfaatan Briket Kulit Jambu Mete dan Tongkol Jagung sebagai Bahan Bakar Alternatif*, Teknik Mesin Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Sulistiyanto, A., 2006, *Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa*. Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- Surono, U. B., 2010, *Peningkatan Kualitas Pembakaran Biomassa Limbah Tongkol Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif Dengan Karbonisasi dan Pembriketan*, Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 4 No. 1, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Yogyakarta.
- Triono, A., 2006, *Karakteristik Briket Arang dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika dan Sengon dengan Penambahan Tempurung Kelapa*, Skripsi, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wahyudi,I., 2001, *Pemanfaatan Blotong Menjadi Bahan Bakar Cair Dan Arang Dengan Proses Pirolisis*, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP UPN "Veteran", Jatim.