

PEMBUATAN BIOBRIKET DARI CAMPURAN KULIT KACANG TANAH DAN TEMPURUNG KEMIRI DENGAN MENGGUNAKAN METODE KARBONISASI**Kusyanto^{1,*}, Rinda Handayani²⁾, dan Andri Kurniawan³⁾**^{1,2,3)}Program Studi Petro dan Oleo Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda, Kota Samarinda, Indonesia

*)Email : yanto_koes@yahoo.com

(Received: 08-03-22 ; Revised: 12-07-22 ; Accepted: 31-09-22)

Abstrak

Biobriket adalah salah satu energi alternatif bahan bakar padat yang bahan dasarnya dari campuran biomassa. Penambahan kata bio pada briket disebabkan adanya penambahan biomassa sebagai bahan baku. Kulit kacang tanah dan tempurung kemiri yang hanya terbuang mengakibatkan menumpuknya limbah hasil pertanian berupa kulit kacang tanah dan tempurung kemiri. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan penelitian lanjutan agar memiliki nilai tambah. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan komposisi bahan baku arang kulit kacang tanah dan tempurung kemiri terhadap nilai proximate dan nilai kalor. Pada penelitian ini menggunakan metode karbonisasi. Dari hasil Analisa didapatkan nilai kalor tertinggi pada perlakuan E yaitu 6006 Cal/gr. Kadar air briket berkisar antara 4 - 5% dan didapatkan kadar air terendah pada perlakuan B yaitu 4,08%. Hasil Analisa kadar abu berkisar antara 11 - 17% dan didapatkan kadar abu terendah pada perlakuan B yaitu 11,92%. Hasil kadar Volatile Matter berkisar 26 - 28% dan didapatkan kadar Volatile Matter terendah pada perlakuan D sebesar 26,57% dan hasil kadar Fixed Carbon berkisar 50-55% dan didapatkan hasil Fixed Carbon tertinggi berada pada perlakuan B sebesar 55,96%.

Kata Kunci : kulit kacang, tempurung kemiri, biobriket, proximate

Abstract

Biobriquettes are one of the alternative energy solid fuels that are the basic materials of a biomass mixture. The addition of the word bio to briquettes is due to the addition of biomass as a raw material. Peanut skin and hazelnut shell that is only wasted resulted in the accumulation of agricultural waste in the form of peanut skin and hazelnut shell. To overcome this, further research is needed to have added value. In this study, it aims to influence the effect of the comparison of the composition of raw materials of peanut skin charcoal and hazelnut shells against proximate values and heat values. This study used carbonization methods. From the results of the analysis obtained the highest heat value in the treatment E was 6006 Cal/gr. Briquette water content ranges from 4 - 5% and the lowest water content was obtained in treatment B which was 4.08%. The results of the analysis of ash levels ranged from 11 - 17% and obtained the lowest ash levels in treatment B, which was 11.92%. Volatile matter results ranged from 26 - 28% and the lowest Volatile Matter level at D treatment was 26.57% and fixed carbon results ranged from 50 - 55% and the highest fixed carbon result was at 55.96%.

Keywords: bean skin, hazelnut shell, biobriquette, proximate

PENDAHULUAN

Pada saat ini, Indonesia sedang berkembang menjadi sebuah negara industri. Sebagai suatu negara industri, tentunya Indonesia membutuhkan sumber energi yang besar dan saat ini sebagian besar energi yang digunakan di Indonesia berasal dari bahan bakar fosil, yaitu bahan bakar minyak, batubara, dan gas. Kerugian penggunaan bahan bakar fosil ini selain merusak lingkungan, juga tidak terbarukan (nonrenewable) dan tidak berkelanjutan (unsustainable) (Erwandi, 2005). Salah satu upaya yang dapat dilakukan manusia untuk mencegah terjadinya krisis energi adalah dengan menggunakan energi alternatif biomassa. Ketersediannya yang sangat tinggi, memungkinkan biomassa untuk dijadikan bahan utama dalam penggunaan energi alternatif. Penggunaan biomassa yang sedang menjadi perbincangan saat ini adalah pembuatan biobriket. Penambahan kata bio pada kata briket disebabkan adanya penambahan biomassa sebagai bahan baku.

Beberapa metode pembuatan arang salah satunya adalah metode karbonisasi. Karbonisasi merupakan suatu proses pembakaran dengan udara terbatas tanpa kehadiran oksigen terhadap material-material organik yang menghasilkan arang dan mengubah kadar fixed carbon yang rendah menjadi tinggi dengan meningkatkan nilai kalor (Junary Erwin, 2015). Dengan mencampurkan arang kulit kacang tanah dan cangkang kemiri yang optimal, diharapkan dapat menghasilkan biobriket yang bersifat mudah menyala, memiliki nilai kalor tinggi serta mampu bertahan lama saat pembakaran (yang sesuai dengan SNI No. 01- 6235-2000) tentang standar kualitas briket di Indonesia, sehingga dapat dijadikan sumber bahan bakar alternatif terbarukan oleh masyarakat untuk menggantikan sumber bahan bakar fosil yang ada saat ini.

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) merupakan tanaman polong-polongan atau legum kedua terpenting setelah kedelai di Indonesia. Sekitar 20-30% dari kacang tanah adalah berupa kulit. Suplai kacang tanah pada industri makanan yang berbahan dasar kacang tanah per satuan industri mampu mencakup hingga 1,25 ton biji kacang tanah bersih per hari. Dari jumlah tersebut akan dihasilkan limbah kulit kacang yang tidak sedikit. Untuk membuang atau membakar, jelas diperlukan lahan yang cukup luas. Maka dari itu, limbah kulit kacang tanah yang memiliki kandungan selulosa yang tinggi yaitu 63,5% dapat dimanfaatkan dan berpotensi dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan biobriket (Fauzi dkk, 2010).

Tanaman kemiri (*Alleurites mollucana*) adalah jenis tanaman perkebunan yang mudah ditanam dan termasuk ke dalam Family Euphorbiaceae. Kemiri mempunyai 2 lapis kulit yaitu kulit buah dan tempurung, dari setiap kilogram biji kemiri akan dihasilkan 30% daging biji dan 70% tempurung. 30% daging biji kemiri biasa digunakan sebagai bumbu masak dan bahan baku untuk menghasilkan beberapa produk industri, sedangkan 70% kandungan tempurung pada buah kemiri selama ini hanya menjadi limbah. Tempurung kemiri mengandung holoselulosa 49,22% dan lignin 54,22%. Kandungan lignin yang tinggi berpotensi untuk dibuat arang yang menghasilkan nilai kalor yang tinggi dan bagus sebagai bahan bakar alternatif karena arang tempurung kemiri yang sudah dijadikan briket memiliki nilai kalor sebesar 7.958,33 kal/gr (Sihombing, 2006).

Teknologi karbonisasi merupakan suatu proses pembakaran dengan udara terbatas tanpa kehadiran oksigen terhadap material-material organik yang menghasilkan arang dan mengubah kadar fixed carbon yang rendah menjadi tinggi dengan meningkatkan nilai kalor (Junary Erwin, 2015). Suhu karbonisasi dapat memberikan pengaruh pada kadar air dari bahan. Semakin tinggi suhu karbonisasi, maka kadar air briket yang dihasilkan akan semakin rendah Wahyusi dkk (2012).

Perekat kanji dibuat dari tepung tapioka ditambah dengan air. Perekat tapioka umum digunakan sebagai bahan perekat pada briket arang karena banyak terdapat di pasaran dan harganya relatif murah. Pertimbangan lain bahwa perekat kanji dalam penggunaannya menimbulkan asap yang lebih sedikit dibandingkan dengan bahan lain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket arang dengan tepung kanji sebagai bahan perekat nya akan sedikit menurunkan nilai kalornya bila dibandingkan dengan nilai kalor kayu dalam bentuk aslinya (Sudrajat & Soleh dalam Triono, 2006).

Biobriket adalah salah satu energi alternatif bahan bakar padat yang bahan dasarnya dari campuran biomassa. Penambahan kata bio pada briket disebabkan adanya penambahan biomassa sebagai bahan baku. Penambahan diharapkan dapat mengakibatkan briket mudah menyala karena biomassa reaktif sebagai penyulut dan bahan pengisi pada pembuatan biobriket (Widodo dalam Diah, 2009).

Tabel 1. Standar Kualitas Briket di Indonesia

Parameter	SNI 01-6235-2000
Kadar Air (%)	Maks. 8
Kadar Zat Terbang (%)	Maks. 15
Kadar Abu (%)	Maks 8
Kadar Karbon Terikat (%)	Min 77
Nilai Kalor (cal/g)	Min. 5000

Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2000

Briket yang baik juga harus memenuhi standar yang telah ditentukan agar dapat dipakai sesuai keperluannya. Penentuan kualitas briket pada umumnya dilakukan terhadap komposisi kimia seperti kadar abu, kadar air, kadar zat terbang, kandungan karbon dan nilai kalor. Standar kualitas briket arang menurut SNI 01-6235-2000, syarat mutu briket ditampilkan pada Tabel 1.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu furnace, ayakan, tumbukan, blender, pencetak briket, timbangan analitik. Bahan yang digunakan adalah kulit kacang tanah, tempurung kemiri, dan perekat kanji.

Prosedur Penelitian

1. Karbonisasi

Bahan baku kulit kacang tanah dan tempurung kemiri dibersihkan dari kotoran-kotoran terlebih dahulu dan dijemur selama 1 hari dibawah terik matahari. Bahan baku yang telah dibersihkan kemudian dikarbonisasi dengan menggunakan tanur selama 45 menit pada suhu 500°C hingga menjadi arang.

2. Pembuatan Serbuk Arang dan Pengayakan

Setelah proses pengarangan, arang yang diperoleh dicecilkan ukurannya menggunakan alat penumbuk berupa lumpang alu dan kemudian diayak menggunakan ayakan 70 mesh.

3. Pencetakan dan Pengeringan

Masing-masing bahan baku ditimbang sesuai dengan persentase massa (kulit kacang tanah dan tempurung kemiri) untuk menghasilkan sampel briket seberat 50 gram. Bahan baku tersebut dihomogenkan dan ditambahkan perekat 5 gram. Kemudian dicetak dengan cetakan aluminium foil. Setelah itu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 80°C selama 24 jam.

4. Analisa kadar air

Kadar air ditentukan dengan cara ditimbang berat kosong cawan (m1), kemudian dimasukkan sebanyak 1 gram contoh ke dalam cawan (m2). Setelah itu dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105 °C selama 1 jam. Selanjutnya contoh didinginkan di dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang beratnya (m3).

$$\% \text{ Moisture} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

m1 = berat cawan

m2 = berat cawan + berat sampel

m3 = berat cawan + setelah pemanasan

5. Analisa Kadar Abu

Kadar abu ditentukan dengan cara ditimbang berat kosong cawan (m_1), kemudian dimasukkan sebanyak 1 gram sampel ke dalam cawan (m_2). Setelah itu dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 750°C selama 3 jam sampai terbentuk abu. Selanjutnya sampel didinginkan di dalam desikator selama 15 menit dan timbang beratnya (m_3). Serta ditimbang cawan kosong sesudah pemanasan (m_4).

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{m_3 - m_4}{m_2 - m_1} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

- m_1 = massa cawan kosong sebelum pemanasan (gr)
- m_2 = massa cawan sampel + sampel sebelum pemanasan (gr)
- m_3 = massa cawan + sampel setelah pemanasan (gr)
- m_4 = massa cawan kosong (setelah pemanasan) (gr)

6. Analisa Zat Terbang (Volatile Matter)

Kadar zat terbang ditentukan dengan cara ditimbang berat kosong cawan (m_1), kemudian dimasukkan sebanyak 1 gram sampel ke dalam cawan (m_2). Setelah itu dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 950°C selama 7 menit. Selanjutnya contoh didinginkan di dalam desikator selama 15 menit dan timbang beratnya (m_3).

$$\% \text{ Volatile Matter} = \left(\frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% \right) - \text{kadar air} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

- m_1 = berat cawan
- m_2 = berat cawan + berat sampel
- m_3 = berat cawan + setelah pemanasan

7. Analisa Kadar Karbon Terikat

Kadar karbon terikat dapat ditentukan berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{ Fixed Carbon} = 100\% - (\%M) - (\%ash) - (\%VM) \dots \dots \dots (4)$$

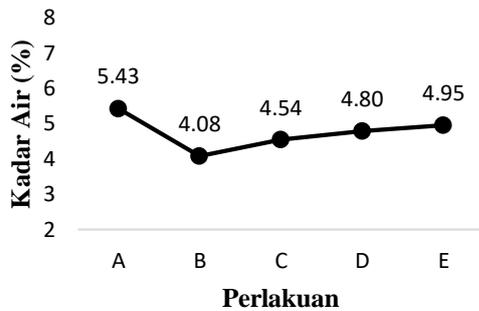
8. Analisa Uji Kalor

Analisa nilai kalor menggunakan alat bomb calorimeter K88890. Nilai kalor menunjukkan jumlah panas yang akan dilepaskan ke lingkungan ketika efisiensi pembakaran briket.

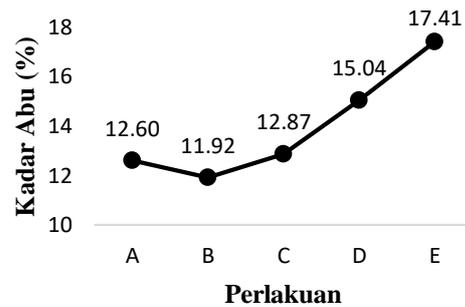
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air (*Moisture*)

Kadar air briket adalah perbandingan berat air yang terkandung dalam briket dengan berat briket setelah dipanaskan. Kadar air briket mempengaruhi karakteristik briket. Briket dengan kadar air yang tinggi akan menimbulkan asap yang banyak saat pembakaran. Kandungan air yang tinggi menyulitkan penyalaan sehingga briket sulit terbakar. Kadar air mempengaruhi kualitas briket arang yang dihasilkan. Semakin rendah kadar air maka nilai kalor dan daya pembakarannya akan semakin tinggi, begitupun sebaliknya. Kadar air briket menurut standar SNI No. 1/6235/2000 adalah ≤ 8 . Kadar air hasil penelitian pada Gambar 1 menunjukkan bahwa briket arang yang dibuat dari campuran kulit kacang tanah dan tempurung kemiri dengan menggunakan perekat tepung tapioka memiliki nilai kadar air antara 4 sampai 5%. Kadar air terendah berada pada perlakuan B (15 KK: 35 TK) dengan nilai 4,0775%, sedangkan kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan A (5 KK: 45 TK) dengan nilai 5,4261%. Penambahan arang kulit kacang tanah dari 5% menjadi 15% ternyata berhasil menurunkan kadar air dari 5,43% menjadi 4,08%. Penurunan kadar air diduga terjadi karena briket dengan bahan baku yang memiliki pori-pori lebih kecil / partikel lebih halus (lolos 70 mesh) (Darmawan,2000). Tetapi semakin meningkatnya komposisi arang kulit kacang tanah justru meningkatkan kadar air. Peristiwa ini diduga karena adanya pengaruh yang lebih dominan dari kadar air kulit kacang tanah. Namun hasil uji kadar air pada briket arang campuran kulit kacang tanah dan tempurung kemiri mengasilkan kadar air yang baik dan kadar air pada penelitian ini telah memenuhi standar SNI karena nilai kadar air yang didapat tidak lebih dari 8%.



Gambar 1 Grafik nilai kadar air briket pada variasi komposisi arang kulit kacang dan tempurung kemiri



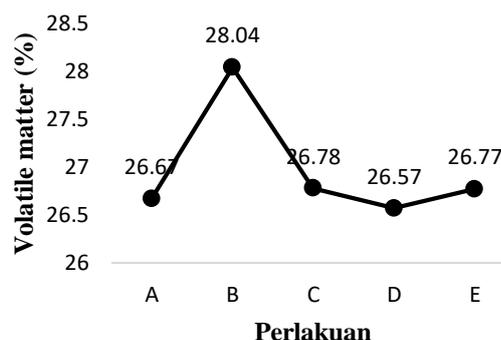
Gambar 2 Grafik nilai kadar abu briket pada variasi komposisi arang kulit kacang dan tempurung kemiri

Kadar Abu (Ash)

Briket dengan kadar abu yang tinggi, akan mempengaruhi tingkat pengotoran, keausan, korosi peralatan. Semakin rendah kadar abu briket maka akan semakin baik nilai kalor yang dihasilkan oleh briket tersebut (Budiawan, dkk, 2014). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), nilai kadar abu briket yaitu maksimum 8%. Kadar abu hasil penelitian pada Gambar 2 menunjukkan bahwa briket arang yang dibuat dari campuran kulit kacang tanah dan tempurung kemiri dengan menggunakan perekat tepung tapioka memiliki kadar abu antara 11-17%. Kadar abu terendah terdapat pada perlakuan B (15 KK: 35 TK) dengan nilai 11,92%, sedangkan kadar abu tertinggi terdapat pada perlakuan E (45 KK: 5 TK) dengan nilai 17,41%. Pada penelitian ini kadar abu yang dihasilkan belum memenuhi SNI yaitu maksimum 8%. Hal ini dikarenakan oleh beberapa faktor yaitu komposisi bahan baku, serta kadar abu bahan baku serta tingginya kadar abu dipengaruhi oleh pengotor yang terkandung dalam bahan baku sehingga kandungan mineral-mineral dalam arang cukup tinggi dan dalam proses pembakarannya banyak meninggalkan abu sebagai sisa pembakaran.

Zat Menguap (Volatile Matter)

Kadar Volatile Matter hasil penelitian pada Gambar 3 menunjukkan bahwa briket arang yang dibuat dari campuran kulit kacang tanah dan tempurung kemiri dengan menggunakan perekat tepung tapioka memiliki kadar Volatile Matter antara 26-28%. Kadar Volatile Matter terendah terdapat pada perlakuan D (35 KK: 15 TK) dengan nilai 26,77%, sedangkan kadar Volatile Matter tertinggi terdapat pada perlakuan B (15 KK: 35 TK) dengan nilai 28,04%. Hasil uji kadar Volatile Matter pada penelitian ini belum memenuhi standar SNI karena nilai kadar Volatile Matter yang didapat melebihi 15%. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu, komposisi bahan baku, serta suhu pengarangan. Hasil penelitian Hendra dan Darmawan (2000) bahwa besar tidaknya kadar zat menguap ditentukan oleh waktu dan suhu pengarangan. Rendahnya suhu pengarangan dapat menyebabkan tingginya kadar zat terbang, hal ini sependapat dengan Purwanto (2011) yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu karbonisasi akan menyebabkan berkurangnya kadar zat terbang.



Gambar 3 Grafik nilai kadar volatile matter briket pada variasi komposisi arang kulit kacang dan tempurung kemiri

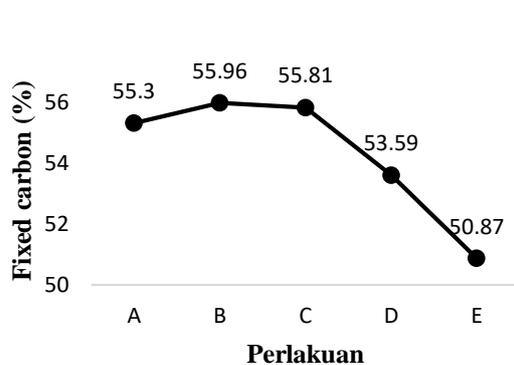
Kadar Karbon Terikat (*Fixed Carbon*)

Kadar karbon terikat atau *fixed carbon* menunjukkan banyaknya kandungan unsur karbon yang tertambat dalam briket dan memiliki pengaruh terhadap zat menguap dan suhu karbonisasi. Semakin tinggi kadar *fixed carbon* maka semakin rendah kadar zat menguap (Hendra, 2007). Kadar *Fixed Carbon* hasil penelitian pada Gambar 4 menunjukkan bahwa briket arang yang dibuat dari campuran kulit kacang tanah dan tempurung kemiri dengan menggunakan perekat tapioka memiliki kadar *Fixed Carbon* antara 50-55%. Kadar *Fixed Carbon* terendah terdapat pada perlakuan E (45 KK : 5 TK) dengan nilai 50,87%, sedangkan kadar *Fixed Carbon* tertinggi terdapat pada perlakuan B (15 KK : 35 TK) dengan nilai 55,96%. Penambahan komposisi arang kulit kacang tanah dari 5% menjadi 15% pada penelitian ini mampu menaikkan kadar *Fixed Carbon* dari 55,30% menjadi 55,96%. Tetapi semakin meningkatnya komposisi arang kulit kacang tanah justru semakin menurunnya kadar *fixed carbon*.

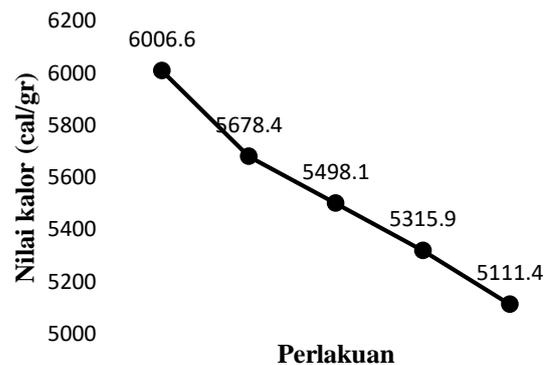
Hasil uji kadar *Fixed Carbon* pada penelitian ini belum memenuhi standar SNI karena nilai kadar *Fixed Carbon* yang didapat kurang dari yang ditetapkan oleh SNI yaitu min 77%. Hal ini disebabkan beberapa faktor yaitu kadar karbon dipengaruhi oleh nilai zat volatil dan kadar abu, semakin tinggi kadar zat terbang maka semakin rendah kadar karbon dan jika kadar abu tinggi maka semakin rendah pula kadar karbonnya (Borowski & Jan, 2013).

Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan jumlah energi kalor yang dilepaskan bahan bakar pada saat terjadinya oksidasi unsur-unsur kimia yang ada pada bahan bakar. Nilai kalor mempunyai pengaruh terhadap efisiensi pembakaran briket atau menjadikan pembakaran menjadi lebih singkat. Semakin tinggi nilai kalor, maka kualitas briket semakin baik sehingga jumlah briket yang digunakan untuk pembakaran menjadi lebih sedikit (Asip, dkk, 2014). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai kalor pada briket seperti komposisi bahan baku, jenis bahan baku, ukuran partikel dan perekat yang digunakan (Almu, dkk, 2014). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), nilai kalor pada briket yaitu minimal 5000 cal/gr.



Gambar 4 Grafik nilai kadar *fixed carbon* briket pada variasi komposisi arang kulit kacang dan tempurung kemiri



Gambar 5 Grafik nilai kalor briket pada variasi komposisi arang kulit kacang dan tempurung kemiri

Nilai kalor hasil penelitian pada Gambar 5 menunjukkan bahwa briket arang yang dibuat dari campuran kulit kacang tanah dan tempurung kemiri dengan menggunakan perekat tepung tapioka memiliki nilai kalor antara 5000-6000 Cal/gr. Nilai kalor terendah terdapat pada perlakuan E (45 KK : 5 TK) dengan nilai 5111,4 Cal/gr, sedangkan nilai kalor tertinggi terdapat pada perlakuan A (5 KK : 45 TK) dengan nilai 6006,6 Cal/gr. Semakin bertambahnya kulit kacang tanah ternyata semakin menurunnya nilai kalor. Namun, hasil uji nilai kalor pada briket arang campuran kulit kacang tanah dan tempurung kemiri pada penelitian ini telah memenuhi standar SNI, karena nilai kalor yang didapat lebih dari 5000 Cal/gr.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji proximate yang dilakukan dalam pembuatan biobriket dari campuran kulit kacang tanah dan tempurung kemiri diperoleh nilai kadar air terendah pada perlakuan B (15 KK : 35 TK) sebesar 4.08%, nilai kadar abu terendah berada pada perlakuan B (15 KK : 35 TK) yaitu 11.92%, nilai Volatile Matter terendah berada pada perlakuan D (35 KK : 15 TK) yaitu 26,57%, dan nilai Fixed Carbon tertinggi berada pada perlakuan B (15 KK : 35 TK) yaitu 55,96% & berdasarkan hasil uji nilai kalor yang dilakukan dalam pembuatan biobriket dari campuran kulit kacang tanah dan tempurung kemiri didapatkan nilai kalor tertinggi pada perlakuan A (5 KK : 45 TK) yaitu 6006,6 Cal/gr. Dimana hasil tersebut memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Dapat disimpulkan perlakuan terbaik pada penelitian ini berada pada perlakuan A (5 KK : 45 TK) karena memiliki nilai kalor tertinggi yaitu sebesar 6006,6 Cal/gr.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda, yang telah memberikan fasilitas sebagai tempat penulis melaksanakan penelitian atas sarana dan prasana.

DAFTAR PUSTAKA

- Asip, Faisal dkk. 2014. Pembuatan Briket dari Campuran Limbah Plastik LDPE, Tempurung Kelapa dan Cangkang Sawit. *Jurnal Teknik Kimia*, No. 02 Vol. 20
- Borowski. Gabriel dan Jan J. Hycnar. 2013. Utilization of Fine Coal Waste as a Fuel Briquettes, *International Journal of Coal Preparation and Utilization*, Vol 33, ISSN: 1939-2699
- Diah, W. 2009. Karakteristik briket Arang Dari Serbuk Gergaji Dengan Penambahan Arang Cangkang Kelapa Sawit. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara
- Erwandi, 2005. Sumber Energi Arus: Alternatif Pengganti BBM, Ramah Lingkungan, dan terbarukan.
- Fauzi, Achmad., Moh. Lutfi Maulana dan Nuri Sawal Riyadi. 2010. Briket Kulit Kacang Sebagai Sumber Energi Alternatif. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Hendra dan Darmawan, 2000. Pengaruh Bahan Baku, Jenis Perikat dan Tekanan Kempa Terhadap Kualitas Briket Arang. Puslitbang Hasil Hutan. Bogor.
- Junary Erwin, Julhan Prasetya dan Netti Herlina. 2015. Pengaruh Suhu dan Waktu Karbonisasi Terhadap Nilai Kalor dan Karakteristik pada Pembuatan Bioarang Berbahan Baku Pelepeh Aren (Arenga Pinnata). *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol 4 No 2.
- M. Nurul Setyawan et al. / *Indonesian Journal of Chemical Science* 7 (3) (2018)
- Purwanto, Djoko. 2011. Arang dari Limbah Tempurung Kelapa Sawit (Elais Guineensis Jacq). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* Vol. 29 No. 1, Banjarbaru.
- Sihombing, J.L., 2006, Studi Pembuatan Briket Arang dari Cangkang Kemiri Dengan Variasi Ukuran Partikel Arang dan Konsentrasi Perikat, Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Negeri Medan.
- Thoha, M. Yusuf dan Fajrin, Diana E. 2010. Pembuatan Briket Arang dari Daun Jati dengan Sagu Aren sebagai Pengikat. Jurusan Teknik Kimia. Palembang: UNSRI
- Triono, A., 2006. Karakteristik Briket Arang dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (*Maesopsis Eminii Engl*) Dan Sengon (*Paraserianthes Falcataria L. Nielsen*) Dengan Penambahan Tempurung Kelapa (*Cocos Nucifera L*) (Skripsi). Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.