



Analisis Nilai Kalor dan Nilai Ultimate Briket Sampah Organik Dengan Bubur Kertas

Arifia Ekayuliana¹, Noor Hidayati²

¹ Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

² Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Briket arang sampah merupakan jenis bahan bakar yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui, dibuat dari aneka jenis sampah seperti ranting, dedaunan, rumput, jerami, sampah pasar, pertanian, dan industri yang diolah melalui proses karbonisasi. Penelitian terkait dengan briket sampah banyak dilakukan oleh para peneliti dan sebagian besar menggunakan perekat tepung sago. Briket sampah yang menggunakan perekat bubur kertas belum menarik perhatian sehingga belum banyak yang menggunakan media perekat dengan menggunakan kertas. Di sisi lain, pemilihan kertas sebagai bahan perekat ini relatif homogen dengan sampah sehingga mudah bercampur dan mudah terbakar. Parameter yang diamati meliputi komposisi sampah dan bubur kertas. Sampah daun kering berasal dan kertas yang digunakan adalah kertas tak terpakai di lingkungan Jurusan Teknik Mesin. Hasil pengujian briket daun kering dan perekat bubuk kertas dengan metode pengujian nilai kalor dan nilai ultimate dari briket tersebut. Nilai kalor yang dihasilkan dari briket daun kering dengan campuran daun kertas mencapai 5035.57 cal/gram. Serta hasil pengujian ultimate pada briket untuk nilai carbon sebesar 48.34%, hydrogen 3.23%, nitrogen 0.58%, oksigen 30.89% dan sulfur 0.07%

Kata-kata kunci: Briket sampah, bubur kertas, nilai kalor, nilai ultimate

Abstract

Garbage charcoal briquettes are a type of environmentally friendly and renewable fuel, made from various types of waste such as twigs, leaves, grass, straw, market, agricultural and industrial waste that are processed through a carbonization process. Research related to trash briquettes is mostly done by researchers and most of them use sago starch adhesive. Garbage briquettes that use pulp adhesive have not attracted attention so that not many have used adhesive media using paper. On the other hand, the selection of paper as an adhesive material is relatively homogeneous with waste so it is easily mixed and flammable. The parameters observed included the composition of waste and pulp. Dry leaf litter originates and the paper used is unused paper in the Mechanical Engineering Department. The test results of dry leaf briquettes and paper powder adhesive by testing the calorific value and ultimate value of the briquettes. The calorific value produced from dry leaf briquettes with a mixture of paper leaves reaches 5035.57 cal / gram. And the ultimate test results on briquettes for carbon values of 48.34%, 3.23% hydrogen, 0.58% nitrogen, 30.89% oxygen and 0.07% sulfur.

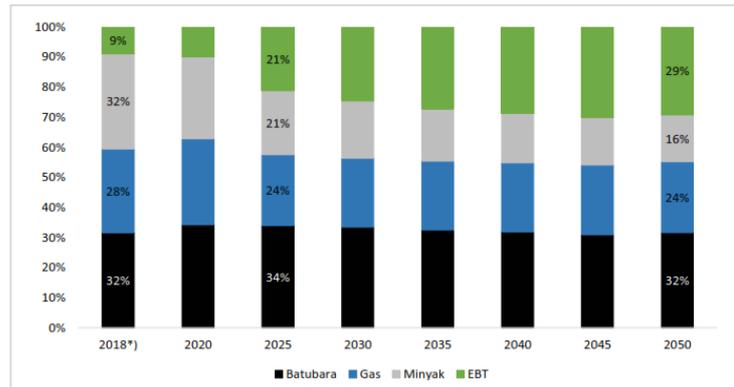
Keywords: Garbage briquettes, pulp, calorific value, ultimate value

¹ Corresponding author E-mail address: arifia.ekayuliana@mesin.pnj.ac.id

1. PENDAHULUAN

Isu yang menjadi perbincangan hangat pada beberapa tahun terakhir ini adalah mengenai kelangkaan bahan bakar didalam negeri ini khususnya di beberapa daerah – daerah terpelosok dan terpencil sering sekali mengalami keterlambatan dalam pengiriman bahan bakar. Peningkatan permintaan energi yang semakin hari semakin meningkat ini disebabkan oleh pertumbuhan populasi penduduk dan semakin berkurangnya cadangan sumber energi untuk memenuhi hal tersebut. Selain itu juga yang menjadi masalah utama adalah emisi dari bahan bakar energi fosil disatu sisi memberikan dampak kepada setiap Negara untuk segera beralih untuk memproduksi dan menggunakan energi terbarukan yang aman dan nyaman.

Kepala Badan Pusat Statistik (BPS) Suhariyanto mencatat, jumlah masyarakat Indonesia yang sudah berpartisipasi melakukan sensus penduduk online 2020 mencapai 38,84 juta jiwa[1]. Dengan adanya data seperti ini, kita tahu bahwa kebutuhan konsumsi bahan bakar juga harus menyeimbangi akan jumlah penduduk yang ada di Indonesia. Kebutuhan energi primer sudah menjadi kewajiban yang dibutuhkan untuk sehari – hari.



Gambar 1 Perkembangan Bauran Energi Primer Skenario BaU [2]

Gambar 1. Perkembangan Bauran Energi Primer, merupakan grafik yang dikeluarkan kementerian ESDM mengenai perencanaan energi yang akan digunakan sampai tahun 2025. EBT (Energi Baru Terbarukan) dituntut kesediannya mencapai 21% harus sama dengan kondisi sumber minyak. Oleh karena itu, sudah saatnya Indonesia mencari sumber energi alternatif lain. Beralih dari sumber energi fosil yang sifatnya tidak terbarukan beralih ke sumber energi bahan baku khususnya nabati yang sifatnya terbarukan serta ramah lingkungan. Sebagai Negara yang agraris dan tropis, Indonesia telah dianugerahi kekayaan alam yang sangat melimpah yang dapat dimanfaatkan sebagai bioenergi. Hal ini bisa menjadi solusi untuk menghadapi kelangkaan energi fosil pada masa mendatang. Bioenergi bersifat ramah lingkungan, dapat diperbaharui (*renewable*) serta terjangkau untuk masyarakat.

Indonesia di anugerahi sebagai Negara yang mempunyai iklim tropis yang mana tumbuhan – tumbuhan sangat mudah tumbuh di Negara kita. Ketika banyak pohon pasti akan timbul yang sampah kering dari daun tersebut. Sehingga sampah daun kering ini bisa jadi potensi sebagai bahan bakar yakni briket. Briket dengan kualitas baik memerlukan komposisi yang tepat sehingga panas yang dihasilkan baik dan sesuai kebutuhan. Masalah utama dalam pembuatan briket adalah menentukan komposisi yang tepat sehingga nilai kalor briket semakin tinggi dan penggunaannya semakin meningkat. Selain itu tipe jenis perekat yang digunakan dalam pembuatan briket harus diperhatikan agar dapat diketahui ketahanan panasnya pada saat pembakaran[3].

Peneliti terdahulu sudah banyak melakukan kajian tentang briket daun sampah kering seperti melakukan penelitian Studi Kasus Energi Alternatif Briket Sampah Lingkungan Kampus POLBAN. Nilai kalor briket daun, ranting dan bunga pinus lebih rendah dibandingkan dengan nilai kalor sebelum dijadikan briket karena pada saat proses pembuatan briket ditambah bahan-bahan perekat yang akan mempengaruhi nilai kalor. Proses pembuatan briket arang biomassa akan menghasilkan bahan bakar yang bersih, aman, mudah diangkat dan higienis dibandingkan dengan kayu bakar. Nilai kalor terbaik adalah briket arang bunga pinus sebesar 4731,77 kal/gr (19873,434 kJ/kg), sedangkan briket daun memiliki nilai kalor yang rendah sebesar 3475,86 kal/gr (14598,612 kJ/kg). Perekat yang digunakan adalah dengan tepung kanji[4].

Keterbaruan dari penelitian yang akan dilakukan ini adalah menggunakan sampah daun yang ada disekitar lingkungan politeknik negeri Jakarta yang mana setiap harinya menghasilkan sampah daun kering serta kondisi sampah daun kering yang dihasilkan relative cukup banyak karena lingkungan PNJ banyak pepohonan dan sampah daun kering tersebut hanya dibakar atau dikumpulkan untuk dibuang. Serta menggunakan media perekat bubur kertas yang di miliki oleh Jurusan Teknik Mesin yang kondisinya cukup banyak hal ini kalau

tidak dimanfaatkan akan terus menumpuk, sampah daun kertas ini adalah sampah kertas yang mana sifatnya tidak boleh diperjualbelikan karena ada kertas tersebut berkaitan dengan informasi – informasi penting tentang jurusan teknik mesin, oleh karena itu kertas tersebut dicacah dengan mesin pencacah kertas. 2 hal ini sangat mempengaruhi dampak lingkungan jika jumlahnya terlalu banyak dan tidak dimanfaatkan dengan baik. Nantinya briket akan dilakukan pengujian nilai karakteristik bahan bakar yakni dengan bom kalori meter dan akan diuji proses pembakarannya.

Tujuan Penelitian ini

- Menentukan nilai kalor dari briket campuran sampah daun kering dan bubuk kertas
- Menentukan nilai ultimate dari briket campuran sampah daun kering dan bubuk kertas

2. TINJAUAN PUSTAKA

a. Sampah Daun Organik Kering

Sisa buangan dari suatu produk yang sudah tidak digunakan lagi, tetapi masih dapat di daur ulang menjadi barang yang bernilai adalah pengertian dari sampah. Sampah yang berasal dari sisa makhluk hidup yang mudah terurai secara alami tanpa proses campur tangan manusia untuk dapat terurai disebut sampah Organik. Sampah organik dikategorikan sebagai sampah ramah lingkungan jika sampah tersebut dapat diolah kembali menjadi suatu yang bermanfaat. Tetapi sampah bila tidak dikelola dengan benar akan menimbulkan penyakit dan bau yang kurang sedap hasil dari pembusukan sampah organik yang cepat[5].

b. Bubur Kertas

Bubur kertas adalah hasil dari bubuk kertas yang sudah tidak dipakai lagi kemudian dihancurkan dengan air sehingga menjadi bubur kertas. Bubur kertas memiliki beberapa senyawa oksida seperti Siliko Dioksida (SiO_2) 2,35%, Alumunium Oksida (Al_2O_3) 7.70%, Magnesium Oksida (MgO) 3,65%, Kalsium Oksida (CaO) 56,38%, Ferri Oksida (Fe_2O_3) 1,68%[6].

Briket adalah bahan bakar yang potensial dan dapat diandalkan untuk rumah tangga. Briket mampu menyuplai energi dalam jangka panjang. Briket didefinisikan sebagai bahan bakar yang berwujud padat yang berasal dari sisa-sisa bahan organik, yang telah mengalami proses pemanfaatan dengan daya tekan tertentu. Pemanfaatan briket sebagai energi alternatif merupakan langkah tepat [7].

Beberapa tipe/bentuk briket yang umum dikenal, antara lain: bantal (*oval*), sarang tawon (*honey comb*), silinder (*cylinder*), telur (*egg*), dan lain-lain. Secara umum beberapa spesifikasi briket yang dibutuhkan oleh konsumen adalah daya tahan briket, ukuran dan bentuk yang sesuai untuk penggunaannya bersih terutama untuk sektor rumah tangga, bebas gas-gas berbahaya, sifat pembakaran yang sesuai dengan kebutuhan (kemudahan dibakar, efisiensi energi, pembakaran yang stabil[8].

Keuntungan yang diperoleh dari penggunaan briket antara lain adalah biayanya amat murah. Alat yang digunakan untuk pembuatan briket bioarang cukup sederhana dan bahan bakunya pun sangat murah, bahkan tidak perlu membeli karena berasal dari sampah, daun-daun kering, limbah pertanian yang berguna lagi. Bahan baku untuk pembuatan arang umumnya telah tersedia di sekitar kita. Briket bioarang dalam penggunaannya menggunakan tungku yang relatif kecil dibandingkan dengan tungku yang lainnya [9].

c. Nilai Kalor

Kalor adalah energi yang dipindahkan melintasi batas suatu sistem yang disebabkan oleh perbedaan temperatur antara suatu sistem dan lingkungannya. Nilai kalor bahan bakar dapat diketahui dengan menggunakan kalorimeter. Bahan bakar yang akan diuji nilai kalornya dibakar menggunakan kumparan kawat yang dialiri arus listrik dalam bilik yang disebut bom dan dibenamkan di dalam air. Untuk menjaga agar panas yang dihasilkan dari reaksi bahan bakar dengan oksigen tidak menyebar ke lingkungan luar maka kalorimeter dilapisi oleh bahan yang bersifat isolator. Nilai kalor bahan bakar termasuk jumlah panas yang dihasilkan atau ditimbulkan oleh suatu gram bahan bakar tersebut dengan meningkatkan temperature 1 gram air dari $3,5^\circ\text{C}$ – $4,5^\circ\text{C}$ dengan satuan kalori, dengan kata lain nilai kalor adalah besarnya panas yang diperoleh dari pembakaran suatu jumlah tertentu bahan bakar didalam zat asam, makin tinggi berat jenis bahan bakar, makin tinggi nilai kalor yang diperoleh. Kalor merupakan salah satu bentuk energi, dan perubahan bentuk akibat panas akan sama dengan yang diakibatkan oleh kerja. Sebagaimana tarik grafitasi, potensial listrik kalor juga mengalir dari temperature yang lebih tinggi ke yang lebih rendah. Tanda yang digunakan di sini yaitu Q (kalor) adalah positif jika kalor diabsorpsi oleh sistem dari sekelilingnya, dan negatif jika panas dilepaskan dari sistem sekelilingnya[10].

d. Nilai Ultimate

Pengujian ultimate merupakan pengujian untuk menentukan berbagai macam kandungan unsur – unsur kimia seperti karbon, hydrogen, oksigen, nitrogen dan sulfur. Unsur karbon dalam bahan bakar padat merupakan unsur yang sangat penting perannya sebagai penghasil sumber panas. Karbon dalam bahan bakar padat ini tidak berada dalam unsur tetapi dalam bentuk senyawa.

Oksigen yang terkandung dalam bahan bakar padat merupakan oksigen yang reaktif. Oksigen merupakan komponen dari fenomena antara campuran organik dan anorganik pada bahan bakar padat. Ketika bahan bakar padat teroksidasi, oksigen dapat hadir sebagai oksida. Yang perlu diketahui bahwa kandungan oksigen merupakan kandungan penting dalam bahan bakar padat.

Kandungan nitrogen pada bahan bakar padat erat kaitannya dengan polusi yang ada dihasilkan. Serta kandungan sulfur merupakan bagian dari mineral seperti sulfat dan sulfida. Gas sulfur sulfide yang terbentuk selama proses pembakaran merupakan polutan. Hydrogen adalah kandungan yang berasal dari moisture yang terdapat bahan bakar padat tersebut.

3. METODE



(a)



(b)

Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Gambar 2(a) diagram alir penelitian dari proses pembuatan briket daun kering dan bubuk kertas dibuat serta dilakukan proses pengujian. Gambar 2(b) adalah dokumentasi pribadi dari peneliti yang mana menunjukkan proses pembuatan briket.

Tahapan penelitian meliputi langkah – langkah sebagai berikut.

- a. Mencari dan Mengumpulkan daun kering
Daun kering yang akan digunakan diambil dari lingkungan sekitar Politeknik Negeri Jakarta, yang mana jumlahnya banyak sekali, alangkah baiknya jika daun kering tersebut diolah menjadi briket dari pada dibuang atau dibakar.
- b. Mengumpulkan bubuk kertas
Bubuk kertas yang akan diolah menjadi bubuk kertas adalah bubuk kertas yang ada di Jurusan Teknik Mesin.
- c. Pembuatan briket
Pembuatan briket dilakukan di Lab. Konversi Energi di Politeknik Negeri Jakarta.

- d. Pengujian nilai kalor briket
Pengujian nilai kalor briket dilakukan di Lab Uji Bom Kalorimeter, BPPT PUSPITEK Sektor Energi.
- e. Pengujian nilai ultimate briket
Pengujian nilai ultimate briket dilakukan di BPPT PUSPITEK Sektor Energi.
- f. Menganalisa hasil uji lab
Setelah hasil uji lab nilai kalor, nilai proksimate dan nilai ultimate didapatkan kemudian akan dianalisa.

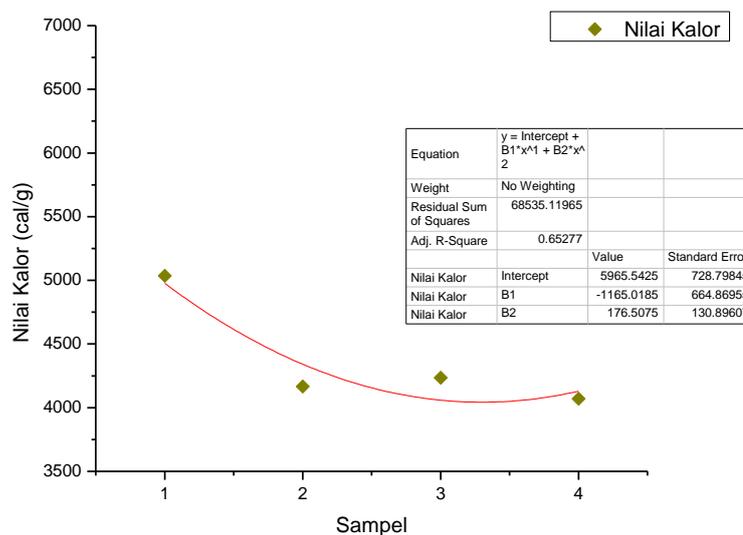
4. ANALISA HASIL PENGUJIAN

Pada sub bab ini, akan membahas mengenai hasil uji laboratorium bahan briket dan hasil uji percobaan proses pembakaran pada briket. Sampel yang digunakan berjumlah 4 buah sampel. Yang terdiri dari komposisi sebagai berikut:

1. **Sampel 1** 50 gram Daun Kering : 50 gram Bubur Kertas
2. **Sampel 2** 60 gram Daun Kering : 40 gram Bubur Kertas
3. **Sampel 3** 70 gram Daun Kering : 30 gram Bubur Kertas
4. **Sampel 4** 80 gram Daun Kering : 20 gram Bubur Kertas

Hasil Uji Nilai Kalor

Nilai Kalor

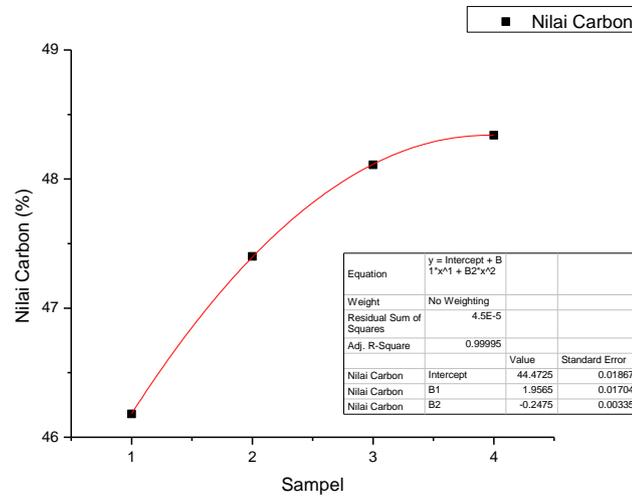


Gambar 3. Nilai Uji Kalor pada Sampel Briket

Pada gambar 3 adalah grafik Nilai Kalor yang dihasilkan dari briket daun kering dengan bubur kertas ini adalah, untuk **sampel 1** nilai kalor adalah **5035.57 cal/g**, untuk **sampel 2** nilai kalor adalah **4165.92 cal/g**, **sampel 3** nilai kalor bernilai **4234.67 cal/g** dan untuk **sampel 4** sampel yang terakhir bernilai kalor **4071.05 cal/g**. Nilai kalor ini merupakan nilai yang penting dari suatu bahan bakar. Hal ini untuk mengetahui panas pembakaran yang dapat dihasilkan dari suatu bahan bakar tersebut. Semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan maka akan semakin tinggi pula temperature laju pembakaran pada briket tersebut. Hal ini akan mempengaruhi hasil suhu temperature pada proses pembakaran briket. Nilai kalor ini dihasilkan dari uji laboratorium dengan alat Bomb Calorimeter.

Hasil Uji Nilai Ultimate

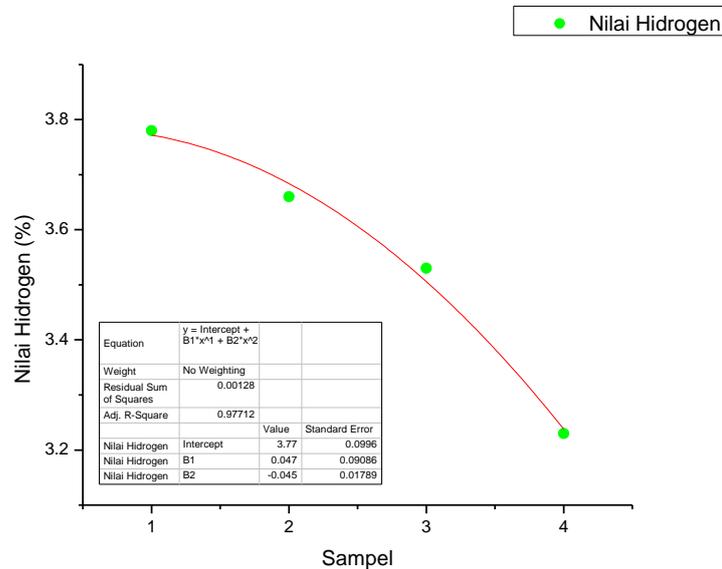
a. Nilai Carbon



Gambar 4. Nilai Uji Carbon pada Sampel Briket

Pada gambar 4 adalah grafik Nilai karbon yang dihasilkan dari briket daun kering dengan bubuk kertas ini adalah, untuk **sampel 1** nilai karbonnya adalah **46.18%**, untuk **sampel 2** nilai karbon adalah **47.40%**, **sampel 3** nilai karbon bernilai **48.11%** dan untuk **sampel 4** sampel yang terakhir bernilai karbon **48.34%**. Nilai karbon ini merupakan nilai yang paling penting untuk diketahui sebelum bahan bakar briket ini nantinya akan dibakar. Semakin tinggi nilai karbon yang didapat dari briket tersebut makin bagus juga kualitas pembakaran pada briket tersebut.

b. Nilai Hidrogen

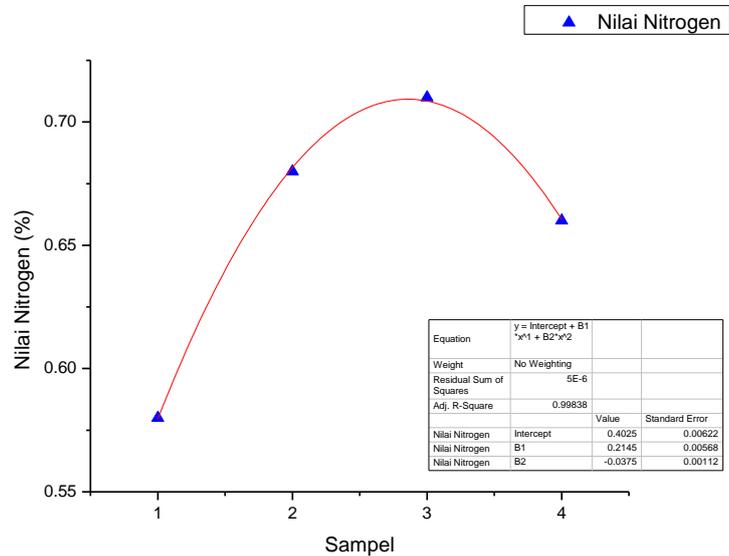


Gambar 5. Nilai Uji Hidrogen pada Sampel Briket

Pada gambar 5 adalah grafik Nilai hidrogen yang dihasilkan dari briket daun kering dengan bubuk kertas ini adalah, untuk **sampel 1** nilai hidrogen adalah **3.78%**, untuk **sampel 2** nilai hidrogen adalah

3.66%, **sampel 3** nilai hidrogen bernilai **3.53%** dan untuk **sampel 4** sampel yang terakhir bernilai hidrogen **3.23%**. Nilai hidrogen ini merupakan nilai yang paling penting untuk diketahui sebelum bahan bakar briket ini nantinya akan dibakar karena nanti akan berpengaruh pada hasil cairan yang keluar dari bahan briket tersebut. Nilai hydrogen di dalam briket haruslah serendah mungkin.

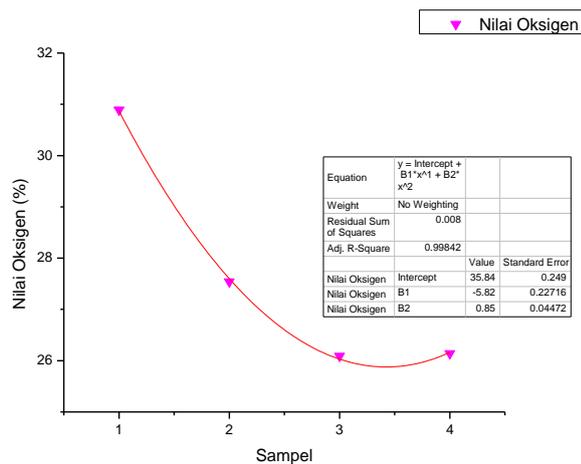
c. Nilai Nitrogen



Gambar 6 Nilai Uji Nitrogen pada Sampel Briket

Pada gambar 6 adalah grafik Nilai Nitrogen yang dihasilkan dari briket daun kering dengan bubuk kertas ini adalah, untuk **sampel 1** nilai nitrogen adalah **0.58%**, untuk **sampel 2** nilai nitrogen adalah **0.68%**, **sampel 3** nilai nitrogen bernilai **0.71%** dan untuk **sampel 4** sampel yang terakhir bernilai nitrogen **0.66%**. Nilai nitrogen ini merupakan nilai yang paling penting untuk diketahui sebelum bahan bakar briket ini nantinya akan dibakar karena akan berkaitan dengan polutan yang dihasilkan dari proses pembakaran pada briket ini. Semakin rendah nilai nitrogen dalam kandungan briket akan semakin bagus dalam proses laju pembakaran briket tersebut karena akan menghasilkan residu polutan yang sedikit juga.

d. Nilai Oksigen

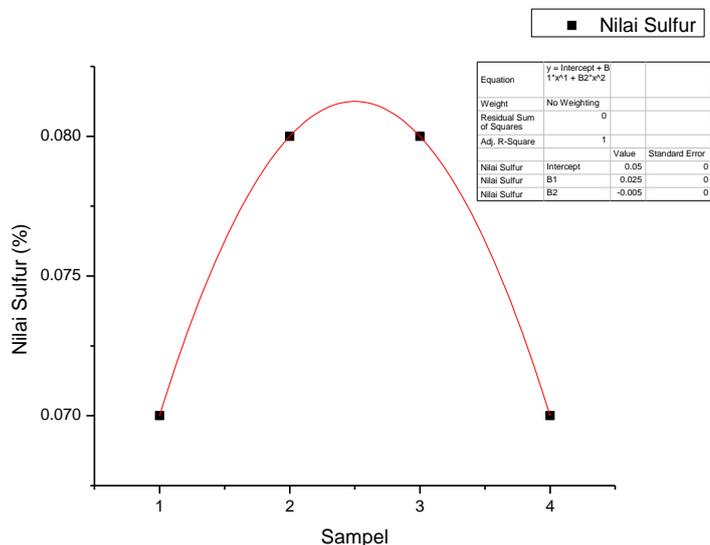


Gambar 7. Nilai Uji Oksigen pada Sampel Briket

Pada gambar 7 adalah grafik Nilai Oksigen yang dihasilkan dari briket daun kering dengan bubuk kertas ini adalah, untuk **sampel 1** nilai oksigen adalah **30.89%**, untuk **sampel 2** nilai oksigen adalah

27.54%, **sampel 3** nilai oksigen bernilai **26.09%** dan untuk **sampel 4** sampel yang terakhir bernilai oksigen **26.14%**. Nilai oksigen ini merupakan nilai yang paling penting untuk diketahui sebelum bahan bakar briket ini nantinya akan dibakar karena akan berkaitan dengan pembakaran yang sempurna dihasilkan dari proses pembakaran pada briket ini. Semakin tinggi nilai oksigen di dalam briket tersebut maka ketika briket teroksidasi, oksigen bisa masuk ke dalam briket tersebut.

e. Nilai Sulfur



Gambar 8. Nilai Uji Sulfur pada Sampel Briket

Pada gambar 8 adalah grafik Nilai Sulfur yang dihasilkan dari briket daun kering dengan bubuk kertas ini adalah, untuk **sampel 1** nilai sulfur adalah **0.07%**, untuk **sampel 2** nilai sulfur adalah **0.08%**, **sampel 3** nilai sulfur bernilai **0.08%** dan untuk **sampel 4** sampel yang terakhir bernilai sulfur **0.08%**. Nilai sulfur ini merupakan nilai yang penting untuk diketahui sebelum bahan bakar briket ini nantinya akan dibakar. Karena berkaitan dengan polutan yang dihasilkan dari briket tersebut. Semakin kecil nilai sulfur yang dihasilkan dari hasil uji lab maka akan semakin kecil juga polutan yang dihasilkan jika briket tersebut di bakar.

Dasar pemilihan briket dengan campuran daun kertas yakni ada kesamaan antara 2 bahan tersebut yang mana peneliti memiliki keterkaitan untuk membuat briket tersebut. Briket dibuat dengan 4 jenis sampel, campuran tersebut dibuat harus dalam 100gram. Setiap 100 gram yang dihasilkan bisa membuat 3 buat briket. Briket dijemur selama 14 hari. Dasar penentuan sampel adalah peneliti ingin mengetahui jika semakin banyak kandungan bubuk kertas akan dampaknya seperti apa kepada hasil pengujian. Ternyata menghasilkan hasil yang sangat baik. Semakin banyak kandungan bubuk kertas maka nilai kalor dari briket tersebut semakin bagus, serta untuk nilai uji ultimate semakin banyak kandungan bubuk kertas juga semakin bagus untuk kandungan carbon, nitrogen, hydrogen, oksigen dan sulfur.

5. KESIMPULAN

1. Nilai kalor yang dihasilkan dari briket campuran yakni daun kering dan bubuk kertas dengan nilai tertinggi adalah briket sampel 1 senilai 5.035.57 cal/gram hal ini dikarenakan kandungan pada bubuk kertas yakni pada kertas sudah ada kandungan karbon. Sehingga mempengaruhi nilai kalor yang terkandung pada briket tersebut.
2. Nilai uji ultimate terdiri dari carbon, hydrogen, nitrogen, oksigen dan sulfur. Nilai yang dihasilkan dari uji ultimate antara lain nilai unsur karbon dari 46.18 – 48.34%. Nilai hydrogen 3.23 – 3.78%. Untuk kandungan nitrogen yang terkandung di dalam briket 0.58 – 0.71%. Kandungan oksigen yang terdapat di dalam briket adalah 26.09 – 30.89%. Serta kandungan sulfur yang ada pada briket campuran daun kering dan bubuk kertas adalah 0.07 – 0.08%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UP2M (Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat) atas dukungan finansialnya pada penelitian ini dan kepada Dr. Tatum Hayatun Nufus atas diskusinya yang bermanfaat.

REFERENSI

1. <https://www.merdeka.com/uang/bps-3884-juta-orang-sudah-lakukan-sensus-penduduk-online-2020.html>. (diakses tanggal 25 April 2020)
2. Outlook Energi 2019
3. Fitri, Nursyah. *Pembuatan briket dari campur kulit kopi (Coffea Arabica) dan Serbuk Gergaji dengan menggunakan getah pinus (pinus merkusii) sebagai perekat*. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin. Makasar. 2017
4. Supriyatno. Et al. *Studi Kasus Energi Alternatif Briket Sampah Lingkungan Kampus POLBAN Bandung*. Pusat Penelitian Fisika. Lipi. Bandung. 2010.
5. <https://www.bulelengkab.go.id/detail/artikel/pengertian-dan-pengelolaan-sampah-organik-dan-anorganik-13> (diakses tanggal 25 April 2020)
6. Liansari, Padingi, "Penggunaan Limbah Bubur kertas dan fly ash pada batako" Jurusan Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 2013
7. Sariadi. "Pemanfaatan Kulit Kopi Menjadi Biobriket" *Jurnal Reaksi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe* 7, no. 14 (Juni, 2009)
8. Sahputra, Andi dkk. "Pertumbuhan Dan Produksi Bawang Merah (*Alium ascalonicum. L*) Terhadap Pemberian Kompas Kulit Kopi Dan Pupuk Organik Cair". *Jurnal Online Agroekoteknologi ISSN No. 2337-6597* 2, no.1 (Desember, 2013), h: 26-35.
9. Ndraha, Nodali. "Uji Komposisi Bahan Pembuat Briket Bioarang Tempurung Kelapa Dan Serbuk Kayu Terhadap Mutu Yang Dihasilkan" *Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara* (2009).
10. Sukardjo "Kimia Fisika" *Jakarta, Rineka Cipta* (2002).