



PEMANFAATAN LIMBAH TONGKOL JAGUNG UNTUK PEMBUATAN ARANG BRIKET DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN PEREKAT LEM K

Tassa Aurora, Jalaluddin*, Ishak, Zainuddin Ginting, Eddy Kurniawan

Program Studi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia,

Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355

*e-mail: jalaluddin@unimal.ac.id

Abstrak

Ketika sumber daya alam semakin langka, pengembangan sumber energi alternatif menjadi penting. Salah satu pemanfaatan energi alternatif adalah penggunaan energi biomassa, dan penelitian ini limbah tongkol jagung digunakan menjadi bahan baku biomassa. Dalam penelitian ini ukuran partikel arang adalah 50 mesh, dengan perekat K 15, 20, 25, 30, dan 35% digunakan sebagai perekat, dan perbandingan bahan bakunya adalah 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50. Briket dibuat dengan metode karbonisasi, yaitu pembakaran bahan mentah untuk mengubah bahan organik menjadi karbon dan kemudian menghilangkan bahan organik tersebut. Arang mengandung air dan zat lain yang tidak diperlukan. Penelitian ini sudah pernah dilakukan sebelumnya. yang selama ini belum dilakukan adalah pemanfaatan lem K untuk membuat briket.

Berdasarkan hasil penelitian, perbandingan bahan baku 60: 40 dan lem tulang 25% menghasilkan briket kualitas terbaik dengan sifat sebagai berikut: kadar air 4,02%, kadar abu 4,84%, massa jenis 0,45 g/cm³, nilai kalor 5,649 (kal/g). Berdasarkan hasil penelitian ini, penggunaan lem tulang sebagai bahan perekat telah terbukti kegunaannya sebagai bahan perekat, dan limbah tongkol jagung serta serbuk gergaji kayu merupakan bahan baku alternatif dalam produksi briket.

Kata Kunci : Briket, Energi Alternatif, Karbonisasi, Perekat K, Limbah Tongkol Jagung

DOI : <https://doi.org/10.29103/cejs.v4i2.14317>

1. Pendahuluan

Permasalahan energi sangat penting di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, apalagi dengan semakin meningkatnya penggunaan minyak tanah, namun persediaan minyak bumi dan gas alam sangatlah terbatas dan tidak terbarukan. Kekhawatiran terhadap hal itu menyebabkan dapat naiknya

harga bahan bakar sehingga dapat memberikan masyarakat kesadaran bahwa selama ini telah bergantung pada energi fosil. Sebagian besar industri di Indonesia masih memakai bahan bakar fosil menjadi bahan bakar utamanya, Bahan bakar fosil adalah bahan bakar tak dapat diperbarui, jumlahnya makin berkurang dan di ambang kepunahan (Prastowo, 2015). Untuk mengatasi krisis energi memerlukan peran inovasi, terutama melalui produksi bahan bakar pengganti yang mudah, ekonomis dan bernilai kalor tinggi. Arang adalah residu padat dari pembusukan kayu, dan komposisi kimianya terutama karbon (Qi,dkk, 2016; Park,dkk, 2018). Arang sebagai bahan bakar padat mempunyai kelemahan, antara lain: kepadatan yang rendah serta ukuran dan bentuk yang berbeda membuat penyimpanan dan pengangkutan menjadi tidak efisien dan efisien (Ridjayanti et al., 2021). Agar produk menjadi lebih berkualitas dan praktis, maka perlu dilakukan teknologi kompresi briket (Nasrul,dkk, 2020; Shobar,dkk, 2020).

Energi lain yang dapat dimanfaatkan yaitu biomassa. Biomassa ialah sumber energi lain yang potensial. Biomassa bisa dirubah ke bentuk padat, cair serta gas dengan memanfaatkan teknologi modern, menjadikannya sumber energi efisien dan bersih untuk segala hal mulai dari panas, listrik, hingga bahan bakar kendaraan (Chen,dkk, 2015). Pembakaran langsung biomassa dapat menyebabkan penyakit pernafasan dikarenakan terdapat karbon monoksida, sulfur dioksida dan partikel (Yamada, dkk, 2005). Biomassa sering menjadi bahan bakar industri dan sering dimanfaatkan menjadi alternatif bahan bakar dinamakan briket. Briket biochar yaitu arang bongkahan atau batangan yang terbuat dari arang lunak. Briket biochar memiliki banyak keunggulan, dengan kemasan yang menarik, nilai ekonomi lebih tinggi. Bahan bakar alternatif yang semakin banyak diproduksi secara besar-besaran yaitu produksi briket.

Briket arang adalah balok yang dimanfaatkan menjadi bahan bakar untuk menyalakan api. Hingga saat ini, sebagian besar briket masih berbahan dasar batu bara, dan pengembangan lebih lanjut akan semakin membuat habis sumber daya alam itu. Oleh karena itu diperlukan alternatif lain selain produksi briket berbahan baku terbarukan, yaitu produksi briket dari limbah biomassa (Fairus, et al, 2011).

Tongkol jagung ialah limbah buangan potensial dan banyak di lingkungan sekitar. Limbah ini sangat melimpah tapi tidak dimanfaatkan maksimal, menjadikan banyak yang terbuang maka dari itu perlu dilakukan adanya pemanfaatan agar limbah tersebut maksimal digunakan. Tongkol jagung tersusun atas selulosa 41%, hemiselulosa 36% dan lignin 6%, maka dari itu diharapkan dapat digunakan menjadi bahan baku karbon aktif. Tongkol jagung juga mengandung karbon yang sangat tinggi yaitu 43,42%, dengan nilai kalor 14,7–18,9 MJ/kg (Muathmainnah, 2012) dan pada umumnya juga limbah serbuk gergajian hanya dimanfaatkan menjadi bahan bakar tungku atau dibakar saja, mengakibatkan tercemarnya lingkungan. Serbuk gergajian kayu sendiri ialah biomassa yang belum optimal pemanfaatannya juga nilai kalornya cukup besar.

Dalam penelitian ini, biobriket dibuat dengan mencampurkan lem K sebagai perekat dengan Tongkol jagung dan serbuk gergaji kayu yang merupakan bahan baku biomassa. Keputusan ini diambil karena wilayah Aceh memiliki melimpahnya limbah tongkol jagung dan serbuk gergaji kayu yang belum digunakan maksimal. Perekat *glue* K juga tersedia di toko perangkat keras dan memberikan kekuatan ikatan tinggi yang sangat baik.

2. Bahan dan Metode

Bahan dan alat yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu tongkol jagung dan serbuk gergaji kayu, lem K, air, ayakan 50 mesh, dan cetakan briket berbentuk silinder, oven, neraca analitik, gelas porselen, kalorimeter silinder, loyang/termasuk nampan, pisau, desikator, dan *furnace* .

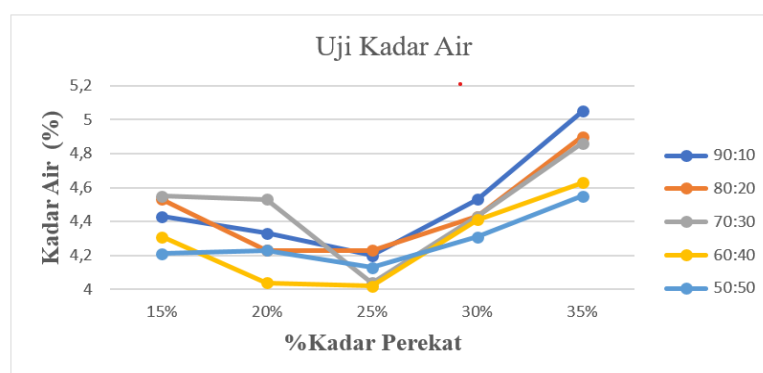
Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap. Langkah pertama adalah menyiapkan bahan bakunya. Selama waktu ini, tongkol jagung dicuci terlebih dahulu dan dipotong kecil-kecil, dan serbuk gergaji kayunya dihilangkan dari kotorannya lalu dikeringkan di bawah sinar matahari. Langkah selanjutnya adalah melakukan karbonisasi tongkol jagung dan serbuk gergaji dalam *furnance* bersuhu 600°C selama 1 jam. Langkah selanjutnya adalah mengayak arang menggunakan ayakan 50 mesh. Langkah selanjutnya adalah mencampurkan lem K dan arang, tergantung variasi anda. Selanjutnya tahap pembentukan briket dan tahap terakhir

analisis kadar air, abu, massa jenis, kandungan volatil, kandungan karbon, dan sifat mudah terbakar (nilai kalor).

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Pengaruh Perbandingan Bahan Baku dan Konsentrasi Perekat Terhadap Kadar Air

Kadar air mengacu pada penguapan air yang ada pada briket sehingga memperoleh kesetimbangan kadar air dengan udara sekitar. Briket yang mengandung banyak air akan menghasilkan banyak asap saat dibakar sehingga menyulitkan penyalaan dan pembakaran. Karena briket arang mempunyai daya serap air yang tinggi, maka jumlah uap air pada briket dapat mempengaruhi nilai kalor, menimbulkan masalah pada penyimpanan (penimbunan), dan meningkatkan kemungkinan tumbuhnya jamur (Maryono et al., 2013). Pada penelitian pembuatan briket menggunakan perekat *bone glue* yang memiliki beberapa variasi (%) yaitu : 15%, 20%, 25%, 30%, dan 35%. Perbedaan ini dapat memberi pengaruh kualitas briket yang didapatkan. Hasil analisa kadar air pada briket tongkol jagung dan serbuk gergaji kayu ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh Perbandingan Bahan Baku dan Presentase Perekat *Bone Glue* Terhadap Kadar Air

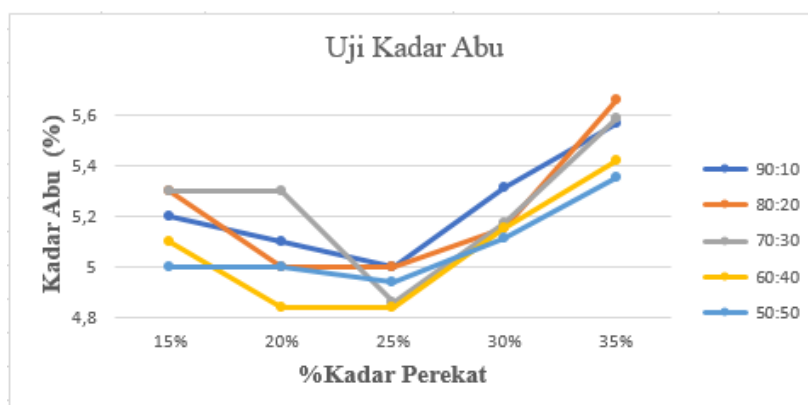
Gambar 1 menunjukkan makin banyak jumlah perekat maka kadar air yang didapat semakin banyak juga. Kadar air tinggi dapat membuat turun nilai kalor dan laju pembakaran dikarenakan panas yang diberi, dipakai lebih dulu untuk menguapkan air pada briket. Menurut Smith & Idrus (2017), semakin banyak perekat maka pembuatan briket cenderung terjadi kenaikan kadar airnya. Hal ini sejalan dengan pendapat Sukowati, dkk, (2019), kadar air briket terbilang baik

bila angkanya diatas 8%. Sedikitnya kandungan air dalam briket menjadikan mutu briket semakin bagus. Luas permukaan bahan baku dan kandungan karbon terikat mempengaruhi kandungan air dalam briket.

Dari penelitian yang sudah dilakukan kadar air paling rendah pada perbandingan bahan baku 60:40 terdapat pada persen perekat 25% yaitu sebesar 4,02%, dan nilai kadar air tertinggi pada perbandingan bahan baku 90:10 terdapat pada persen perekat 35% yaitu 5,05%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket dari arang tongkol jagung dan serbuk gergaji kayu dengan perekat *bone glue* memenuhi SNI 1/6235/2000 yaitu maksimum kadar air 8% dan memenuhi standar Internasional Jepang dengan maksimum 6-8%. Kadar air briket juga dipengaruhi oleh kadar air bahan baku dan kadar air bahan baku yang rendah mengakibatkan briket memiliki kadar air yang rendah juga (Nanda, dkk. 2018).

3.2 Pengaruh Perbandingan Bahan Baku dan Konsentrasi Perekat Terhadap Kadar Abu

Abu ialah sisa dari pembakaran yang telah didapat dari sampel bahan anorganik saat pembakaran dilangsungkan. Briket yang memiliki kadar abu tinggi memberi pengaruh pada pengotoran, keausan dan korosi alat. Bila kadar abu briket tinggi dapat menyebabkan banyak kerak yang terbentuk. Semakin rendah kadar abu pada briket mengakibatkan nilai kalor yang didapat briket menjadi semakin baik.



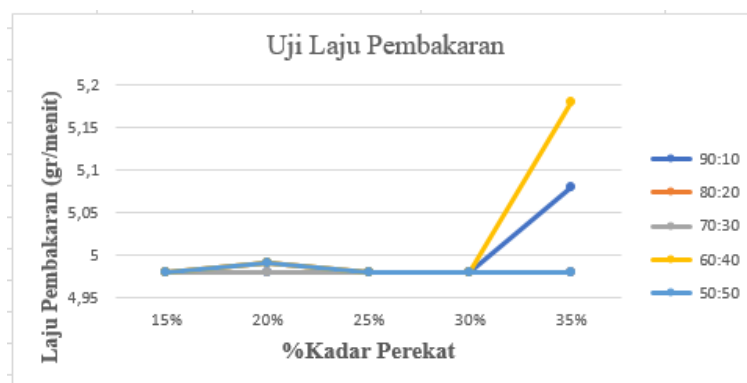
Gambar 2 Pengaruh Perbandingan Bahan Baku dan Persentase Kadar Perekat *Bone Glue* Terhadap Kadar Abu

Gambar 2 menunjukkan terjadi kenaikan kadar abu yang menyebabkan peningkatan kadar abu presentase arang yang tinggi, semakin banyak jumlah perekat *bone glue*, maka kandungan abu semakin tinggi. Hal ini dikarenakan ditambahkan perbandingan komposisi bahan yang memberi pengaruh kandungan abu campuran briket.

Penelitian ini mendapati kadar air paling rendah dengan perbandingan bahan baku 60:40 terdapat pada persen perekat 20% dan 25% yaitu sebesar 4,84%, dan nilai kadar air paling tinggi dengan perbandingan bahan baku 90:10 terdapat pada persen perekat 35% yaitu 5,75%. Dari Hendra dan Darmawan (2018), unsur paling besar abu ialah mineral silika dan dampaknya kurang baik terhadap nilai kalor yang didapatkan. Semakin tinggi kadar abu yang didapatkan berakibat pada mutu briket yang semakin rendah. Kadar abu sama dengan kandungan bahan anorganik yang ada dalam briket. Abu mampu menurunkan kualitas briket dikarenakan bisa menurunkan nilai kalor. Hasil penelitian memperlihatkan briket dengan perbandingan bahan baku dan kadar perekat berbeda memenuhi standar SNI 01-6235-2000 ialah kadar abu maksimal 8%.

3.3 Pengaruh Perbandingan Bahan Baku dan Konsentrasi Perekat Terhadap Laju Pembakaran

Uji nyala api dilangsungkan agar dapat melihat berapa lama briket bisa habis sampai menjadi abu. Laju pembakaran ialah berkurangnya berat per satuan menit sewaktu pembakaran. Semakin besar laju pembakaran, menjadikan nyala briket semakin singkat.

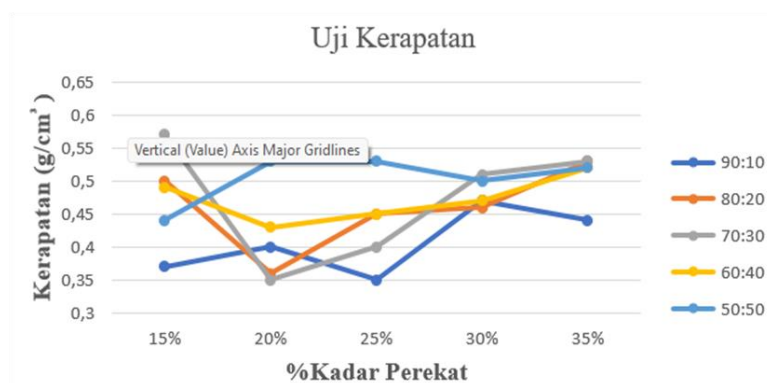


Gambar 3 Pengaruh Perbandingan bahan baku dan Persentase Kadar Perekat *Bone Glue* Terhadap Laju Pembakaran

Analisis laju pembakaran briket tongkol jagung dan serbuk gergaji kayu yang didapatkan yaitu 4,98% hingga 5,18%. Hal ini menunjukkan semakin banyak kandungan perekat maka semakin lama pula laju pembakaran briket tongkol jagung dan serbuk gergaji kayu.

3.4 Pengaruh Perbandingan Bahan Baku dan Konsentrasi Perekat Terhadap Kerapatan

Kerapatan adalah perbandingan berat dengan volume briket. Penentuan kerapatan ini memiliki tujuan untuk melihat besar kecilnya yang mempengaruhi lama pembakaran briket. Semakin besar ukuran serbuk maka semakin sulit serbuk briket mengikat antar partikel sehingga semakin rendah massa jenis yang dihasilkan.



Gambar 4 Pengaruh Perbandingan bahan baku dan Persentase Kadar Perekat *Bone Glue* Terhadap Kerapatan

Masturin (2002) menuturkan bahwa ukuran partikel kecil mampu meluaskan bidang antar serbuk arang dan sekam padi, sehingga bisa menaikkan kerapatan briket. Nilai kerapatan penting diketahui, hal ini mempermudah dalam penanganan dan penyimpanan. Briket yang sukar terbakar dikarenakan memiliki kerapatan yang terlalu tinggi.

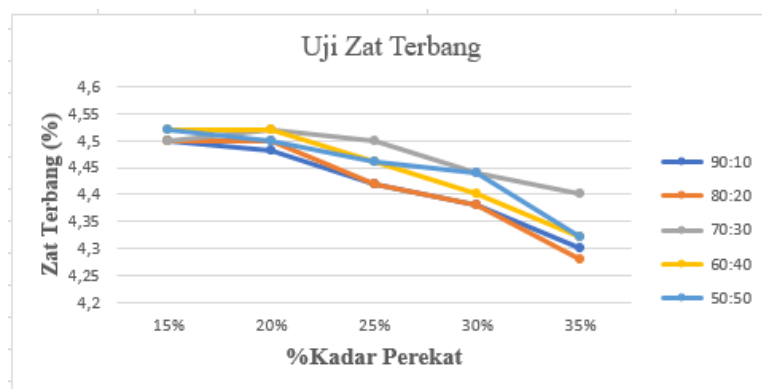
Perhitungan kerapatan briket ini melibatkan berat briket. Nilai kerapatan sangat dipengaruhi ukuran partikel. Besarnya ukuran partikel briket maka semakin besar pori-pori briket. Saat briket dikeringkan, air menjadi menguap dan meninggalkan pori-pori yang terisi oleh udara menjadikan berat briket dengan

ukuran partikel lebih lembut, sehingga berat briket menjadi lebih berat sesudah dikeringkan dengan volume yang sama, kerapatannya akan beda.

Dari gambar 4 menunjukkan bahwa penambahan perekat *bone glue* 35% dan campuran tongkol jagung dan serbuk gergaji kayu akan menaikkan nilai kerapatan dari suatu biobriket sementara nilai kerapatan yang menurun terdapat pada pesentase perekat *bone glue* 20%. Hal ini sesuai dengan standar kualitas biobriket Amerika, dan Inggris berada range $0,46 \text{ g/cm}^3 < \rho < 1 \text{ g/cm}^3$ sedangkan standar Jepang belum memenuhi dikarenakan sebanyak 1.2 g/cm^3 .

3.5 Pengaruh Perbandingan Bahan Baku dan Konsentrasi Perekat Terhadap Zat Terbang

Kadar zat terbang ialah zat yang bisa menguap diakibatkan penguraian senyawa yang ada dalam arang. Tingginya kadar komponen volatil pada biobriket dapat mengakibatkan tingginya asap pada saat biobriket dibakar. Tingginya kadar asap dikarenakan reaksi karbon monoksida dan turunan alkohol. Uji zat terbang bisa dilihat pada Gambar 5.



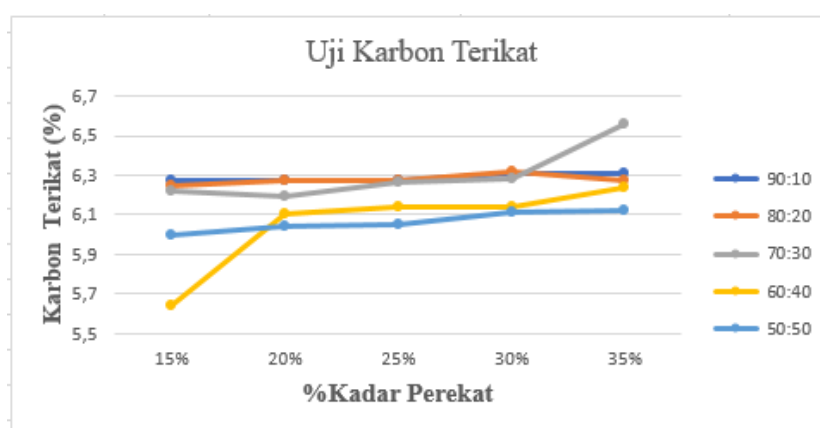
Gambar 5 Pengaruh Perbandingan bahan baku dan Persentase Kadar Perekat *Bone Glue* Terhadap Zat Terbang

Dengan demikian di dapat pada penelitian diatas yaitu kadar zat terbang terendah pada kadar perekat 35% dengan komposisi 80:20 yaitu 4,28% dan kadar zat terbang tertinggi di dapat pada pada kadar perekat 15% dengan komposisi 50:50 yaitu 4,52%. Dari hasil uji tersebut, kadar zat terbang dibandingkan dengan SNI briket yaitu $\leq 15\%$, sehingga diambil kesimpulan briket yang diuji mencukupi standar kualitas biobriket. Kandungan zat terbang yang tinggi diakibatkan

kandungan air cukup tinggi. Pengeringan bahan baku yang tak sama juga mempengaruhi kadar zat terbang yang didapat. Kandungan zat terbang yang tinggi dapat mengakibatkan asap lebih banyak ketika briket dinyalakan. Kecil besarnya kadar zat terbang briket yang di dapat dipengaruhi komposisi campuran bahan baku. Hal ini juga diakibatkan tidak optimalnya proses karbonisasi. Briket yang memiliki kandungan zat terbang lebih rendah mempunyai kualitas yang lebih baik dibandingkan briket dengan kandungan zat terbang yang lebih tinggi. Kurangnya senyawa non-karbon seperti oksigen dalam sampel mengurangi jumlah zat yang mudah menguap. Oksigen berikatan kuat dengan karbon dalam briket dalam bentuk karbon dioksida dan karbon monoksida. Kandungan zat terbang yang kecil pada briket menciptakan asap yang cukup banyak sesaat briket digunakan.

3.6 Pengaruh Perbandingan Bahan Baku dan Konsentrasi Perekat Terhadap Karbon Terikat

Karbon terikat yakni fraksi karbon yang terikat dalam arang. Adanya karbon terikat dalam biobriket dipengaruhi kadar abu dan zat menguap. Kandungan karbon terikat dapat memiliki nilai tinggi jika kadar abu dan kadar zat menguap biobriket kecil. Biobriket yang baik diinginkan mempunyai kandungan karbon terikat yang tinggi.



Gambar 6 Pengaruh Komposisi Bahan Baku dan Kadar Perekat *Bone Glue* Terhadap Kadar Karbon Terikat

Gambar 6 memperlihatkan jika semakin banyak perekat maka kadar zat terbang yang diperoleh semakin rendah, selaras dengan teori dimana semakin banyak konsentrasi perekat, maka nilai dari karbon tetap yang terkandung pada biobriket akan semakin tinggi. Pada Gambar 6 juga menunjukkan semakin banyak komposisi dari limbah tongkol jagung dan serbuk gergaji kayu. Maka nilai karbon tetap yang di peroleh semakin tinggi, hal ini berkaitan dengan kandungan air, abu, dan zat terbang masing-masing komponen limbah tongkol jagung dan serbuk gergaji kayu.

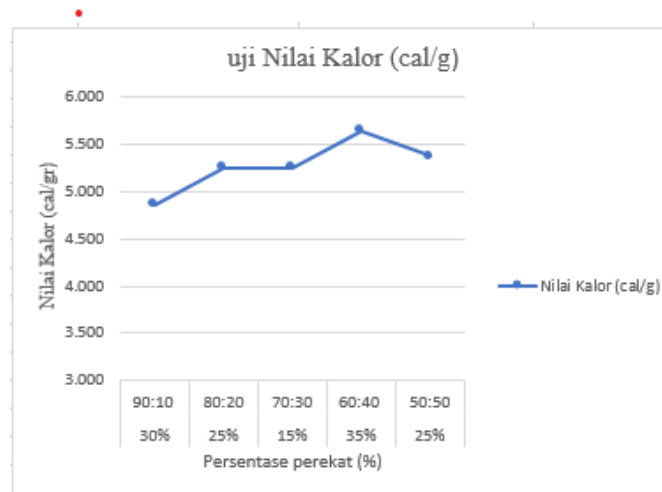
Pada hasil analisa dan pengujian biobriket campuran limbah tongkol jagung dan serbuk gergaji kayu yang sudah dilakukan, kandungan zat terbang yang terendah diperoleh pada campuran perekat *bone glue* 15% dengan perbandingan tongkol jagung dan serbuk gergaji kayu 60:40 yaitu 5,64%, sedangkan kadar karbon tetap yang tertinggi di peroleh pada campuran campuran 35 % perekat *bone glue* dengan perbandingan serbuk tongkol jagung dan serbuk gergaji kayu 70:30 yaitu 6,56%.

Konsentrasi arang yang rendah maka kandungan karbon biobriket akan turun. Analisa biobriket didapat dengan penentuan terhadap nilai kandungan karbon, zat terbang dan kadar abu arang sangat berpengaruh. Kandungan karbon dipengaruhi kandungan abu dan kandungan zat terbang. Jika kandungan abu dan kandungan zat terbang tinggi maka mendapat kandungan karbon kecil begitu juga sebaliknya. Menurut Noriyati, dkk, (2012), Semakin tinggi kandungan karbon terikat maka semakin banyak energi yang dihasilkan dan biobriket terbakar lebih lama sehingga kinerja bahan tersebut semakin baik sebagai bahan bakar. Kandungan karbon terikat berbanding lurus dengan nilai kalor, hal ini dikarenakan adanya reaksi oksidasi dari karbon hingga menghasilkan kalor (Onu, dkk, 2010).

3.7 Pengaruh Perbandingan Bahan Baku dan Konsentrasi Perekat Terhadap Nilai Kalor

Nilai kalor ialah banyaknya energi panas yang dilepas bahan bakar ketika unsur kimia yang dikandungnya teroksidasi. Efisiensi pembakaran briket dan

mempersingkat waktu pembakaran dipengaruhi oleh nilai kalor. Semakin tinggi nilai kalor maka semakin baik mutu briket dan sedikit jumlah briket yang akan digunakan untuk melakukan pembakaran.



Gambar 7 Pengaruh Komposisi Bahan Baku dan Kadar Perekat *Bone Glue* Terhadap Nilai Kalor

Mutu briket yang didapat dipengaruhi dari nilai kalor. Semakin baik mutu briket maka semakin besar nilai kalor, kandungan air, kerapatan, kadar abu, kandungan zat terbang, karbon terikat mempengaruhi nilai kalor. Nilai kalor menjadi besar saat kadar air kecil dikarenakan proses penyalaan briket menjadi mudah. Kerapatan mempengaruhi nilai kalor bila kerapatan besar menjadikan nilai kalornya tinggi karena partikel arang tercampur dengan baik. Semakin tinggi kadar abu maka semakin rendah nilai kalornya. Kadar abu yang tinggi juga meningkatkan komponen yang mudah menguap, sehingga mengurangi nilai karbon yang diserap dan mempengaruhi nilai kalor secara keseluruhan.

Berdasarkan hasil uji, nilai kalor briket ditentukan antara 4.866 dan 5.649 kal/g. Dibandingkan dengan SNI 0162352000, nilai kalor minimum yang dihasilkan adalah 5000 cal/g. Oleh karena itu, nilai kalor briket tongkol jagung dan serbuk gergaji kayu melebihi standar minimum yang ditetapkan sehingga sesuai dengan SNI. Hal ini memperlihatkan nilai kalor briket meningkat seiring berkurangnya ukuran perekat. Semakin besar nilai kalor maka semakin besar mutu bahan bakar.

4. Simpulan

1. Kadar air yang terendah pada perbandingan bahan baku 60:40 dan 90:10 pada variasi perekat 25% yaitu 4,02% dan kadar air yang tertinggi pada perbandingan 90:10 dan kadar perekat 35% yaitu sebesar 5,05%. Hasil tersebut telah memenuhi standart SNI Briket yaitu >8%. Kadar abu yang tertinggi pada perbandingan bahan baku 90:10 pada variasi perekat 35% sebesar 5,75%.
2. Kadar abu terendah didapat pada perbandingan bahan baku 60:40 pada variasi perekat 20 % dan 25 % yaitu 4,84%. Hasil yang didapatkan telah memenuhi standar SNI briket yaitu >8%.
3. Laju Pembakaran yang tertinggi pada perbandingan bahan baku 60:40 dengan perekat 15% yaitu 5,18 gr/menit.
4. kerapatan yang terendah terdapat pada perbandingan bahan baku 90:10 dengan perekat 25% yaitu 0,35 gr/cm³ dan yang tertinggi pada prerbandingan bahan baku 80:20 dengan perekat 25% yaitu 0,45 gr/cm³. Hasil ini telah memenuhi standar Amerika dan Inggris yaitu $0,46 \text{ g/cm}^3 < \rho < 1 \text{ g/cm}^3$.
5. Nilai kalor briket tongkol jagung dan serbuk gergaji kayu dengan perbandingan bahan baku 60:40 dan kadar perekat 25% diperoleh nilai kalor sebesar 5.649 cal/gr dan telah memenuhi standar SNI. Perekat *bone glue* memiliki kualitas yang baik dari segi uji kadar air, kadar abu, laju pembakaran, zat terbang, kerapatan, kadar karbon dan nilai Sebab hasil yang dicapai masih memenuhi standar kualitas Inggris, Amerika, dan Jepang.

5. Daftar Pustaka

- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *Briket Arang Kayu*. Standar Nasional 01-6235-2000.
- Birman, G.L., dan Ragland, K.W. (1998). *Combustion Engineering*, McGraw-Hill Book Co., Singapore.
- Chen, W.H., Peng, J., Bi, X. T., (2015), A State Of-The-Art Review Of Biomass Torre Faction, Densification And Applications, *Renew. Sust. Energy. Rev.*, 44, p.p.: 847– 866. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.12.039>
- Fairus, S., Rahman, L., & Apriani, E. (2011). Pemanfaatan Sampah Organik Secara Padu Menjadi Alternatif Energi : Biogas dan Precursor Briket. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. ISSN 1693 – 4393.

- Hendra, D & Darmawan, S. 2000. Pembuatan Briket Arang Dari Serbuk Gergajian Kayu Dengan Penambahan Tempurung Kelapa. *Buletin Penelitian Hasil Hutan, Vol. 18(1)* : 1-9. ISSN: 2442-8957.
- Maryono, S dan Rahmawati. 2013. Preparation and Quality Analysis of Coconut Shell Charcoal Briquette Observed by Starch Concentration. *Journal Chemical, 14(1)*:74-83. ISSN: 2548-8457.
- Masturin, A. 2002. *Sifat Fisis Dan Kimia Briket Arang Dari Campuran Arang Limbah Gergajian Kayu*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Muathmainnah. 2012. *Pembuatan Arang Aktif Tongkol Jagung dan Aplikasinya pada Pengolahan Minyak Jelantah*. Skripsi. FKIP Universitas Tadulako.Palu.
- Nanda, R. A., Fona, Z., & Pardi. (2018). Analisis Mutu Briket Arang Cangkang Kopi, Cangkang Kemiri dan Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Perekat Kanji. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe, 2(1)*, 19–22. ISSN : 2598-3954.
- Nasrul, ZA., Maulinda, L., Darma, F., dan Meriatna. 2020. Pengaruh Komposisi Briket Biomassa Kulit Jagung terhadap Karakteristik Briket. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 9(2)*: 35-42. <https://doi.org/10.29103/jtku.v9i2.3668>.
- Noriyati, R.D., Sarwono & Wahyu, K.A., 2012. Kajian Eksperimental Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Limbah Ampas Kopi Instan dan Kulit Kopi (Studi Kasus Di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia). *Jurnal Teknik POMITS*. ISSN: 2337-3539.
- Onu, F., Sudarja & M. B. N. Rahman. 2010. Pengukuran Nilai Kalor Bahan Bakar Briket Arang Kombinasi Cangkang Pala (*Myristica fragrans* Houtt) dan Limbah Sawit (*Elaeis guenensis*). *Seminar Nasional Teknik Mesin UMY*. ISSN:2656-5897
- Park, S. H., Jang, J. H., Qi, Y., Hidayat, W., Hwang, W., Febrianto, F., and Kim, N. H. 2018. Anatomical and Physical Properties of Indonesian Bamboos Carbonized at Different Temperatures. *Journal of the Korean Wood Science and Technology, 46(6)*: 9-18. <http://dx.doi.org/10.5658/WOOD.2018.46.6.656>
- Prastowo, B. (2007). Potensi Sektor Pertanian Sebagai Penghasil dan Pengguna Energi Terbarukan. *Jurnal Perspektif, 6(2)*, 84-92. ISSN: 1412-8004
- Qi, Y., Jang, J. H., Hidayat, W., Lee, A. H., Lee, S. H., Chae, H. M., and Kim, N. H. 2016. Carbonization of Reaction Wood from paulownia tomentosa and pinus densiflora Branch Woods. *Wood Science and Technology, 50(5)*: 973–987. <http://dx.doi.org/10.1007/s00226-016-0828-y>.
- Ridjayanti, S.M., Bazenet, R.A., Hidayat, W., Banuwa, I.S., dan Riniarti, M. 2021. Pengaruh Variasi Perekat Tapioka terhadap Karakteristik Briket Arang Limbah Kayu Sengon (*Falcataria moluccana*). *Jurnal Perennial, 17(1)*: 5-10. <https://doi.org/10.24259/perennial.v17i1.13504>.
- Shobar, S., Sribudiani, E., & Somadona, S. (2020). Characteristics of charcoal briquette from the skin waste of areca catechu fruit with various compositions of adhesive types. *Jurnal Sylva Lestari, 8(2)*, 189-196. <http://dx.doi.org/10.23960/jsl28189-196>.

- Smith, H., dan Idrus, S. 2017. Pengaruh Penggunaan Perekat Sagu dan Tapioka Terhadap Karakteristik Briket dari Biomassa Limbah Penyulingan Minyak Kayu Putih di Maluku. *Majalah BIAM*. 13(02): 21- 32. <https://dx.doi.org/10.29360/mb.v13i2.3546>
- Sukowati, D. Ikmah, I. Dimiyati, M. Masturi, Yulianti, I. Briket Kulit Bawang Putih dan Bawang Merah sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan. *Jurnal Material dan Energi Indonesia* 6. (1):1–7. <https://doi.org/10.24198/jmei.v6i01.9365>.
- Syamsiro dan Harwin Saptoadi. 2007. Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao: Pengaruh Temperatur Udara Preheating. Yogyakarta: *Seminar Nasional Teknologi*. ISSN: 1978-9777.
- Wicaksono, W. R., & Nurhatika, S. (2019). Variasi Komposisi Bahan pada Pembuatan Briket Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dan Limbah Biji Kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 7(2), 66-70. ISSN: 2337-3520.
- Yamada, K., M. Kanada., Q. Wang., K. Sakamoto., I. Uchiyama., T. Mizoguchi., dan Y. Zhou., (2005), *Utility of Coal Biomass Briquette for Remediation of Indoor Air Pollution Caused by Coal Burning in Rural Area in China*. Proceedings: Indoor Air 2005-3671.