

PENGARUH KONSENTRASI PEREKAT TERHADAP BIOBRIKET TONGKOL JAGUNG DENGAN METODE KARBONISASI

Wahyudi^{1,*}, Kusyanto², Mustafa³, Syarifuddin Oko⁴, Idda Addafiah^{5**}
^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda

ABSTRACT

The depletion of fossil energy reserves is driven by population and economic growth. Biomass offers a promising renewable energy alternative. This study aimed to assess the effect of wood glue (epoxy) adhesive concentration on the quality of biobriquettes to meet SNI 01-6235-2000 standards. Corn cob waste was cleaned, dried for 3 days, and carbonized at 450 °C for 30 minutes. The resulting charcoal was ground and sieved (20 mesh). The adhesive was mixed with charcoal at ratios of 5%, 10%, 15%, 20%, and 25%. The biobriquettes were dried in an oven at 110 °C for 4 hours and analyzed for water content, ash content, volatile matter, carbon content, and calorific value. The highest calorific value of 5435.24 cal/g occurred at 5% adhesive, with 2.19% water content, 6.71% ash content, 42.91% volatile matter, and 47.01% carbon. Higher adhesive concentrations increased water, ash, and carbon contents while reducing calorific values.

Keywords: *biobriquettes, renewable energy, corn cobs*

ABSTRAK

Menipisnya cadangan energi fosil sebagai akibat dari meningkatnya pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan perekonomian. Biomassa dapat dianggap sebagai pilihan terbaik untuk energi alternatif terbarukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi perekat lem kayu (Epoxy) terhadap kualitas biobriket sehingga dapat dihasilkan biobriket sesuai dengan standar SNI 01-6235-2000. Limbah tongkol jagung dibersihkan lalu dikeringkan selama 3 hari. Karbonisasi dilakukan pada suhu 450°C selama 30 menit. Arang dihaluskan lalu diayak pada ayakan lolos 20 mesh (-20). Selanjutnya pencampuran bahan baku: perekat dengan komposisi berat bahan baku terhadap berat perekat (5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%). Biobriket kemudian dikeringkan dengan oven suhu 110°C selama 4 jam. Bio-briket yang dihasilkan diamati kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, nilai karbon dan nilai kalor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kalor 5435,24 kal/gr mencapai titik maksimum pada konsentrasi perekat 5% dengan nilai kadar air yaitu 2,19% dan kadar abu yaitu 6,71%, meningkat dengan meningkatnya presentase perekat pada bio-briket, serta nilai zat terbang yaitu 42,91% dan nilai kadar karbon yaitu 47,01%.

Kata Kunci: *biobriket, energi terbarukan, tongkol jagung*

1. PENDAHULUAN

Di era globalisasi saat ini seiring bertambahnya jumlah penduduk dan pertumbuhan perekonomian yang sangat pesat dimana kebutuhan akan energi semakin meningkat sedangkan untuk cadangan minyak bumi semakin menipis menyebabkan terjadinya krisis energi, khususnya akan bahan bakar fosil yang bersifat tidak dapat diperbaharui. Hal demikian berpengaruh pada peningkatan harga bahan bakar minyak (BBM), di samping itu juga dapat memicu kenaikan biaya hidup dan naiknya biaya produksi. Dengan melihat kondisi tersebut maka diperlukan adanya sebuah terobosan baru energi alternatif pengganti energi fosil sebagai solusi.

Energi biomassa merupakan sumber energi yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui sehingga berpeluang untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif [1]. Biomassa termasuk limbah hutan dan pabrik, tanaman pertanian dan limbah kayu, kotoran hewan, limbah operasi ternak, tanaman air, pertumbuhan pohon dan tanaman, sampah kota dan industri. Sumber energi biomassa mempunyai beberapa kelebihan antara lain sebagai sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*), sehingga dapat menyediakan sumber energi secara berkesinambungan [2]. Potensi biomassa Indonesia sebesar 146,7 juta ton per tahun. Sementara potensi biomassa yang berasal dari sampah atau limbah untuk tahun 2020 diperkirakan sebanyak 53,7 juta ton [2].

Biomassa dengan range nilai kalor antara 3.000-4.500 cal/gr, energi yang dikandungnya masih sangat potensial untuk dimanfaatkan terutama dalam rangka membangkitkan energi panas. Potensi energi biomassa saat ini sekitar 50.000 MW akan tetapi hanya 320 MW atau 0,64% yang sudah dimanfaatkan, hal ini

* Korespondensi penulis: Wahyudi, email wahyudi@polnes.ac.id

** Mahasiswa

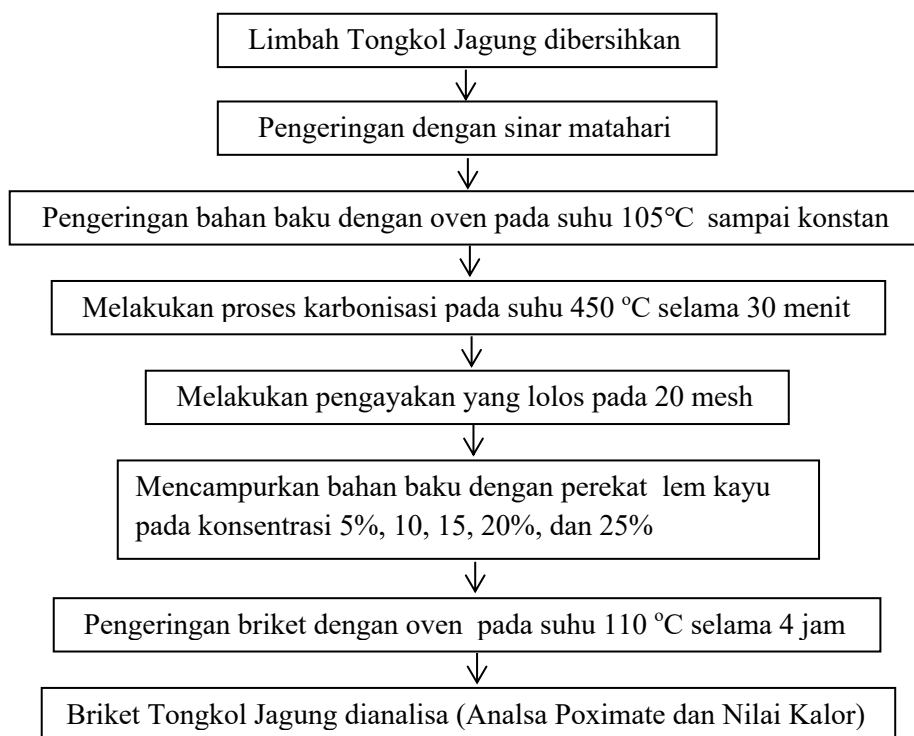
menunjukkan bahwa energi biomassa belum dimanfaatkan secara optimal, padahal limbah-limbah tersebut memiliki potensi untuk diolah menjadi sesuatu yang bernilai ekonomis [3].

Adapun biomassa limbah pertanian yang digunakan sebagai bahan baku untuk dijadikan bahan bakar alternatif adalah tongkol jagung. Berdasarkan, Tanaman Pangan dan Holtikultura, produksi jagung di Kaltim pada 2016 sebesar 22,13 ton, dan meningkat pada tahun 2017 sekitar 60,89 % menjadi 56,597 ton. Menurut data tersebut diatas, produksi jagung mengalami peningkatan produksi setiap tahunnya [4]. Hal ini akan berbanding lurus dengan peningkatan hasil limbah tongkol jagung. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengolah limbah ini adalah dengan memanfaatkannya menjadi sumber energi bahan bakar alternatif, yaitu dengan mengubahnya menjadi briket. Peningkatan produksi jagung tersebut maka jika ditinjau dari ketersediaan jumlahnya melimpah dan harga bahan bakunya murah bahkan gratis. Selain itu jika ditinjau dari nilai kalor tongkol jagung berkisar 3000-4500 cal/gr, dan unsur karbon 43,42% dan hidrogen 6,32% , kandungan serat kasar, selulosa, dan lignin yang cukup tinggi yang memungkinkan tongkol jagung berpotensi untuk dijadikan bahan baku briket arang [5] .

Briket merupakan bahan bakar yang berwujud padat dan berasal dari sisa- sisa bahan organik yang akan menjadi bahan bakar alternatif dan memiliki nilai kalor lebih tinggi melalui proses karbonisasi. Briket juga mempunyai keuntungan ekonomis karena dapat diproduksi secara sederhana, dan ketersediaan bahan bakunya cukup banyak di Indonesia karena dapat bersaing dengan bahan bakar lain. Briket memiliki standar mutu briket yang mengacu pada SNI 1-6235- 2000 tentang briket arang kayu. Menurut Asri, S. (2013) yang mengutip dari Balai Besar Penelitian Pengembangan Pascapanen Pertanian menyatakan pembuatan briket membutuhkan bahan perekat agar briket tidak mudah hancur [6]. Mutu briket juga dipengaruhi oleh keberadaan perekat dalam briket baik jumlah maupun jenis perekat serta cara pengujian yang digunakan [1]. Pada penelitian ini digunakan bahan perekat lem kayu, lem kayu digunakan sebagai perekat karena mampu meningkatkan nilai kalor [7].

2. METODE PELAKSANAAN

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Furnance, ayakan spatula, neraca analitik, lumpang. batang pengaduk, desikator, bomb kalori meter, cawan crucible, gelas Kimia, oven, gegap, dan cawan Petri. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tongkol Jagung, Air dan Lem Kayu (Epoxy). Untuk analisa yakni uji nilai kalor dan analisa proksimat meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, dan kadar karbon.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Sesuai permasalahan yang dihadapi maka dilakukan pembuatan Biobriket tahapan penelitian seperti pada gambar 1: (1) Menyiapkan limbah tongkol jagung. (2) Pembersihan bahan baku, membersihkan tongkol jagung dari kotoran yang terikut pada saat pengumpulan limbah tongkol jagung, lalu dikeringkan dibawah sinar matahari langsung selama 3 hari ditandai dengan perubahan warna menjadi kecokelatan.(3)Selanjutnya mengeringkan bahan baku dengan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 3 jam. (4)Selanjutnya, tongkol jagung dilakukan proses karbonisasi menggunakan furnance dengan suhu450 °C selama 30 menit. (5) Menghaluskan lalu mengayak abu tongkol jagung yang dihasilkan untuk memperoleh ukuran partikel lolos ayakan 20 mesh (-20). (6) Mencampurkan perekat lem kayu pada arang tongkol jagung yang telah diayak perlahan lahan sambil di aduk agar proses pengeleman merata dengan komposisi berat bahan baku terhadap berat bahan perekat (20gr : 5%, 20 gr : 10% , 20 gr : 15% , 20 gr : 20%, 20 gr : 25%).(7) Mengeringkan briket dengan oven selama 4 jam dengan suhu 110°C. (8) Selanjutnya menganalisis briket arang tongkol jagung [8].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan pada penelitin ini terdiri dari kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, fixed carbon, dan nilai kalor.

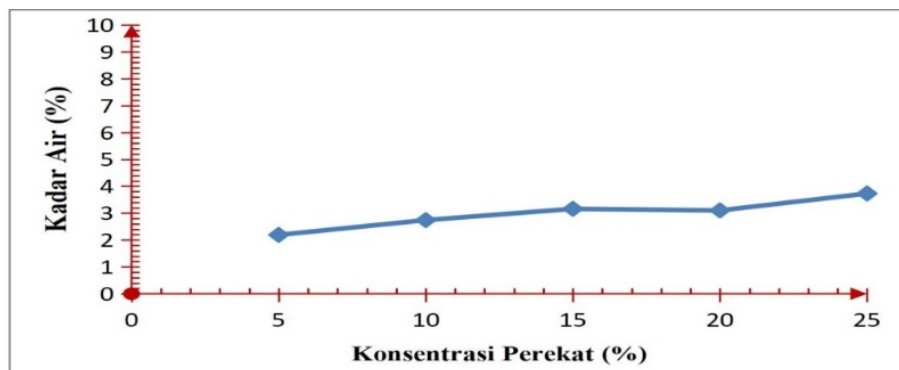
Tabel 1 Data Analisa Proksimat dan Nilai Kalor

NO	Konsentrasi Perekat (%)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Zat Terbang (%)	Nilai Karbon (%)	Nilai Kalor (kal/gr)
1.	5	2,19	6,71	42,91	47,01	5435,24
2.	10	2,74	6,81	45,23	44,07	5404,13
3.	15	3,16	6,84	55,23	35,16	5423,45
4.	20	3,10	6,94	54,62	34,83	5381,18
5.	25	3,73	7,10	66,22	27,32	5393,26
Standar Briket (SNI)		≤ 8%	≤ 8%	≤ 15%	≥ 7%	≥ 5000 kal/gr

Pada penelitian ini menggunakan limbah tongkol jagung dengan perekat lem kayu (epoxy) yang pertama dilakukan yaitu preparasi sampel yaitu dengan cara mengeringkan sampel di bawah sinar matahari selama 3 hari dengan masing-masing lama waktu penjemuran selama 8 jam setiap harinya sehingga kadar airnya berkurang dan untuk mempermudah pada saat proses karbonisasi/ pengarangan. Lalu melakukan proses karbonisasi dengan menggunakan furnace (tanur) suhu 450°C bertujuan untuk menghilangkan zat-zat yang mudah menguap (*volatile matter*) yang terkandung pada bahan dasar. Proses ini menyebabkan terjadinya penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk air, uap asam asetat, tar-tar, dan hidrokarbon. Material padat yang tinggal setelah karbonisasi adalah karbon dalam bentuk arang dengan pori-pori yang sempit. Pada saat karbonisasi terjadi beberapa tahap yang meliputi penghilangan air atau dehidrasi, penguapan selulosa, penguapan lignin, dan pemurnian karbon. Pada suhu pemanasan sampai 400 °C terjadi penghilangan air, penguapan selulosa, dan penguapan lignin, sedangkan untuk proses pemurnian karbon terjadi pada suhu 500-800 °C. Hampir 80% unsur karbon yang diperoleh pada suhu 500-800 °C., lalu menghaluskan sampel dengan ukuran partikel lolos ayakan 20 mesh (-20) untuk menghasilkan permukaan bahan baku yang seragam sehingga memudahkan bahan baku menempel dan berikatan satu sama lainnya. setelah itu pencampuran bahan baku dengan perekat. Pencampuran ini bertujuan untuk menyatukan bahan tongkol jagung dan perekat lem kayu (epoxy) untuk menjadi adonan briket. Tujuan penambahan perekat untuk menarik air dan membentuk tekstrur yang padat atau untuk menggabungkan kedua bahan yang ingin direkatkan, setelah itu briket yang sudah selesai lalu dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 110°C selama 4 jam dan kemudian dibantu dengan cara dijemur dibawah sinar matahari selama 1 hari, tujuannya untuk menurunkan kandungan air pada briket, sehingga briket cepat menyala dan tidak berasap. Setelah itu baru dilakukan uji nilai kalor dan analisa proksimat meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, dan kadar karbon.

Kadar air sangat mempengaruhi kualitas briket arang yang dihasilkan, sebab apabila semakin rendah kadar air maka nilai kalor dan pembakarannya akan semakin tinggi dan sebaliknya. Berdasarkan gambar 2 terlihat semakin tinggi konsentrasi perekat yang dicampurkan pada biobriket maka semakin tinggi kadar air yang dimiliki biobriket tersebut. Hal ini disebabkan oleh semakin meningkatnya juga kandungan air dalam

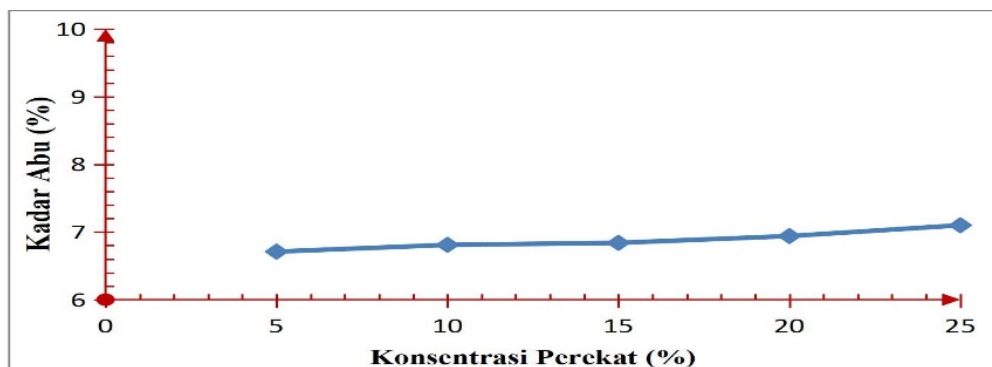
bahan perekat, penambahan jumlah perekat membuat kadar airnya semakin tinggi karena air yang terkandung dari perekat itu sendiri ikut menambah kadar air briket secara keseluruhan [9].



Gambar 2. Grafik variasi konsentrasi perekat terhadap kadar air

Dari hasil pengujian yang ditunjukkan pada gambar 2 bahwa kandungan air dari biobriket dengan campuran lem kayu (Epoxy), menunjukkan bahwa kadar air briket telah memenuhi standar mutu briket yang dapat dilihat pada tabel 2. Pada umumnya kadar air yang tinggi akan menurunkan nilai kalor, hal ini disebabkan karena panas yang tersimpan di dalam briket terlebih dahulu akan digunakan untuk mengeluarkan air yang ada, sebelum kemudian menghasilkan panas yang dapat dipergunakan sebagai panas pembakaran [10].

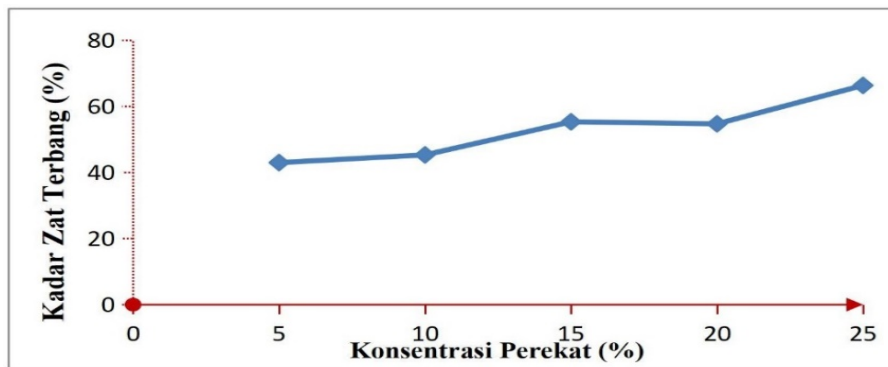
Penelitian Karim, dkk. (2015), yang menyatakan semakin tinggi kadar abu pada biobriket berpengaruh pada laju pembakaran yang disebabkan oleh rendahnya transfer panas ke bagian dalam biobriket dan difusi oksigen ke permukaan biobriket selama proses pembakaran serta tingginya kadar abu yang dapat menghasilkan emisi debu yang mempengaruhi volume pembakaran dan mempersulit proses penyalaan [11]. Hasil analisa kadar abu ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik variasi konsentrasi perekat terhadap kadar abu

Berdasarkan gambar 3 hasil kadar abu yang diperoleh meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi perekat [12] menyatakan bahwa peningkatan jumlah komposisi bahan tambahan pada briket membuat persentase kadar abu semakin tinggi. Hal ini disebabkan semakin banyak penambahan abu yang berasal dari kandungan bahan anorganik dalam perekat maka kadar abu yang dihasilkan akan semakin tinggi pula [13]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan abu dari biobriket dengan campuran lem kayu (Epoxy), briket telah memenuhi standar mutu briket yang dapat dilihat pada tabel 2.

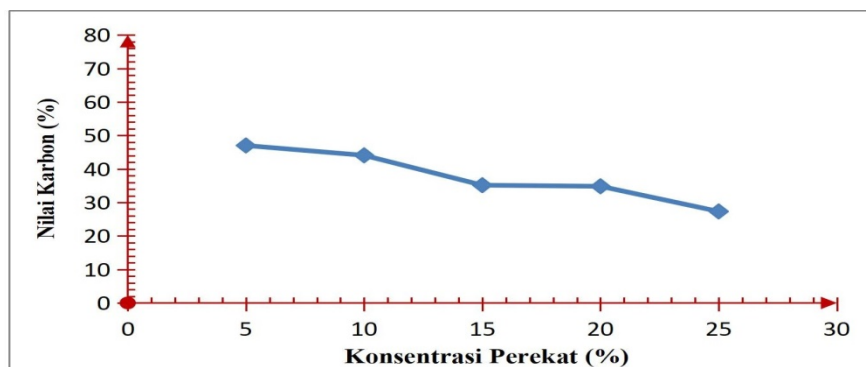
Menurut Hendra, dkk., dalam Triono (2006) bahwa kadar zat menguap adalah zat (volatile matter) yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa-senyawa yang masih terdapat didalam arang selain air [10]. Kehilangan berat ini merupakan hilangnya kandungan gas H₂, CO₂, CH₄, dan uap serta sebagian tar. Senyawa volatile dalam bahan bakar berfungsi hanya untuk menstabilkan nyala api, mengurangi timbulnya asap dan kecepatan pembakaran arang. Pengaruh variasi konsentrasi perekat terhadap kadar zat terbang yang dihasilkan dapat dilihat dari gambar 4.



Gambar 4. Grafik variasi konsentrasi perekat terhadap kadar zat terbang

Berdasarkan gambar 4 dapat dilihat kadar zat terbang dari biobriket belum memenuhi standar SNI No. 01-6235-2000 dikarenakan dalam bahan perekat itu sendiri terdiri dari 2 bagian yaitu hardener dan resin. Dimana komposisi resin pada bahan perekat mengandung gugus hidroksil, maka ketika bereaksi dengan CO menghasilkan kadar zat terbang yang tinggi [7].

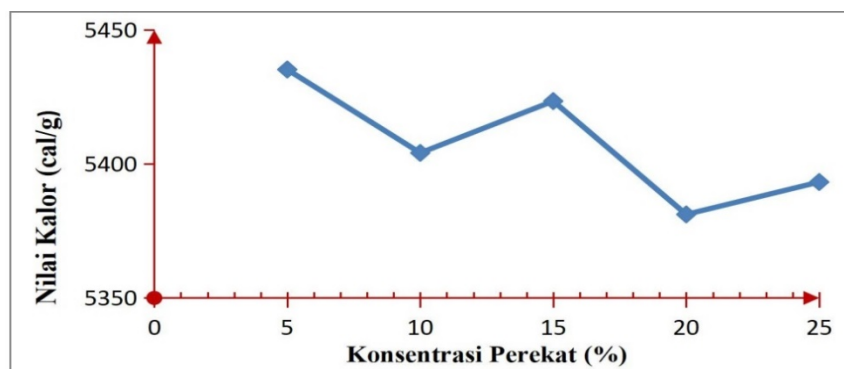
Kadar karbon terikat (fixed carbon) merupakan fraksi karbon (C) yang terikat di dalam briket selain fraksi abu, air, dan zat menguap dan suhu karbonisasi. Kadar karbon akan bernilai tinggi apabila kadar abu dan kadar zat menguap briket rendah. Selain itu, nilai kadar air yang rendah akan meningkatkan nilai kadar karbon. Kadar karbon briket berpengaruh terhadap nilai kalor. Semakin besar nilai kadar karbon maka semakin tinggi nilai kalornya. Kadar karbon yang tinggi pada briket akan menghasilkan briket berkualitas baik. Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan yang dilakukan, maka nilai kadar karbon dapat dilihat seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik variasi konsentrasi perekat terhadap nilai karbon

Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai kadar karbon semakin tinggi seiring meningkatnya konsentrasi perekat dipengaruhi oleh kadar air, kadar abu dan kadar zat terbang dimana nilai karbon didapatkan dari hasil seratus dikurangi, penambahan dari ketiga parameter diatas, semakin tinggi kadar bahan tambahan pada briket seperti perekat, air dan kapur akan maka kadar karbon briket akan semakin rendah [14] hal ini dikarenakan briket arang yang menggunakan bahan tambahan dengan kadar yang tinggi akan menaikkan kadar abu dan kadar bahan zat terbang briket sehingga menurunkan kadar karbon terikat. Dimana pada grafik 4 dapat dilihat nilai zat terbang pada biobriket meningkat maka ini berpengaruh terhadap rendahnya nilai karbon. Kandungan zat terbang tinggi mempunyai beberapa keuntungan diantaranya penyalaan dan pembakaran lebih mudah, tetapi mempunyai kelemahan yaitu kadar karbon terikat yang rendah. Dari grafik 4 dapat dilihat nilai zat terbang pada biobriket meningkat. Pada analisa kadar karbon ini belum memenuhi standar mutu briket dapat dilihat pada tabel 1.

Nilai kalor menunjukkan kandungan energi dalam bahan bakar [9]. Nilai kalor sangat menentukan kualitas briket yang dihasilkan [15] dimana semakin tinggi nilai kalor suatu biobriket maka semakin tinggi pula kualitas dan harga jualnya. [16].



Gambar 6. Grafik variasi konsentrasi perekat terhadap nilai kalor

Berdasarkan gambar 6 terlihat pada grafik penurunan nilai kalor tidak terlalu signifikan. Nilai kalor menurun seiring bertambahnya konsentrasi perekat yang ditambahkan pada saat pencampuran dengan bahan baku. Hal ini disebabkan karena kandungan air dari perekat yang semakin besar, penambahan perekat juga menyebabkan nilai kalor briket arang semakin berkurang karena bahan perekat mempunyai sifat thermoplastik serta sulit terbakar dan membawa banyak air sehingga panas yang dihasilkan terlebih dahulu digunakan menguapkan air dalam briket [5]. Pada penelitian ini nilai kalor briket telah memenuhi standar mutu briket dapat dilihat pada tabel 1 dimana nilai kalor maksimum pada konsentrasi 5% yaitu 5435.24 kal/gr.

4. KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini dengan limbah tongkol jagung sebagai bahan baku dan menggunakan perekat lem kayu (Epoxy) pada variasi konsentrasi perekat yaitu, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%. Pada analisa proksimat meliputi kadar air, kadar abu sudah baik, telah memenuhi kualitas briket menurut SNI 01-6235-2000 akan tetapi dari segi kualitas masih rendah misalnya kadar zat terbang harus diturunkan dan kadar karbon padat ditingkatkan karena belum mencapai SNI 01-6235-2000.

Diperoleh hasil analisa terbaik pada konsentrasi 5% dengan nilai kadar air sebesar 2,19%, kadar abu 6,71%, kadar zat terbang 42,91%, nilai karbon 47,01%, nilai kalor 5435,24 kal/gr.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktur Politeknik Negeri Samarinda beserta jajarannya, Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Samarinda (P2M POLNES) yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk melakukan penelitian, dan memperoleh dana perjalanan penelitian dengan skema penelitian mandiri serta semua pihak yang telah mendukung kelancaran penelitian ini.

6. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Maryono, dkk. (2013). "Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji". Universitas Negeri Makassar.
- [2] Luthfi, P dan Taufik, P. 2020. "Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan". *Journal of Electrical Technology*, 5 (2).
- [3] Supriyatno, S., & Crishna B, M. 2010. "Studi Kasus Energi Alternatif Briket Sampah Lingkungan Kampus POLBAN Bandung". Studi Kasus Energi Alternatif Briket Sampah Lingkungan Kampus POLBAN Bandung
- [4] Dinas pangan, Tanaman Pangan dan Holtikultura, (2016-2023). "Masterplan Pengembangan Kawasan Tanaman Pangan dan Hortikultura Kalimantan Timur".
- [5] Aquino Ghandi Bagoskoro. (2010). "Pengaruh Variasi Konsentrasi Jumlah Perekat Terhadap Karakteristik Briket Arang Tongkol Jagung". *Jurnal Jurusan Teknik Mesin*, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.:
- [6] Asri, S. (2013). "Efisiensi Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Nilai Kalor Pembakaran pada Biobriket Batang Jagung" (*Zea mays L.*). *Jurnal Teknosains*, 7, 78–89.
- [7] Yanti I, & Muh Pauzan. (2019) "Penambahan Sabut Kelapa dan Penggunaan Lem Kayu Sebagai Perekat untuk Meningkatkan Nilai Kalor pada Biobriket Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)". *J.Tek. Kim. Ling*, 3 (2), 77-86

- [8] Rifdah, N Herawati & Faisal D. (2017) “Pembuatan Biobriket Dari Limbah Tongkol Jagung Pedagang Jagung Rebus dan Rumah Tangga Sebagai Bahan Bakar Energi Terbarukan Dengan Proses Karbonisasi”. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang. Distilasi, Vol.2 No.2, Hal 39-46.
- [9] Pane, J.P., Junary, P., Herlina, N. (2015) “Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka dan Penambahan Kapur dalam Pembuatan Briket Arang Berbahan Baku Pelepah Aren (Arenga Pinnata)”. *Jurnal Teknik Kimia* USU, Vol 4.
- [10] Hendra, J. (2010). Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* L.) “Untuk Bahan Baku Briket Sebagai Bahan Bakar Alternatif”. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 29 (2) : 189-210.
- [11] Karim, M. A., Ariyanto, E., & Firmansyah, A. (2015). “Studi Biobriket Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai Bahan Bakar Energi Terbarukan”. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, 1–6.
- [12] Onchieku, J. M., Chikamai, B. N., & Rao, M. S. (2012). “Optimum parameters for the formulation of charcoal briquettes using bagasse and clay as binder”. *European Journal of Sustainable Development*, 1(3), 477-477.
- [13] Lilih Sulistyningkarti, Budiman Utami, “Pembuatan Briket Arang Limbah Organik Tongkol Jagung dengan Menggunakan Variasi Jenis dan Persentase Perekat”. JKPK, Vol. 2, No. 1, April 2017
- [14] Cory, Y.D.(2011). “Pengaruh Kadar Perekat dan Tekanan Kempa Terhadap Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang dari Daun Seresah Acacia Mangium Willd”. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- [15] Ristianingsih, Y., A.Ulfa & R.Syaffitri. (2015). “Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Perekat Terhadap Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Pirolisis”. *Jurnal Koversi*. Vol 4 No.2.Hal 17-22.
- [16] Wahyudi. 2007. “Karakteristik Pembakaran Biobriket dari Campuran Batubara dan Limbah Padat Pertanian”. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik* 10(2): 178-191.