

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI BRIKET CAMPURAN KULIT DURIAN (*Durio zibethinus* Murr) DAN TEMPURUNG KELUWAK (*Pangium edule*) SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF MIXED BRIQUETTES DURIAN (*Durio zibethinus* Murr) AND KELUWAK SHELL (*Pangium edule*) AS ALTERNATIVE FUELS

Fajriatun Hasanah dan Siti Tjahjani*

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences
State University of Surabaya

Jl. Ketintang Surabaya (60231), telp 031-8298761

*Corresponding author, email: sititjahjani@unesa.ac.id

Abstrak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan karakteristik briket campuran kulit durian dan tempurung keluwak meliputi nilai kalor, kadar abu, kadar air, kuat tekan, volatile matter dan kadar karbon terikat pada briket yang dihasilkan. Perbandingan massa arang kulit durian : tempurung keluwak : perekat biji durian yang digunakan adalah (80:0:20) %, (60:20:20)%, (40:40:20)%, (20:60:20)% dan (0:80:20)%. Pada penelitian ini dilakukan uji karakterisasi terhadap briket yang dihasilkan dengan acuan SNI 01-6235-2000 Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada hasil karakterisasi briket yang diberi penambahan arang tempurung keluwak. Kualitas briket semakin baik seiring dengan bertambahnya komposisi arang tempurung keluwak pada campuran briket. Hasil briket terbaik berdasarkan metode CPI (Composite Performance Index) diperoleh briket pada komposisi campuran 20% arang kulit durian, 60% arang tempurung keluwak dan 20% perekat biji durian. Hasil yang diperoleh nilai kalor (6063 kal/gram), kadar air (5,49%), kadar abu (6,85%), volatile matter (14,87%), kadar karbon terikat (72,97%) dan kuat tekan (10,12 kg/cm²).

Kata Kunci : Briket, kulit durian, tempurung keluwak, biji durian, CPI

Abstract. The research aims to was to determine the characteristics briquette of the mixture durian's peel and keluwak shell including heat value, ash content, water content, compressive strength, volatile matter and fixed carbon to the briquettes produced. Comparison mass of durian charcoal: keluwak shell: the adhesive of durian seeds used is (80:0:20)%, (60:20:20)%, (40:40:20)%, (20:60:20)% and (0:80:20)%. In this research characterization of briquettes was carried out with reference to SNI 01-6235-2000. The results showed that there was a significant effect on the results of briquette characterization given the addition of keluwak shell charcoal. The quality of the briquettes is getting better along with the increase in the composition of the keluwak shell charcoal in the briquette mixture. The best briquette results based on the CPI (Composite Performance Index) method obtained briquettes in the composition of the mixture of 20% durian peel charcoal, 60% keluwak shell charcoal and 20% durian seed adhesive. The result obtained are the heating value (6063 cal / gram), water content (5.49%), ash content (6.85%), volatile matter (14, 87%), fixed carbon (72.97%) and compressive strength (10.12 kg / cm²).

Keywords :Briquettes, durian peel, keluwak shell, durian seeds, CPI

PENDAHULUAN

Biomassa memiliki komponen penyusun berupa selulosa, hemiselulosa dan lignin yang

bisa didapatkan pada bagian tumbuhan [1]. Salah satu aplikasi penggunaan biomassa

adalah sebagai briket. Briket merupakan bahan bakar yang dibuat melalui proses pengarangan, penggerusan, pencampuran, pencetakan dan pengeringan. Salah satu bahan baku briket adalah kulit durian. Penggunaan limbah kulit durian hanya sebagai bahan bakar pada tungku masak dengan nilai kalor 3786,95 kal/g [2]. Apabila dijadikan briket dapat memperbesar nilai kalornya yakni 5152 kal/g [3], meningkatkan peluang usaha dan nilai ekonomis sekaligus mengurangi sumber pencemaran lingkungan.

Limbah kulit durian tersusun dari selulosa (50-60 %), lignin (5%), pati (5%) dan bahan mineral [4]. Briket kulit durian memiliki nilai kalor lebih besar dibanding cangkang sawit (4439,00 kal/g), tetapi lebih kecil dari tempurung kelapa (8142,68 kal/g) [5]. Berdasarkan penelitian yang menguji nilai kalor briket kulit durian tanpa tambahan biomassa lain diperoleh hasil 5.152 kal/g sedangkan dengan pemberian campuran cangkang sawit pada perbandingan (3:1) terjadi peningkatan nilai kalor sebesar 5485 kal/g [3]. Kenaikan nilai kalor pada briket kulit durian masih lebih rendah dari tempurung kelapa, perlu adanya penelitian dengan penambahan biomassa lain untuk memperbaiki kualitas briket kulit durian.

Bahan baku lain yang digunakan sebagai campuran adalah tempurung keluwak. Komponen kimia berupa selulosa 70,52%, hemiselulosa 40,99% dan lignin 27,88% [6]. Tempurung keluwak belum pernah digunakan sebagai bahan campuran briket, padahal potensinya besar karena memiliki nilai *fixed carbon* sebesar 92,15% [7] serta memiliki kadar air yang rendah yaitu 15,88% [8]. Apabila dimanfaatkan menjadi campuran briket diharapkan dapat meningkatkan nilai kalor briket kulit durian.

Kualitas briket ditentukan dari ketepatan dalam penambahan perekat. Jenis perekat juga berpengaruh terhadap kerapatan, ketahanan tekan, nilai kalor, kadar air dan kadar abu briket [9]. Jumlah limbah yang timbul dari biji durian cukup banyak sehingga pada penelitian ini

manfaatkan sebagai perekat. Biji durian memiliki kandungan pati yang cukup tinggi (sekitar 42,1%) [10]. Pati biji durian terdiri amilosa yang memberikan sifat keras (*pera*) dan amilopektin menyebabkan sifat lengket. Kadar amilosa dalam pati biji durian sebesar 36,32% dan kadar amilopektin sebesar 63,68% [11].

METODE PENELITIAN

Alat

Cawan porselen, *cawan crucible*, cetakan briket berbentuk silinder, desikator, mortar dan alu, loyang aluminium, *neraca analytic*, *shaking screen* (ayakan) 60 dan 100 mesh, pembakar spiritus, oven listrik, tanur, tungku besi, drum pengarangan, spatula, kaca arloji, *Bomb calorimeter*, pisau, alat press hidrolik, *stopwatch*, gelas ukur 50 mL, blender dan kain serbet, penjepit kayu, kompor listrik, Alat UTM dan cawan petri.

Bahan

Kulit durian, tempurung keluwak, biji durian dan air.

PROSEDUR PENELITIAN

a. Pembuatan arang kulit durian dan tempurung keluwak

Arang kulit durian dan tempurung keluwak dibersihkan, dikeringkan dengan sinar matahari selama 6 hari. Dimasukkan dalam drum pengarangan dan dibakar diatas api. Lubang udara pada drum pengarangan dibiarkan terbuka. Apabila telah terbentuk asap berwarna biru dan asap yang keluar mulai menipis dihentikan proses pembakaran. Setelah dingin arang dikeluarkan dan ditumbuk menggunakan mortar dan alu, kemudian diayak dengan *shave shecker* 60 mesh.

b. Pembuatan perekat

Biji durian dibersihkan dan dikeringkan. Dikupas kulit arinya dan dipotong kecil-kecil berdiameter ± 2 cm dan dihancurkan menggunakan blender dengan bantuan air dan diperas. Suspensi yang dihasilkan didekantasi. Pati dikeringkan dengan

panas matahari. Diayak dengan *shave shecker* 100 mesh. Tepung biji durian ditimbang sebanyak 5 gram dan diencerkan dengan 10 mL air, dimasukkan ke dalam 30 mL air mendidih diatas kompor listrik dan diaduk sampai menjadi lem kental yang siap digunakan.

c. Pembuatan briket

Dilakukan proses pencampuran secara manual antara arang kulit durian, tempurung keluwak, dan perekat biji durian dengan persentase (80:0:20), (60:20:20), (40:40:20), (20:60:20) dan (0:80:20). Adonan dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk silinder. Bahan ditekan menggunakan mesin hidrolik dengan tekanan 10 ton dan *holding time* 1 menit. Briket dikeluarkan, dikeringkan dengan panas matahari selama 5-6 hari.

d. Karakterisasi Briket

1) Kadar Air (ASTM- D-3173-00)

Sebanyak 2 gram briket ditimbang dan dimasukkan dalam krusibel, diletakkan dalam oven. Diatur suhu 104 -110°C selama 1 jam. Sampel didinginkan dalam desikator lalu ditimbang. Proses penimbangan dan pengeringan dilakukan beberapa kali hingga diperoleh berat konstan. Dihitung kadar airnya menggunakan persamaan:

$$\text{kadar air briket (\%)} = \frac{(A - B)}{A} \times 100$$

Keterangan:

A= berat sampel yang sebelum dikeringkan

B = berat sampel setelah dikeringkan

2) Kadar abu (ASTM- D3174-00)

Ditimbang sampel briket dari hasil pengujian kadar air 1 gram ke dalam krusibel, ditutup dengan penutup krus. Dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 700 - 750°C selama 3 jam. Dikeluarkan dari tanur dan didinginkan dalam desikator lalu ditimbang. Dihitung kadar abu dengan persamaan berikut:

$$\text{kadar abu briket (\%)} = \frac{(A-B)}{c} \times 100$$

Keterangan:

A = berat sampel dan krusibel sebelum ditanur

B = berat krusibel kosong

C = berat sampel setelah ditanur

3) Volatile Matter (ASTM- D3175-07)

Ditimbang sampel 1 gram ke dalam krusibel. Dipanaskan dalam tanur dengan suhu 950±20°C selama 7 menit, didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Dihitung *Volatile Matter* dengan persamaan berikut:

Perhitungan persentase berat yang hilang:

$$\text{persentase berat yang hilang} = \frac{(A - B)}{A} \times 100$$

Perhitungan *volatile matter*:

$$\text{volatile matter (\%)} = C - D$$

Keterangan:

A = berat sampel yang digunakan (gram)

B = berat sampel setelah ditanur (gram)

C = persentase berat yang hilang (%)

D = kadar air briket (%)

4) Kuat Tekan

Briket diletakkan dalam UTM (*Universal Testing Machine*), alat dihidupkan beban tekan akan bergerak dari 0 kN sampai briket hancur. Pembacaan beban dilihat pada *Dial Gauge*. Dihitung kuat tekan dengan persamaan:

$$\sigma = \frac{F}{A} \text{ (Mpa)}$$

Keterangan:

σ = Tegangan (N/m²)

F = gaya (N)

A = Luas penampang (m²)

5) Nilai Kalor

Sampel briket ditimbang 1 gram, kemudian ditumbuk dan diukur menggunakan *bomb calorimeter*.

6) Kadar Karbon Terikat

Banyaknya karbon terikat dalam briket dapat dihitung dengan cara:

$$\text{fixed carbon} = 100 - (M + V + A)\%$$

Keterangan:

Fixed carbon = kadar karbon terikat (%)

M = kadar air (%)

V = *volatile matter* (%)

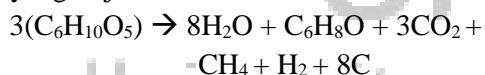
A = kadar abu (%)

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pembuatan arang kulit durian dan tempurung keluwak

Karbonisasi bahan dilakukan dengan drum pengarangan. Karbonisasi adalah proses mengubah bahan baku menjadi karbon melalui pembakaran didalam ruangan tertutup menggunakan udara yang terbatas atau seminimal mungkin. Pada proses karbonisasi terjadi proses pelepasan atau penguapan zat yang mudah terbakar seperti CO, CH₄, H₂, formaldehid, asam format dan asam asetat serta zat yang tidak terbakar seperti CO₂, H₂O dan tar cair. Karbonisasi terjadi pada beberapa tahap meliputi *drying* yaitu penghilangan air atau dehidrasi, *devolatilization* yaitu proses penguapan selulosa, hemiselulosa dan lignin, serta tahap pemurnian karbon [12].

Pada tahap *drying* terjadi proses pengeringan bahan dimana uap air menguap pada suhu sekitar 100-105°C. Proses devolatilisasi disebut juga tahap pengkarbonan. Asap yang timbul pada proses ini tebal dan berwarna kuning. Terjadi proses penguraian selulosa dan hemiselulosa menjadi larutan pirolignat yaitu asam asetat, asam format dan metanol yang terjadi pada suhu 200-240°C. Reaksi yang terjadi adalah:



Pada proses depolimerisasi dan pemutusan ikatan C – O dan C – C pada suhu 240 - 400°C. Pada suhu lebih dari 600°C terjadi pembesaran luas permukaan arang dan pemurnian arang. Apabila telah terbentuk asap berwarna biru pengarangan selesai. Arang dihaluskan dan diayak dengan *shave shecker* 60 mesh. Keseragaman ukuran partikel dimaksudkan

untuk mempermudah ketika pencetakan briket.

b. Pembuatan Briket

Pada proses pembuatan briket dibutuhkan perekat agar briket yang dihasilkan memiliki struktur yang mampat dan mudah ditangani setelah proses pembakaran selesai. Perekat dibuat dengan mencampurkan air mendidih dan pati serta dilakukan pemanasan diatas kompor hingga dihasilkan lem yang kental. Penggunaan perekat dikontrol 20% dari berat total, apabila terlalu banyak akan meningkatkan kadar air. Persentase perbandingan massa arang kulit durian dan tempurung keluwak dan perekat yang digunakan adalah (80:0:20), (60:20:20), (40:40:20), (20:60:20) dan (0:80:20).

Pencampuran arang dan perekat dilakukan secara manual hingga homogen. Perekat akan membasahi permukaan arang secara sempurna masuk ke dalam lubang atau celah dan terkunci secara mekanik pada arang [13]. Adonan diberikan tekanan 100 ton dan *holding time* 1 menit dengan press hidrolik untuk meningkatkan kerapatan dan memperbaiki sifat fisik briket. Proses pemampatan mempunyai beberapa keuntungan yaitu untuk menaikkan nilai kalor per unit volume, mudah disimpan dan diangkut, serta mempunyai ukuran dan kualitas yang beragam. Penampakan fisik briket setelah pencetakan menjadi rapat dan dilakukan pengeringan selama 6 hari untuk mengurangi kadar air dalam briket serta agar aman dari gangguan jamur dan benturan secara fisik. Berikut briket yang dihasilkan pada penelitian ini:



Gambar 1. Briket campuran arang kulit durian dan tempurung keluwak

c. Karakterisasi Briket

Analisis kualitas briket mengacu pada SNI 01-6235-2000. Berikut hasil uji karakterisasi pada briket:

Tabel 1. Karakteristik briket campuran arang kulit durian dan tempurung keluwak dengan perekat biji duran

Perbandingan Komposisi Briket (%) ^a	Parameter Briket					
	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Volatle Matter (%)	Kadar Karbon (%)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Nilai Kalor (kal/gram)
80:0:20	8,18	12,19	27,76	51,87	7,02	5529
20:60:20	7,55	11,33	23,81	57,31	7,96	5623
40:40:20	6,67	8,63	20,42	64,28	9,19	5735
60:20:20	5,49	6,85	14,87	72,79	10,12	6063
0:80:20	4,70	5,61	13,47	76,23	12,92	6092

*keterangan: perbandingan massa arang kulit durian : tempurung keluwak : perekat

1) Kadar Air

Prinsip penetapan kadar air adalah menguapkan bagian *free water* yang terdapat dalam briket sampai terjadi kesetimbangan antara kadar air dengan udara sekitar menggunakan energi panas [14]. Kadar air briket harus memenuhi SNI 01-6235-2000 maksimal 8% agar memiliki kualitas yang baik. Berdasarkan data hasil pengujian kadar air pada perbandingan persentase (80:0:20), (60:20:20), (40:40:20), (20:60:20), (0:80:20) diperoleh hasil beturut-turut sebesar 8,18%, 7,55%, 6,67%, 5,49% dan 4,70%. Hasil analisis kadar air memenuhi syarat maksimal 8% kecuali pada briket tanpa penambahan arang tempurung keluwak.

Beberapa penyebabnya adalah proses pengeringan bahan yang kurang baik, jumlah air yang digunakan ketika pembuatan perekat berlebih yang menyebabkan kelembapan, proses penjemuran briket yang tidak sempurna, serta akibat sifat higroskopis arang, adanya molekul uap air yang terperangkap di dalam

kisi-kisi heksagonal arang pada saat pendinginan dari proses karbonisasi mempengaruhi tingginya kadar air [15].

2) Kadar Abu

Uji kadar abu pada briket menggunakan metode ASTM D-3174 menggunakan sampel yang berasal dari uji kadar air. Hasil uji kadar abu pada perbandingan persentase (80:0:20), (60:20:20), (40:40:20), (20:60:20), (0:80:20) diperoleh hasil beturut-turut sebesar 12,19%, 11,33%, 8,63%, 6,85% dan 5,61%. Hasil tersebut tidak semua memenuhi syarat SNI 01-6235-2000 yang menyebutkan kadar abu briket maksimal 8%. Faktor jenis bahan baku pada pembuatan briket dapat mempengaruhi kadar abu briket. Karakteristik arang kulit durian yang memiliki berat jenis bahan yang lebih ringan dan mudah terbakar sehingga menghasilkan kadar abu yang lebih tinggi ketika dilakukan proses pembakaran sempurna.

Kandungan abu dalam arang dapat mempengaruhi kualitas pembakaran briket karena mineral yang merupakan komponen utama dalam abu seperti K, Na, Ca dan Mg, akan mengisi celah atau pori dalam arang sehingga menghambat proses pembakaran briket [16]. Kadar abu yang tinggi dapat mengurangi nilai kalor serta memperlambat proses pembakaran.

3) Volatile Matter

Briket dengan kualitas yang baik harus memiliki nilai *volatile matter* yang rendah, sebab kadar *volatile matter* yang tinggi dapat mempengaruhi pembentukan asap ketika proses pembakaran berlangsung. Semakin banyak asap yang dihasilkan selama proses pembakaran briket maka kualitas briket tersebut semakin buruk. Berdasarkan SNI 01-6235-2000 menyebutkan syarat kadar *volatile matter* pada briket arang adalah maksimal 15%.

Berdasarkan data hasil pengujian kadar air pada perbandingan persentase (80:0:20),

(60:20:20), (40:40:20), (20:60:20), (0:80:20) diperoleh hasil beturut-turut sebesar 27,76%, 23,81%, 20,42%, 14,87% dan 13,47%. Asap yang timbul akibat *volatile matter* akan sangat mengganggu jika diaplikasikan sebagai bahan bakar dalam skala rumah tangga, selain itu juga mempengaruhi kesempurnaan pembakaran dan intensitas api.

4) Nilai Kalor

Nilai kalor yang tinggi mengindikasikan bahwa bahan bakar tersebut memiliki kualitas yang baik. SNI-01-6235-2000 menyebutkan syarat nilai kalor untuk briket minimal 5000 kal/g. Pada penelitian dihasilkan nilai kalor pada perbandingan persentase (80:0:20), (60:20:20), (40:40:20), (20:60:20), (0:80:20) beturut-turut sebesar (5.529, 5.623, 5.735, 6.063 dan 6.092) kal/g.

Kenaikan nilai kalor dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan dalam pembuatan briket. Setiap bahan memiliki kadar selulosa yang berbeda-beda. Kandungan selulosa pada kulit durian lebih kecil dibandingkan tempurung keluwak. Tempurung keluwak memiliki kadar selulosa sebanyak 70,52% [6] sedangkan kulit durian hanya memiliki 23,12% [17]. Hal ini berpengaruh pada nilai kalor, karena energi yang dihasilkan dari proses pembakaran adalah berasal dari bahan kimia yang terkandung dalam bahan pembuat briket.

5) Kadar Karbon Terikat (*fixed Carbon*)

Kadar karbon terikat atau *fixed carbon* adalah besarnya fraksi karbon didalam arang selain dari fraksi abu dan *volatile matter* [18]. Pada penelitian dihasilkan nilai kalor pada perbandingan persentase (80:0:20), (60:20:20), (40:40:20), (20:60:20), (0:80:20) beturut-turut sebesar 51,87%, 57,31%, 64,28%, 72,79% dan 76,23%. Tingginya kadar karbon akan mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan, sebab kadar karbon merepresentasikan jumlah karbon dalam

briket. Semakin tinggi nilai kadar karbon terikat maka tingkat kemurnian arang penyusun briket terhadap fraksi karbon semakin tinggi. Oleh karena itu tingginya kadar karbon akan meningkatkan nilai kalornya.

Kadar karbon yang rendah ini dipengaruhi secara dominan oleh kondisi bahan baku briket yaitu arang kulit durian dan tempurung keluwak. Berdasarkan penelitian terdahulu diketahui bahwa kadar karbon tempurung keluwak sebesar 92,15% [7], sehingga briket yang diberi campuran tempurung keluwak menghasilkan kadar karbon yang besar.

6) Kuat Tekan

Kuat tekan adalah suatu kemampuan yang dimiliki oleh briket untuk memberikan daya tahan terhadap pecah atau hancurnya briket ketika diberikan beban kepada briket. Berdasarkan data hasil pengujian kuat tekan pada perbandingan persentase (80:0:20), (60:20:20), (40:40:20), (20:60:20), (0:80:20) diperoleh hasil beturut-turut sebesar (7,02; 7,96; 9,19; 10,12 dan 12,92) kg/cm². Berdasarkan hasil uji nilai kuat tekan meningkat seiring dengan bertambahnya arang tempurung keluwak dalam campuran briket.

Hal ini terjadi karena kuat tekan briket dipengaruhi oleh jenis bahan baku pembuat briket. Setiap jenis bahan memiliki kerapatan yang berbeda-beda. Nilai kuat tekan yang tinggi disebabkan oleh ukuran arang yang cenderung lebih seragam hal tersebut akan memudahkan arang untuk saling mengisi ruang dan celah yang kosong ketika proses pemampatan briket.

d. Penentuan Briket Terbaik

Penentuan briket terbaik pada penelitian ini menggunakan metode *Composite Performance Index* (CPI). Metode ini menggunakan cara pemecahan masalah dengan system *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM) yang menentukan urutan

atau prioritas dalam analisis multi-kriteria. Kriteria ditentukan berdasarkan SNI 01-6235-2000 dan besarnya bobot kriteria ditentukan dari urutan prioritas pengaruhnya terhadap kualitas briket. Kriteria yang telah ditentukan dalam SNI akan memperoleh nilai tertinggi dan yang tidak ditentukan oleh SNI memiliki nilai yang lebih rendah.

Hasil pembobotan terhadap kriteria yang ditentukan adalah sebagai berikut:

Kadar air	: 0,2
Kadar Abu	: 0,2
Kuat Tekan	: 0,1
<i>Volatile Matter</i>	: 0,2
Kadar karbon	: 0,1
Nilai kalor	: 0,2

Berdasarkan perhitungan menggunakan metode CPI di dapatkan hasil briket terbaik yaitu pada komposisi campuran 20% arang kulit durian, 60% arang tempurung keluwak dan 20% perekat biji durian.

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan arang tempurung keluwak ke dalam campuran briket dapat memperbaiki kualitas briket kulit durian.
2. Briket dengan kombinasi (20:60:20)% menunjukkan karakteristik terbaik yang memenuhi standar acuan SNI 01-6235-2000, yakni nilai kalor briket terbaik sebesar (6.063 kal/gram), kadar air (5,49%), kadar abu (6,85%), *volatile matter* (14,87%), kadar karbon (72,97%) dan kuat tekan (10,12 kg/cm²).

DAFTAR PUSTAKA

1. The Japan Institute of Energy. 2008. *The Asian Biomass Handbook*. Japan: The Japan Institute of Energy.
2. Hatta, Hj Violet. 2010. Manfaat Kulit Durian Selezat Buahnya. <http://sebuahkabar.blogspot.co.id/2010/04/manfaat-kulit-durian-selezat-buahnya.html>, diakses 1 Mei 2018.
3. Bhakti, P. D., Andhika, M., Sari, E., dan Rahman, E. D. 2014. Pembuatan Briket Kulit Durian Dengan Variasi Campuran Biomassa (Arang Cangkang Sawit) dan Variasi Perekat. *Jurnal Penelitian Teknik*. Vol. 3, No. 4.
4. Langkai, R. P., Pangkerego, F., dan Pinastik, H. F. 2015. Kajian Pembuatan Briket Bioarang Dari Limbah Kulit Durian Dengan Kombinasi Serutan Kayu dan Tempurung Kelapa. *Ejournal UNSTRAT*, hal. 1-9.
5. Tirono, M., dan Sabit, Ali. 2011. Efek Suhu Pada Proses Pengarangan Terhadap Nilai Kalor Arang Tempurung Kelapa (Coconut Shell Charcoal). *Jurnal Neutriono Vol. 3 No. 2*. hal. 143-151.
6. Arif, Abdul Rahman. 2014. *Adsorpsi Karbon Aktif Dari Tempurung Kluwak (Pangium Edule) Terhadap Penurunan Fenol*. Skripsi dipublikasikan. Makassar: UIN Alauddin Makassar.
7. Latifan, Rio dan Susanti, Diah. 2012. Aplikasi Karbon Aktif dari Tempurung Kluwak (Pangium Edule) dengan Variasi Temperatur Karbonasi dan Aktivasi Fisika sebagai Electric Double Layer Capacitor (EDLC). *Jurnal Teknik Material dan Metalurgi*. Vol. 1, No. 1: hal. 1-6.
8. Puspita, Kurnia Cahya dan Siti Tjahjani. 2018. Aplikasi Karbon Aktif Tempurung Keluwak (Pangium edule) sebagai Adsorben untuk Pemurnian Jelantah. Surabaya: *UNESA Journal of Chemistry*. Vol 7, No 1.
9. Pane, Julham Prasetya. 2015. *Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka dan Penambahan Kapur dalam Pembuatan Briket Arang Berbahan Baku Pelepah Aren (Arenga pinnata)*. Skripsi dipublikasikan. Medan: Universitas Sumatera Utara.
10. Ageng, Meitta. P., Rosyidi, D., dan Widyastuti, E. S. 2013. Pengaruh Penambahan Pati Biji Durian terhadap Kualitas Kimia dan Organoleptik Nugget

- Ayam. *Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan*. Vol.23(3): hal. 17-26.
11. Ariantika, Puput. 2017. *Pengaruh Variasi dan Ukuran Partikel Pati Biji Durian (*Durio zibethinus*) dan Konsentrasi Asam Klorida (HCl) sebagai Pelarut terhadap Karakteristik Bioplastik Berpengisi Kitosan dengan Pemilastis Sorbitol*. Skripsi dipublikasikan. Medan: Universitas Sumatera Utara.
 12. Khuluk, Rifki Husnul. 2016. *Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa (*Coconut Nucifera L.*) sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru*. Skripsi dipublikasikan. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
 13. Sucipto, Tito. 2009. *Teori Adhesi Mekanikal Perekat*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
 14. Lestari, Puji Asri dan Siti Tjahjani. 2015. *Pemanfaatan Bungkil Biji Kapuk (*Ceiba pentandra*) sebagai Campuran Briket Sekam Padi*. Surabaya: *UNESA Journal of Chemistry*. Vol 4, No 1.
 15. Hendra, D. 2007. *Pembuatan Briket Arang dari Campuran Kayu, Bambu, Sabut Kelapa dan Tempurung Kelapa sebagai Sumber Energi Alternatif*. *Journal of Forest Product Research*. hal. 11.
 16. Polii, F. F. 2017. *Pengaruh Suhu dan Lama Aktifasi terhadap Mutu Arang Aktif dari Kayu Kelapa*. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan* Vol. 2 No. 2 hal. 26.
 17. Penjumras, Patpen, *et.al.* 2014. *Extraction and Caracterization of Cellulose from Durian Rind*. *Journal of Agriculture and Agricultural Science Procedia*. Vol. 2: hal. 237-243.
 18. Sugiyono. 2015. *Optimasi Mutu Briket Arang Campuran Cangkang Bintaro (*Cerbera odollam Gaertn*) dan Tempurung Kelapa dengan Metode Respon Permukaan*. Skripsi dipublikasikan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.