

ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR KARBONISASI DAN KOMPOSISI BAHAN TERHADAP UJI PROKSIMAT BRIKET CAMPURAN KULIT SINGKONG DAN AMPAS TAHU

Mukharis¹, Endang Mawarsih², Rany Puspita Dewi³

Jurusan Teknik Mesin S1, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Magelang, Jawa Tengah

¹mukharisaris280@gmail.com, ²endfamous@yahoo.com, ³ranypuspita@untidar.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan energi yang sangat tinggi menimbulkan kekhawatiran akan terjadinya krisis energi di dunia. Biomassa merupakan salah satu sumber energi yang berasal dari limbah setelah diambil produk primernya. Biomassa bisa diolah menjadi bio-arang berupa briket sebagai pengganti bahan bakar konvensional seperti BBM dan gas LPG. Penelitian ini menggunakan biomassa yang berupa kulit singkong dan ampas tahu. Saat ini masih banyak pelaku usaha yang belum memanfaatkan limbah tersebut secara optimal. Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis pengaruh variasi temperatur karbonisasi dan komposisi bahan terhadap nilai kalor, kadar air, kadar abu, *volatile matter*, dan *fixed carbon* briket kulit singkong dan ampas tahu. Penelitian ini menggunakan variasi temperatur karbonisasi 300°C, 400°C, dan 500°C serta variasi komposisi bahan kulit singkong (KS) dan ampas tahu (AT) dengan perbandingan 30%:70%, 50%:50%, dan 70%:30%. Hasil dari penelitian ini yaitu nilai kalor dan *fixed carbon* tertinggi pada temperatur karbonisasi 500°C dengan komposisi bahan KS:AT 70%:30% yaitu 5.656,2645 kal/g untuk nilai kalor dan 70,0060% untuk *fixed carbon*. Kadar air dan *volatile matter* terendah pada temperatur 500°C dengan komposisi bahan KS:AT 70%:30% yaitu 5,3628% untuk kadar air dan 18,0458% untuk *volatile matter*. Kadar abu terendah pada temperatur 300°C dengan komposisi bahan KS:AT 70%:30% yaitu 5,3835%.

Kata kunci: biomassa, bio-arang, temperatur karbonisasi, karakteristik briket.

ABSTRACT

The very high use of energy raises concerns that an energy crisis will occur in the world. Biomass is a source of energy derived from waste after its primary product is taken. Biomass can be processed into bio-charcoal in the form of briquettes as a substitute for conventional fuels such as fuel and LPG gas. This study used biomass in the form of cassava peels and tofu dregs. At present there are still many business actors who have not utilized this waste optimally. The purpose of this study was to analyze the effect of variations in carbonization temperature and material composition on calorific value, moisture content, ash content, volatile matter, and fixed carbon cassava skin briquettes and tofu dregs. This study used variations in carbonization temperature of 300°C, 400°C, and 500°C as well as variations in the composition of cassava peel (KS) and tofu dregs (AT) with a ratio of 30%:70%, 50%:50%, and 70% :30%. The results of this study are the highest calorific value and fixed carbon at a carbonization temperature of 500°C with a composition of KS:AT 70%:30%, namely 5,656.2645 cal/g for calorific value and 70.0060% for fixed carbon. The lowest water and volatile matter content was at 500°C with the composition of KS:AT 70%:30%, namely 5.3628% for water content and 18.0458% for volatile matter. The lowest ash content was at 300°C with a composition of 70%:30% KS:AT, namely 5.3835%.

Keywords: biomass, bio-charcoal, carbonization temperature, characteristics of briquettes.

PENDAHULUAN

Energi minyak bumi merupakan unsur penting yang mendukung aktivitas kehidupan manusia. Meningkatnya pertumbuhan penduduk dan pesatnya pembangunan ekonomi merupakan salah satu faktor yang meningkatkan kebutuhan energi. Dampak dari keterbatasan BBM adalah berkurangnya persediaan Bahan Bakar Minyak (BBM) [3]. Untuk mencegah kekurangan pasokan bahan bakar, pemerintah mengeluarkan kebijakan untuk mengembangkan sumber energi alternatif. Kebijakan ini dapat menjadi langkah positif dalam pengembangan energi terbarukan sebagai energi alternatif. Salah satu yang bisa dikembangkan sebagai pengganti bahan bakar yaitu biomassa [9].

Limbah hasil pertanian yang bisa dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biomassa yang berupa briket arang salah satunya limbah kulit singkong [2]. Umumnya industri yang menggunakan bahan baku singkong hanya bagian dalamnya saja yang dimanfaatkan untuk diolah, sedangkan kulit singkong sampai saat ini belum dimanfaatkan dengan baik. Selama ini kulit singkong digunakan untuk pakan ternak dan terkadang dibuang begitu saja.

Selain kulit singkong, limbah lain yang bisa dimanfaatkan untuk membuat biobriket adalah ampas tahu. Ampas tahu dikategorikan sebagai limbah industri pertanian, sisa proses hasil pertanian, yang dianggap tidak memiliki nilai ekonomis. Masih banyak pelaku usaha yang belum memanfaatkan limbah ampas tahu secara optimal [8]. Untuk itu peneliti berencana memanfaatkan dan meningkatkan nilai jual ampas tahu dengan memanfaatkan ampas tahu sebagai bahan baku pembuatan biobriket dengan campuran kulit singkong.

Karbonisasi merupakan proses perubahan bahan mentah menjadi arang hitam dengan cara dibakar dalam ruang kedap udara [12]. Zat yang mudah terbakar seperti CH_4 , H_2 dan CO akan dilepaskan pada proses

ini, zat tersebut berfungsi untuk memenuhi kebutuhan panas selama proses karbonisasi [7]. Proses karbonisasi bisa terjadi melalui panas pada temperatur di atas 150°C . Karbonisasi memiliki manfaat bisa meningkatkan nilai kalor, menurunkan kadar air, mengurangi asap ketika dilakukan pembakaran, serta memudahkan penyimpanan dan distribusi.

Berdasarkan permasalahan dan penelitian terkait yang sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya, maka dibutuhkan penelitian lanjutan mengenai pengaruh variasi temperatur karbonisasi dan komposisi bahan terhadap nilai kalor, kadar air, kadar abu, *volatile matter*, dan *fixed carbon* briket kulit singkong dan ampas tahu. Penelitian ini menggunakan variasi temperatur karbonisasi 300°C , 400°C dan 500°C serta variasi komposisi bahan kulit singkong dan ampas tahu 30%:70%, 50%:50%, dan 70%:30%.

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan briket berkualitas baik serta dapat menjadi upaya untuk memberikan pemenuhan kebutuhan konsumsi energi yang berasal dari sumber energi biomassa yang terbarukan serta ramah lingkungan.

METODE

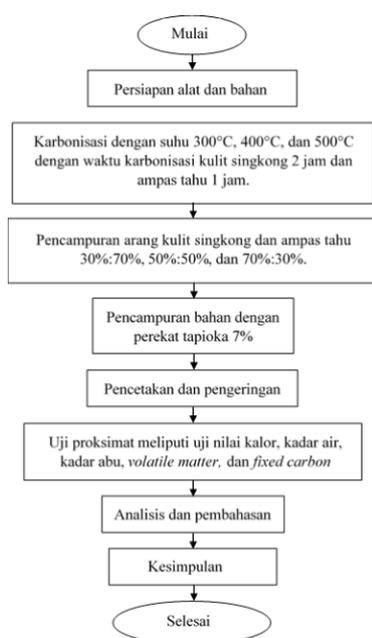
Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode eksperimen. Metode penelitian ini diawali dengan mencari literatur yang sesuai dengan tema penelitian, kemudian mencari dan mengumpulkan bahan baku pembuatan briket, kemudian mengolah bahan baku tersebut hingga proses pembuatan dan pencetakan briket menggunakan variasi temperatur karbonisasi yang telah ditentukan. Melakukan pengujian terhadap briket berupa pengujian nilai kalor, kadar abu, kadar air, *volatile matter*, dan *fixed carbon* pada briket.

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan yang berlokasi di Laboratorium CV. Chem-Mix Pratama Padukuhan, Bantul, Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat pirolisis, ayakan 60 mesh, penggerus, cetakan briket, dongkrak hidrolik, oven, timbangan digital dan termometer.

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah kulit singkong, limbah ampas tahu, tepung tapioka, dan air.

Alur Penelitian



Gambar 1. Alur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kalor, kadar air, kadar abu, *volatile matter*, dan *fixed carbon* briket arang tempurung singkong dan ampas tahu dengan variasi suhu karbonisasi dan komposisi bahan. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yaitu pengeringan bahan baku, karbonisasi, penggilingan, pengayakan, pencetakan, dan pengeringan spesimen. Karbonisasi dilakukan menggunakan alat pirolisis dengan variasi temperatur karbonisasi 300°C, 400°C dan 500°C dengan waktu karbonisasi kulit singkong 2 jam dan ampas tahu 1 jam.

Penggilingan arang dilakukan dengan menggunakan alat penghancur yang terbuat dari batu kemudian hasil penggilingan diayak menggunakan ayakan 60 mesh. Variasi komposisi arang kulit singkong dan ampas tahu ada tiga yaitu 30%:70%, 50%:50% dan 70%:30%. Bahan yang telah dicampur dengan perekat tapioka kemudian dicetak menggunakan cetakan pipa besi silinder dan dipress menggunakan dongkrak hidrolik dengan tekanan 70 kg/cm². Sebelum dilakukan proses pengujian, spesimen dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 1 jam.

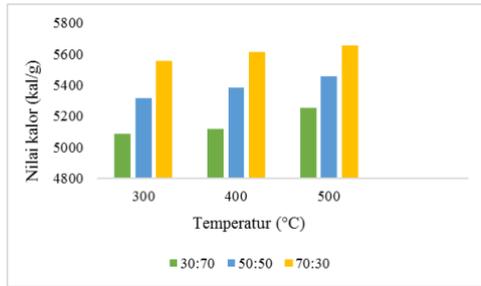
Nilai kalor

Kalor dari suatu bahan bakar dapat ditentukan dengan menggunakan alat yang disebut kalorimeter bom. Bahan bakar yang akan diuji terlebih dahulu dibakar dengan menggunakan gulungan kawat yang dialiri arus listrik di dalam ruang yang disebut bom dan ditempatkan di dalam air. Uji nilai kalor ini bertujuan untuk mengetahui besar kecilnya kalor suatu bahan bakar. Nilai kalor sangat mempengaruhi kualitas briket. Nilai kalor briket yang tinggi akan menghasilkan briket yang berkualitas baik. Hasil pengujian nilai kalor ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian nilai kalor

Sampel	Komposisi (%) KS:AT	Suhu (°C)	Nilai kalor (kal/g)		
			Uji 1	Uji 2	Rata-rata
S ₁	30:70	300	5074,1820	5098,9150	5086,5485
S ₂		400	5128,1470	5106,1460	5117,1465
S ₃		500	5258,2740	5251,9660	5255,1200
S ₄	50:50	300	5336,6780	5296,8710	5316,7745
S ₅		400	5388,2140	5376,5280	5382,3710
S ₆		500	5486,7520	5428,2750	5457,5135
S ₇	70:30	300	5590,8720	5520,1250	5555,4985
S ₈		400	5599,9790	5620,2170	5610,0980
S ₉		500	5645,2170	5667,3120	5656,2645

Dari Tabel 1. diperoleh nilai kalor tertinggi pada briket dengan temperatur karbonisasi 500°C dengan komposisi arang kulit singkong dan ampas tahu 70%:30% sebesar 5.656,2645 kal/g. Nilai kalor terendah pada briket diperoleh pada suhu karbonisasi 300°C dengan komposisi arang tempurung singkong dan ampas tahu 30%:70% sebesar 5.086,5485 kal/g. Grafik uji nilai kalor ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik pengujian nilai kalor

Pada Gambar 2. menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur karbonisasi yang diberikan pada briket maka nilai kalornya akan semakin tinggi. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Faisol *et al.*, (2017) yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu karbonisasi maka kandungan karbon pada arang juga akan meningkat sedangkan kadar air akan semakin berkurang sehingga nilai kalor juga akan meningkat. Penambahan komposisi kulit singkong juga mempengaruhi nilai kalor. Semakin banyak komposisi kulit singkong maka semakin tinggi nilai kalor briket tersebut. Hal ini dikarenakan nilai kalor bahan pembuat briket adalah 3.843,84 kal/g untuk kulit singkong dan 414 kal/g untuk ampas tahu. Dalam pengujian nilai kalor semua spesimen briket memenuhi SNI 01-6235-200, dengan nilai kalor minimal 5.000 kal/g.

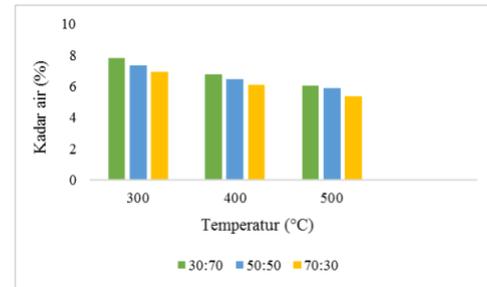
Kadar air

Kadar air yang terkandung dalam briket merupakan salah satu parameter untuk menentukan kualitas suatu briket. Semakin rendah kadar air dalam briket maka semakin baik kualitas briket tersebut. Hasil pengujian kadar air ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian kadar air

Sampel	Komposisi (%) KS:AT	Suhu (°C)	Kadar air (%)		
			Uji 1	Uji 2	Rata-rata
S ₁	30:70	300	7,8452	7,7586	7,8019
S ₂		400	6,7115	6,8711	6,7913
S ₃		500	6,0792	6,0025	6,0408
S ₄	50:50	300	7,3551	7,3657	7,3604
S ₅		400	6,4756	6,3928	6,4342
S ₆		500	5,9214	5,8519	5,8866
S ₇	70:30	300	6,9936	6,8577	6,9256
S ₈		400	6,1187	6,0572	6,0879
S ₉		500	5,4488	5,2768	5,3628

Dari Tabel 2. diperoleh kadar air terendah pada briket dengan suhu karbonisasi 500°C dengan komposisi arang kulit singkong dan ampas tahu 70%:30% sebesar 5,3628%. Kadar air briket tertinggi diperoleh pada suhu karbonisasi 300°C dengan komposisi arang kulit singkong dan ampas tahu 30%:70% sebesar 7,8019%. Grafik pengujian kadar air ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik pengujian kadar air

Pada Gambar 3. menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu karbonisasi yang diberikan pada briket, semakin rendah kadar airnya. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Erwin *et al.*, (2015) yang menyatakan bahwa pada saat proses koagulasi kandungan air pada bahan akan keluar, sehingga semakin tinggi suhu pada saat proses karbonisasi maka kandungan air pada bahan semakin banyak. bahan akan menguap. Penambahan ampas tahu juga mempengaruhi kadar air. Semakin banyak komposisi ampas tahu maka semakin tinggi kadar airnya. Hal ini dikarenakan bahan pembuat briket memiliki nilai kadar air 7,9-10,32% untuk kulit singkong dan 10,43% untuk ampas tahu. Dalam pengujian kadar air semua spesimen briket memenuhi SNI 01-6235-200 untuk kadar air yaitu maksimal 8%.

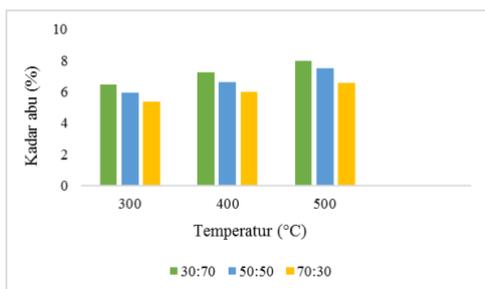
Kadar abu

Hasil pembakaran briket arang adalah abu. Kandungan abu yang tinggi pada briket dapat menurunkan nilai kalor briket, sehingga kualitas briket juga tidak baik. Hasil pengujian kadar abu ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian kada abu

Sampel	Komposisi (%) KS:AT	Suhu (°C)	Kadar abu (%)		
			Uji 1	Uji 2	Rata-rata
S ₁	30:70	300	6,4431	6,4671	6,4551
S ₂		400	7,1984	7,2912	7,2448
S ₃		500	8,0094	7,9572	7,9833
S ₄	50:50	300	5,9478	5,8908	5,9193
S ₅		400	6,6278	6,5984	6,6131
S ₆		500	7,4516	7,5503	7,5009
S ₇	70:30	300	5,4164	5,3506	5,3835
S ₈		400	5,9202	6,0135	5,9668
S ₉		500	6,5433	6,6275	6,5854

Dari Tabel 3. diperoleh kadar abu terendah pada briket dengan suhu karbonisasi 300°C dengan komposisi arang kulit singkong dan ampas tahu 70%:30% sebesar 5,3835%. Kadar abu briket tertinggi diperoleh pada suhu karbonisasi 500°C dengan komposisi arang kulit singkong dan ampas tahu 30%:70% sebesar 7,9833%. Grafik pengujian kadar abu ditunjukan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik pengujian kadar abu

Pada Gambar 4. menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu karbonisasi yang diberikan pada briket maka kadar abu akan semakin tinggi. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Faisal *et al.*, (2017) yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu karbonisasi semakin banyak bahan baku yang terbakar menjadi abu. Penambahan komposisi ampas tahu juga mempengaruhi kadar abu. Semakin banyak komposisi ampas tahu maka semakin tinggi kadar abunya. Hal ini dikarenakan bahan pembuatan briket memiliki nilai kadar abu sebesar 0,2-2,3% untuk kulit singkong dan 17,03% untuk ampas tahu. Dalam pengujian kadar abu semua spesimen briket telah memenuhi SNI 01-6235-200 kadar abu maksimal 8%.

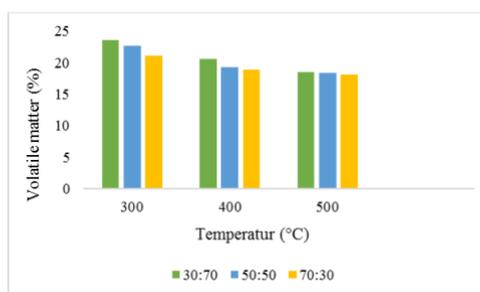
Volatiile matter

Briket arang mengandung kadar zat terbang atau *volatile matter*. Kadar *volatile matter* yang tinggi akan menimbulkan asap berlebih pada saat briket dibakar, hal ini disebabkan reaksi yang terjadi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan alkohol pada arang. Untuk alasan ini, briket yang baik harus memiliki tingkat bahan mudah menguap serendah mungkin. Hasil pengujian *volatile matter* ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian *volatile matter*

Sampel	Komposisi (%) KS:AT	Suhu (°C)	<i>Volatille matter</i> (%)		
			Uji 1	Uji 2	Rata-rata
S ₁	30:70	300	23,4779	23,5283	23,5031
S ₂		400	20,6458	20,5747	20,6102
S ₃		500	18,6353	18,4186	18,5269
S ₄	50:50	300	23,1038	22,3056	22,7047
S ₅		400	19,3689	19,0932	19,2310
S ₆		500	18,5138	18,1329	18,3233
S ₇	70:30	300	21,8582	20,2815	21,0698
S ₈		400	19,1013	18,7764	18,9388
S ₉		500	18,0061	18,0856	18,0458

Dari Tabel 4. diperoleh *volatile matter* terendah pada briket dengan karbonisasi suhu 500°C dengan komposisi arang kulit singkong dan ampas tahu 70%:30% sebesar 18,0458%. *Volatille matter* tertinggi pada briket diperoleh pada suhu karbonisasi 300°C dengan komposisi arang tempurung singkong dan ampas tahu 30%:70% sebesar 23,5031%. Grafik pengujian *volatile matter* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik pengujian *volatile matter*

Pada Gambar 5. menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu karbonisasi yang diberikan pada briket maka *volatile matter* akan semakin rendah. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh

Purwanto *et al.*, (2014) yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu karbonisasi maka semakin banyak *volatile matter* pada bahan baku yang menguap atau keluar sehingga kandungan *volatile matter* pada briket juga akan rendah. Penambahan ampas tahu juga mempengaruhi *volatile matter*. Semakin banyak komposisi ampas tahu maka *volatile matter* semakin tinggi. Pada pengujian *volatile matter*, semua spesimen briket tidak memenuhi SNI 01-6235-200 *volatile matter*, yaitu maksimal 15%.

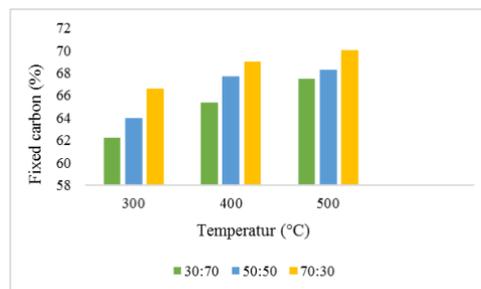
Fixed carbon

Kandungan *fixed carbon* akan mempengaruhi kualitas briket. Semakin tinggi kandungan *fixed carbon* dalam briket, semakin baik kualitas briket tersebut. *Fixed carbon* adalah ukuran dan padatan yang dapat dibakar setelah *volatile matter* menguap. Hasil pengujian *fixed carbon* ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian *fixed carbon*

Sampel	Komposisi (%) KS:AT	Suhu (°C)	Fixed carbon (%)
S ₁		300	62,2399
S ₂	30:70	400	65,3537
S ₃		500	67,4490
S ₄		300	64,0156
S ₅	50:50	400	67,7217
S ₆		500	68,2892
S ₇		300	66,6211
S ₈	70:30	400	69,0065
S ₉		500	70,0060

Dari Tabel 5. diperoleh *fixed carbon* tertinggi pada briket dengan karbonisasi suhu 500°C dengan komposisi arang kulit singkong dan ampas tahu 70%:30% sebesar 70,0060%. *Fixed carbon* terendah pada briket diperoleh pada suhu karbonisasi 300°C dengan komposisi arang tempurung singkong dan ampas tahu 30%:70% sebesar 62,2399%.



Gambar 6. Grafik pengujian *fixed carbon*

Pada Gambar 6. menunjukkan jika semakin tinggi temperatur karbonisasi yang diberikan kepada briket maka *fixed carbon* akan semakin tinggi. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Faisol *et al.*, (2017) yang menyatakan jika semakin tinggi temperatur karbonisasi maka kadar karbon pada arang juga akan meningkat sedangkan kadar air akan mengalami pengurangan. Penambahan komposisi kulit singkong juga mempengaruhi *fixed carbon*, semakin banyak komposisi kulit singkong maka semakin tinggi pula *fixed carbon*. Hal ini disebabkan karena bahan pembuatan briket memiliki nilai karbon 59,31% untuk kulit singkong dan 48,65% untuk ampas tahu. Pada pengujian *fixed carbon* semua spesimen briket tidak memenuhi SNI 01-6235-200 *fixed carbon* yaitu minimal 77%.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh variasi suhu karbonisasi dan komposisi bahan terhadap uji proksimat briket kulit singkong dan ampas tahu dapat ditarik kesimpulan jika temperatur karbonisasi dan komposisi bahan sangat berpengaruh pada karakteristik dan kualitas briket. Semakin tinggi temperatur karbonisasi maka nilai kalor, kadar abu dan *fixed carbon* pada briket juga akan semakin tinggi sementara itu nilai kadar air dan *volatile matter* akan semakin rendah. Penambahan komposisi kulit singkong yang lebih banyak akan meningkatkan nilai kalor dan *fixed carbon* serta menurunkan kadar air, kadar abu, dan *volatile matter*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afriah, N, *et al.*, “Pengaruh Temperatur Karbonisasi Terhadap Karakteristik Briket Berbasis Arang Sekam Padi dan Tempurung Kelapa,” Universitas Negeri Makassar., vol. 9, no. 2, pp. 138-147, 2022.
- [2] Ariyani *et al.*, “Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Arang Aktif Dengan Variasi Konsentrasi Naoh dan Suhu,” Universitas Mulawarman., vol. 6, no. 1, pp. 7-10, 2017.
- [3] Bagus, M., & Susila, W., “Pembuatan Biobriket Dari Campuran Arang Limbah Kulit Singkong dan Serbuk Gergaji Kayu Jati Menggunakan Perikat Tetes Tebu,” Universitas Negeri Surabaya., vol. 6, no. 1, pp. 299-306, 2014.
- [4] Caturwati *et al.*, “Pengaruh Temperatur dan Waktu Pyrolysis Terhadap Nilai Kalor Briket Tempurung Kelapa Sawit,” Universitas Sultan Ageng Tirtayasa., pp. 162-168, 2015.
- [5] Delly, J., & Saputra, N., “Proses Pembuatan Briket Berbasis Kulit Singkong dan Kajian Eksperimen Parametris Pengaruh Bahanperekatnyaterhadap Nilai Kalor dan Laju Pembakaran,” Universitas Halu Oleo., vol. 6, no. 1, pp. 1-8, 2014.
- [6] Erwin, J *et al.*, “Pengaruh Suhu dan Waktu Karbonisasi Terhadap Nilai Kalor Dan Karakteristik pada Pembuatan Bioarang Berbahan Baku Pelepah Aren (Arenga Pinnata),” Jurnal Teknik Kimia. Universitas Sumatera Utara., vol. 4, no. 2, pp. 46-52, 2015.
- [7] Faisal *et al.*, “Pengaruh Temperatur Karbonisasi dan Komposisi Arang Terhadap Kualitas Biobriket dari Campuran Cangkang Biji Karet dan Kulit Kacang Tanah,” Jurnal Teknik Kimia. Universitas Sriwijaya., vol. 1 no. 23, pp. 28-38, 2017.
- [8] Indrawijaya *et al.*, “Pembuatan Dan Karakterisasi Briket Bahan Bakar dari Ampas Tahu Sebagai Energi Alternatif,” Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM., vol. 2, no. 1, pp. 38-44, 2017.
- [9] Peraturan Presiden., Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional. Presiden., pp. 107-118, 2006.
- [10] Purwanto, D., & Sofyan., “Pengaruh Suhu dan Waktu Pengarangan Terhadap Kualitas Briket Arang dari Limbah Tempurung Kelapa Sawit,” Jurnal Litbang Industri, vol. 4, no. 1, pp. 29-38, 2014.
- [11] Rianto, W, & Imam., “Optimasi Proses Pirolisis pada Pembuatan Briket Berbahan Ampas Batang Tebu dan Sekam Padi,” UniversitasMuria Kudus., pp. 315-318, 2017.
- [12] Wijayanti, D, S., “Karakteristik Briket Arang darioSerbuk Gergaji dengan Penambahan Arang Cangkang Kelapa Sawit. Fakultas Pertanian,” Universitas Sumatera Utara., 2009.