talenta PUBLISHER

Jurnal Teknik Kimia USU
Journal homepage: https://talenta.usu.ac.id/jtk

Pengaruh Variasi Ukuran Partikel pada Pembuatan Bio-Briket dari Pelepah dan Tandan Buah Kosong Kelapa Sawit

The Effect of Particle Size Variations on Bio-Briquettes from Palm Fronds and Empty Fruit Bunches

Muhammad Syukri[*1], Maisarah[1], Ika Ucha Pradifta Rangkuti[2], Rahimah[1], Khaidir Ali Tama Harahap[2], Taufik Nurhidayat[1]

[1]Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Jl. Willem Iskandar, Medan Estate, Medan, 20226, Indonesia

[2]Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Jl. Willem Iskandar, Medan Estate, Medan, 20226, Indonesia

[*]Email: msrk@itsi.ac.id

***Article history*:**
Diterima : 29 Juni 2024
Direvisi : 9 September 2024
Disetujui : 11 September 2024
Mulai online : 28 September 2024

E-ISSN: 2337-4888

***How to cite*:**
Muhammad Syukri, Maisarah, Ika Ucha Pradifta Rangkuti, Rahimah, Khaidir Ali Tama Harahap, Taufik Nurhidayat. (2024). Pengaruh Variasi Ukuran Partikel pada Pembuatan Bio-Briket dari Pelepah dan Tandan Buah Kosong Kelapa Sawit. Jurnal Teknik Kimia USU, 13(2), 146-153.

ABSTRAK

Tandan buah kosong kelapa sawit (TKKS) dan pelepah merupakan limbah padat yang berasal dari pengolahan kelapa sawit yang dapat digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan briket. Kandungan yang dimiliki TKKS dan pelepah yaitu lignin, hemiselulosa, dan selulosa. Semakin kecil ukuran partikel maka kuat tekan briket akan semakin besar, namun laju pembakarannya akan semakin lambat karena rongga/pori briket semakin kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel *(mesh*) pada karakteristik dari briket yang meliputi kadar air, kadar abu, densitas, kuat tekan dan laju pembakaran serta untuk mengetahui komposisi yang tebaik dari campuran tandan kosong kelapa sawit dan pelepah. Hasil penelitian ini diketahui bahwa ukuran partikel yang terbaik yaitu pada briket 70 mesh dengan bahan baku TKKS 46% dan pelepah 46% (1:1) dengan perekat tepung tapioka 8%. Biobriket dengan ukuran partikel kecil memiliki nilai kalor lebih rendah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembuatan briket sesuai dengan karakteristik standar SNI No. 1/6235/2000.

Kata kunci: kelapa sawit, tandan buah kosong, pelepah, briket, partikel

ABSTRACT

Palm oil empty fruit bunches (EFB) and fronds are solid waste originating from palm oil processing which can be used as the main raw material for making briquettes. This is supported by its contents, namely lignin, hemicellulose and cellulose. The smaller the particle size, the greater the compressive strength of the briquette, but the burning rate will be slower because the cavity/pores of the briquette are smaller. This research aims to determine the effect of particle (mesh) size on the characteristics of briquettes which include water content, ash content, density, compressive strength and burning rate as well as to determine the best composition of a mixture of empty oil palm fruit bunches and fronds. The results of this research show that the best particle size is 70 mesh briquettes with a raw material composition of 46% EFB and 46% fronds (1:1) with 8% tapioca flour adhesive. Biobriquettes with small particle sizes have lower calorific value. The results of this research indicate that the manufacture of briquettes is in accordance with the Standard Characteristics of SNI No. 1/6235/2000.

Keyword: *palm oil, empty fruit bunches, fronds, briquettes, particles*

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International.
https://doi.org/10.32734/jtk.v13i2.17081

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara produsen minyak sawit terbesar di dunia, yang telah menyumbang setengah dari produksi minyak sawit mentah dunia [1]. Fakta ini juga diperkuat bahwa terdapat perubahan dari 0,3 juta hektar pada tahun 1980 menjadi 14,8 juta hektar pada tahun 2020 untuk luas lahan kelapa sawit di Indonesia [2, 3]. Di Indonesia, kelapa sawit merupakan sumber minyak nabati yang penting dengan potensi minyak sawit sebagai sumber pangan dan bahan baku utama biodiesel juga cukup besar [4]. Di sisi lain, berdasarkan komitmen internasional untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, mendorong pemerintah Indonesia untuk mengambil peran sumber energi baru dan terbarukan dalam menjamin ketahanan dan kemandirian energi negara [2, 5]. Kecenderungan peralihan dari bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui ke bahan bakar yang dapat diperbaharui merupakan upaya pemanfaatan limbah pengelolaan kelapa sawit yang selama ini belum dilakukan secara optimal.

Industri kelapa sawit memang merupakan salah satu sektor yang memiliki peran strategis, namun kegiatan produksi *Crude Palm Oil* (CPO) dari industri kelapa sawit memiliki produk sampingan berupa limbah padat, limbah cair serta limbah gas (4). Limbah padat yang dihasilkan dari industri kelapa sawit terdiri atas cangkang, fiber mesocarp kelapa sawit dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang merupakan limbah padat utama yang dihasilkan selama proses penggilingan di pabrik kelapa sawit [6]. Salah satu pemanfaatannya adalah dengan membuat briket yang berasal dari limbah kelapa sawit. Briket merupakan material mudah terbakar yang terbentuk dari proses pengempaan atau pemampatan material menjadi bentuk padatan dan digunakan sebagai bahan bakar, briket yang dihasilkan harus memiliki sifat kuat dan saling merekat satu sama lain sehingga briket tidak mudah hancur [7]. Penelitian dan pengembangan potensi berbagai biomassa sebagai sumber energi terbarukan terus dilakukan, tetapi produksi biobriket dinilai perlu dilakukan karena secara mum nilai kalor yang dihasilkan dari biobriket tidak berbeda nyata dibandingkan dengan briket batubara [8]. Studi kelayakan industri biobriket oleh Badan Koordinasi Penanaman Modal Provinsi Sulawesi Tengah juga menunjukkan bahwa industri biobriket dari tempurung kelapa layak untuk dikembangkan, baik dari aspek produksi maupun ekonomi [8]. Selain itu dari ketiga sumber energi terbarukan yang berasal dari biomassa briket arang atau biobriket, biofuel, dan biogas, biobriket merupakan teknologi alternatif yang paling mudah dan murah karena untuk memproduksinya hanya memerlukan teknologi sederhana [8]. Penggunaan biobriket juga menghasilkan kandungan gas buang hasil pembakaran yang relatif lebih aman dibandingkan briket batubara, yaitu tidak mengandung senyawa SO yang berbahaya bagi lingkungan.

Tandan kosong kelapa sawit sangat berpotensi sebagai bahan baku biobriket karena ketersediannya yang cukup melimpah dan merupakan limbah dengan fraksi terbesar yang mencapai 20-27% dari tandan buah segar yang diolah [9]. Jumlah yang besar tersebut membuat TKKS akan menjadi masalah serius terhadap lingkungan jika tidak ditangani. Komponen utama TKKS yaitu lignin 22,60%, a-selulosa 44,21%, holoselulosa 71,88%, abu 1,6% dan pektin 12,85% sehingga arang tandan kosong kelapa sawit bisa digunakan sebagai bahan alternatif dalam pembuatan briket [10]. Pelepah kelapa sawit juga memiliki potensi untuk dijadikan sebagai bahan baku untuk memperoleh bahan bakar alternatif melalui proses pirolisis dan proses pengempaan seperti briket. Hal ini dikarenakan kandungan pelepah kelapa sawit yaitu kandungan karbon pelepah kelapa sawit sekitar 43%, hidrogen 5,48%, nitrogen 2,18%, kandungan sulfur rendah (11%) sehingga mengurangi dampak terhadap lingkungan. Kadar air pelepah kelapa sawit dari analisis proksimat rendah (4-7%), kandungan bahan volatil (51%), dan kandungan abu pelepah kelapa sawit rendah (6%). Pelepah kelapa sawit merupakan bahan lignoselulosa yang kaya akan karbohidrat dalam bentuk pati dan gula. Kandungan kimia pada pelepah kelapa sawit meliputi bahan kering 48,78%, protein kasar 5,3%, hemiselulosa 21,1%, selulosa 27,9%, serat kasar 31,09%, abu 4,48%, lignin 16,9%, dan silika 0,6% [11]. Sebagai limbah lignoselulosa, pemanfaatan limbah padat seperti pelepah kelapa sawit perlu mendapat perhatian karena termasuk dalam kategori limbah basah yang mengandung kadar air sekitar 75% sehingga mudah mengalami pembusukan jika tidak segera diolah.

Perekat tapioka digunakan sebagai bahan perekat pada briket arang karena banyak terdapat dipasaran dan harganya relatif murah [12]. Selain itu penggunaan perekat tapioka memiliki keuntungan yaitu mudah dalam pemakaiannya dan memiliki daya rekat kering tinggi [13]. Bahan pengikat yang terbuat dari tepung tapioka mempunyai beberapa sifat, antara lain (1) daya serap air, (2) daya rekat yang baik, (3) mudah diperoleh tanpa membahayakan kesehatan, dan (4) mudah dicampur dengan bahan baku lain, dalam hal ini serbuk arang [11]. Tepung tapioka merupakan bahan dengan viskositas tinggi yang berfungsi baik sebagai bahan pengikat jika dicampur dengan serbuk, sehingga partikel-partikel serbuk saling tarik-menarik karena adanya gaya adhesif dan kohesif [11]. Molekul air (H_2O) yang digunakan sebagai pelarut bahan perekat membentuk lapisan tipis pada permukaan partikel, sehingga meningkatkan kontak antar partikel [11].

Dalam penggunaannya, perekat tapioka juga menimbulkan asap yang relatif sedikit jika di bandingkan bahan yang lainnya [12]. Pada penelitian penggunaan jenis perekat arpus pada biobriket menunjukan waktu

bakar yang lebih lama yaitu 92,3 menit, sedangkan penggunaan perekat tapioka menunjukkan waktu 78 menit [14]. Selain itu pada penelitian kadar air penggunaan perekat tapioka menunjukkan kadar air sebesar 6,0% sedangkan pada penggunaan sagu aren kadar air dapat mencapai 6,7% [14].

Pada penelitian Handra dan Kasim (2017) didapatkan bahwa pada pengaruh ukuran partikel, pengukuran nilai kalor untuk keseluruhan sampel briket dari TKKS masih rendah jika dibandingkan menurut standar SNI 01-6235-2000 [15]. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh ukuran partikel dan komposisi TKKS dengan pelepah terhadap karakteristik biobriket yang dihasilkan. Pembuatan biobriket dilakukan dengan perekat tapioka. Evaluasi karakteristik biobriket dilakukan dengan metode *Quantitative Analysis Design* meliputi parameter kadar air, kadar abu, nilai kalor, densitas, kuat tekan, dan laju pembakaran. Pada penelitian sebelumnya, penggunaan TKKS menjadi biobriket menghasilkan kadar abu dan kadar air yang terdapat pada briket TKKS belum ada yang memenuhi standar yaitu maksimum 8% [16]. Pada penelitian sebelumnya telah dikaji pengaruh variasi komposisi bahan baku pembuatan briket dan waktu karbonisasi terhadap nilai kalor menggunakan pelepah dan cangkang kelapa sawit [17]. Sehingga pada penelitian ini akan dilihat pengaruh dari penggabungaan TKKS dan pelapah kelapa sawit. Signifikansi penelitian ini terdiri atas signifikansi akademis yaitu dapat menjadi pengembangan ilmu bagi dunia teknik kimia dalam mengkaji penggunaan biobriket sebagai sumber energi terbarukan serta signifikansi praktis yaitu membantu untuk memecahkan dan mengantisipasi masalah terkait kelayakan produksi biobriket dari TKKS dan pelepah sawit.

2. Metode

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah tandan buah kosong kelapa sawit, pelepah kelapa sawit, dan perekat tepung tapioka. Peralatan yang digunakan yaitu timbangan, ayakan 30, 50 dan 70 mesh, desikator, mortar, alat press, oven, cetakan besi, besi penekan, drum pengarangan, stopwatch, lesung, cawan, dan kompor gas. Percobaan dilakukan dengan variabel bebas berupa:

a. ukuran partikel: 30 mesh, 50 mesh, dan 70 mesh.

b. rasio bahan baku dan rasio perekat (94 : 6%, 92 : 8%, 90% : 10%).

c. jumlah komposisi arang tandan kosong kelapa sawit ditambah arang pelepah dengan perekat tapioka (23,5 g + 23,5 g : 3, 23 g + 23 g : 4, 22,5 g + 22,5 g : 5) dengan berat ketetapan 50 g.

Variabel kontrol yaitu suhu 150°C, waktu karbonisasi (3 jam) serta rasio pelepah dan TKKS (1:1). Proses pembuatan arang dilakukan dengan mengambil tandan kosong kelapa sawit dan pelepah kelapa sawit sebagai bahan baku dari kebun percobaan di kampus Institut Teknologi Sawit Indonesia (ITSI) Medan. Kemudian dikeringkan, dibakar dihaluskan dengan menggunakan lesung dan disaring dengan ayakan 30, 50 dan 70 mesh. Kemudian arang yang dihasilkan dicampurkan dengan tepung tapioka (air : tepung Tapioka = 2:1). Setelah dicampur dengan perekat kemudian dikempa dengan alat press untuk mendapatkan briket. Briket tersebut kemudian dianalisis meliputi ~~analisa~~ kadar air, kadar abu, kerapatan, kuat tekan, dan laju pembakaran.

3. Hasil

3.1. Hasil Pengamatan Kadar Air

Berdasarkan Tabel 1, kadar air yang paling rendah yaitu pada ukuran mesh 30 konsentrasi 6% dengan kadar air 0,3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air pada briket yaitu pada ukuran 30 mesh dengan perekat tapioka 6% sebesar 0,3%, perekat tapioka 8% sebesar 0,7%, dan pada perekat tapioka 10% sebesar 2,6%. Pada ukuran 50 mesh dengan perekat tapioka 6% yaitu sebesar 1,5%, perekat tapioka 8% sebesar 2,3%, dan perekat tapioka 10% sebesar 3,7%. Sedangkan pada ukuran 70 mesh dengan perekat tapioka 6% yaitu sebesar 3,2%, perekat tapioka 8% sebesar 3,5%, dan pada perekat tapioka 10% sebesar 4,1%. Dari penelitian ini disimpulkan ukuran 30 mesh dan perekat tapioka 6% memiliki kadar air yang lebih baik untuk briket karena memiliki nilai kadar air yang rendah sehingga briket tersebut akan memiliki nilai kalor yang tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa semakin tinggi kadar tapioka maka kadar air yang diperoleh semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh sifat perekat tapioka yang tidak tahan terhadap kelembapan sehingga mudah menyerap air dan udara [18], [19].

Tabel 1. Hasil Pengujian Kadar Air Bio-Briket

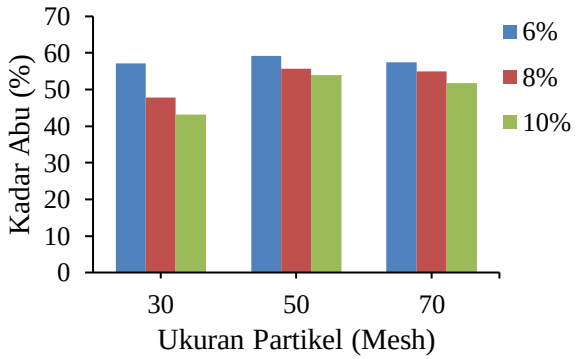
No	Ukuran Mesh	Perekat 6%	Perekat 8%	Perekat 10%
1	30 Mesh	0,3	0,7	2,6
2	50 Mesh	1,5	2,3	3,7
3	70 Mesh	3,2	3,5	4,1

Kadar air dalam briket sangat berpengaruh terhadap nilai kalor dan proses penyalaan briket. Kadar air mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan. Semakin rendah kadar air, maka semakin tinggi nilai kalor briket sebaliknya semakin tinggi kadar air, maka akan menyebabkan penurunan terhadap nilai kalor [20], [21]. Namun, semakin kecil ukuran partikel maka *inherent moisture* akan semakin tinggi, sehingga ukuran partikel yang kecil menyebabkan pori-pori biobriket semakin kecil sehingga air yang terdapat di dalamnya sulit menguap pada proses pengeringan [22]. Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam suatu benda seperti tanah (disebut juga kelembaban tanah), batuan, bahan pertanian, dan lain sebagainya yang dalam hal ini subjeknya ialah briket [23]. Analisis kadar air digunakan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat pada briket, kadar air yang masih terkandung di dalam briket adalah air yang terperangkap di dalam partikel tandan buah kosong dan pelepah. Pada saat pengeringan bahan tidak dapat keluar secara sempurna dan sejumlah air yang terperangkap di dalam bahan perekat yang digunakan yaitu tepung tapioka. Kadar air briket dipengaruhi oleh waktu proses tekan dan pengeringan. Semakin lama proses pengeringan akan semakin banyak kadar air yang terbuang. Pada penelitian ini digunakan pengukuran kadar air berdasarkan ASTM D1762-84, 2013, dengan briket dikeringkan di dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam dengan menggunakan oven, hal ini menunjukkan pada waktu pengeringan yang sama, briket yang memiliki kadar air lebih banyak membutuhkan waktu yang lama untuk mencapai berat konstan [24]. Berdasarkan SNI No. 1-6235-2000, kadar air yang terdapat dalam bahan bakar briket adalah lebih kecil dari 8%. Kadar air pada briket yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi SNI tersebut. Sehingga dari data tersebut didapatkan bahwa semakin kecil ukuran partikel briket limbah sawit maka semakin tinggi kadar air briket. Hal yang sama ditunjukkan pada penelitian pengujian ukuran partikel (mesh) pada kadar air briket kayu [25].

3.2. Hasil Pengamatan Kadar Abu

Berdasarkan Gambar 1, nilai kadar abu yang dimiliki briket adalah ~~yaitu~~ pada ukuran 30 mesh dengan perekat tapioka 6% yaitu 57,09%, perekat tapioka 8% sebesar 47,76%, dan perekat tapioka 10% sebesar 43,13%. Pada ukuran 50 mesh dengan perekat tapioka 6% yaitu sebesar 59,2%, perekat tapioka 8% sebesar 55,63%, dan perekat tapioka 10% sebesar 53,94%. Sedangkan pada ukuran 70 mesh dengan perekat tapioka 6% yaitu sebesar 57,51%, perekat tapioka 8% sebesar 54,91% dan perekat tapioka 10% sebesar 51,75%.

Analisis kadar abu pada briket dilakukan untuk mengetahui jumlah bagian yang tidak terbakar setelah terjadinya pembakaran sempurna [21]. Kadar abu yang tinggi dapat mempersulit proses operasi dan pemeliharaan alat pembakaran. Semakin rendah kadar abu dalam suatu briket maka semakin baik briket tersebut [21]. Abu merupakan bagian yang tersisa dari hasil pembakaran briket. Abu terdiri dari bahan mineral seperti lempung, silika, kalsium, magnesium oksida, dll. Unsur utama yang terkandung dalam abu adalah silika yang memiliki pengaruh kurang baik terhadap nilai kalor yang dihasilkan pada briket [21]. Pada penelitian sebelumnya semakin kecil ukuran partikel briket limbah sawit maka semakin rendah kadar abu briket [15]. Tetapi hal ini berbeda pada penelitian ini yang menunjukkan data tidak konstan pada perbedaan ukuran partikel terhadap kadar abu briket.

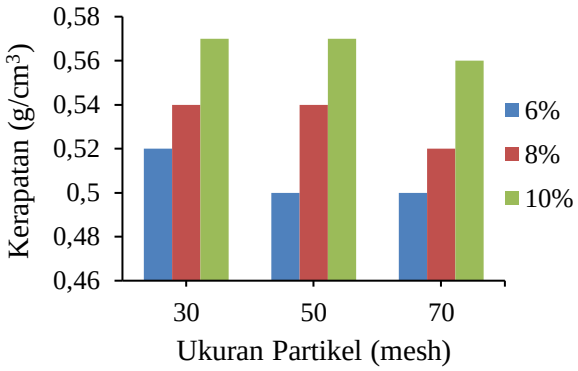


Gambar 1. Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Kadar Abu Biobriket

Abu dapat memengaruhi mutu bahan bakar briket karena dapat menurunkan nilai kalor, hal ini disebabkan karena di dalam abu terdapat senyawa kimia yang dapat menurunkan nilai kalor. Abu briket berasal dari clay, pasir dan bermacam-macam zat mineral lainnya [26]. Berdasarkan SNI No 1-6235-2000 kadar abu yang terdapat dalam bahan bakar briket lebih kecil dari 8%, sehingga dapat disimpulkan kadar abu pada briket yang dihasilkan belum memenuhi SNI. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kecenderungan meningkatnya kadar abu dikarenakan kadar perekat yang semakin tinggi [27].

3.3. Hasil Pengamatan Kerapatan

Berdasarkan Gambar 2, ~~hasil penelitian menunjukkan~~ nilai kerapatan yang dimiliki briket adalah ~~yaitu~~ pada ukuran 30 mesh dengan perekat tapioka 6% yaitu 0,52 g/cm^3, perekat tapioka 8% sebesar 0,54 g/cm^3, dan perekat tapioka 10% sebesar 0,57% g/cm^3. Pada ukuran 50 mesh dengan perekat tapioka 6% yaitu sebesar 0,5 g/cm^3, perekat tapioka 8% sebesar 0,54 g/cm^3, dan perekat tapioka 10% sebesar 0,57 g/cm^3. Sedangkan pada ukuran 70 mesh dengan perekat tapioka 6% yaitu sebesar 0,50 g/cm^3, perekat tapioka 8% sebesar 0,52 g/cm^3 dan perekat tapioka 10% sebesar 0,56 g/cm^3.



Gambar 2. Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Kerapatan Biobriket

Kerapatan menunjukkan perbandingan antara massa dan volume briket, dimana kerapatan briket berpengaruh terhadap kualitas briket, karena kerapatan yang tinggi dapat meningkatkan kualitas briket. Besar atau kecilnya kerapatan tersebut dipengaruhi oleh ukuran partikel dan kehomogenan [25]. Sehingga dari data tersebut didapatkan bahwa semakin kecil ukuran partikel briket limbah sawit maka semakin kecil nilai kerapatan briket. Hal yang sama ditunjukkan pada penelitian pengujian ukuran partikel (mesh) pada kerapatan briket kayu [25]. Pada hasil tersebut, briket yang memiliki kerapatan yang baik adalah pada ukuran 50 mesh dan 70 mesh dengan perekat tapioka 6%. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa semakin tinggi persentase perekat tapioka, tingkat homegenitas semakin rendah dan nilai kerapatannya semakin kecil [13], [28]. Berdasarkan ASTM 1982 kerapatan (*density*) yang terdapat dalam kehomogenan briket adalah ≤ 1 (g/cm^3). Kerapatan pada briket yang dihasilkan telah memenuhi ASTM tersebut.

3.4. Hasil Pengamatan Kuat Tekan

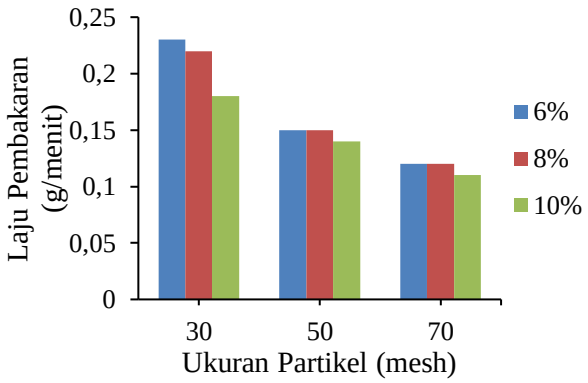
Berdasarkan Tabel 2, hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan pada briket dengan ukuran 30 mesh dengan perekat tapioka 6% sebesar 11,22 kN/cm^2, perekat tapioka 8% sebesar 11,27 kN/cm^2, dan perekat tapioka 10% sebesar 11,6 kN/cm^2. Pada ukuran 50 mesh dengan perekat tapioka 6% sebesar 11,4 kN/cm^2, perekat tapioka 8% sebesar 13,13 kN/cm^2, dan perekat tapioka 10% sebesar 14,2 kN/cm^2. Sedangkan pada ukuran 70 mesh dengan perekat tapioka 6% sebesar 12,85 kN/cm^2, perekat tapioka 8% sebesar 15,91 kN/cm^2, dan pada perekat tapioka 10% sebesar 16,46 kN/cm^2. Hasil penelitian menunjukkan briket yang mampu menahan tekanan dan memiliki daya tahan yang baik adalah pada briket dengan ukuran 70 mesh dengan perekat tapioka 10%. Berdasarkan penelitian sebelumnya didapatkan bahwa semakin kecil ukuran partikel maka kuat tekan pada briket akan semakin tinggi [29]. Hal ini terjadi karena dengan semakin kecil ukuran partikel maka briket yang dihasilkan lebih padat. Dari sifat ukuran partikel yang berkontak lebih besar, sehingga mampu menahan gaya tekan pada saat dilakukan uji tekan. Dengan ukuran partikel yang lebih besar maka briket yang dihasilkan kebalikan dari ukuran partikel yang kecil, sehingga pada saat dilakukan uji tekan lebih mudah hancur bila dibandingkan dengan ukuran partikel lebih kecil. Semakin tinggi kadar perekat, maka kuat tekan biobriket juga semakin tinggi, penambahan kadar perekat akan menambah kuat ikatan antara perekat dengan bahan pada briket [30]. Semakin tinggi konsentrasi perekat ada kecenderungan semakin tinggi kekuatan pecah briket, hal ini disebabkan dengan bertambahnya kadar perekat maka ikatan partikel bahan semakin kuat [30]. Semakin tinggi kadar perekat maka briket yang dihasilkan juga akan semakin merekat kuat dan keras sehingga proses pembakarannya akan semakin lama dan nilai kalor yang dihasilkan juga akan semakin meningkat [30].

Tabel 2. Kuat Tekan (*compressive strength*)

No	Ukuran Mesh	Perekat 6%	Perekat 8%	Perekat 10%
1	30 Mesh	11,22	11,27	11,6
2	50 Mesh	11,4	13,13	14,2
3	70 Mesh	12,85	15,91	16,46

3.5. Hasil Pengamatan Laju Pembakaran

Berdasarkan Gambar 3, hasil penelitian menunjukkan laju pembakaran yang dimiliki briket pada ukuran 30 mesh dengan perekat tapioka 6% yaitu sebesar 0,23 g/menit, perekat tapioka 8% sebesar 0,22 g/menit dan perekat tapioka 10% sebesar 0,18 g/menit. Pada ukuran 50 mesh dengan perekat tapioka 6% yaitu sebesar 0,15 g/menit, perekat tapioka 8% sebesar 0,15 g/menit, dan perekat tapioka 10% sebesar 0,14 g/menit. Sedangkan pada ukuran 70 mesh dengan perekat tapioka 6% sebesar 0,12 g/menit, perekat tapioka 8% sebesar 0,12 g/menit, dan perekat tapioka 10% sebesar 0,11 g/menit. Laju pembakaran briket limbah sawit dalam penelitian ini semakin menurun seiring dengan semakin kecil ukuran partikel briket. Tinggi rendahnya laju pembakaran dari briket limbah sawit sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel yang digunakan. Hal yang sama ditunjukkan pada penelitian pengujian ukuran partikel (mesh) pada kadar air briket kayu [25]. Briket dengan ukuran partikel yang lebih besar memiliki kadar air yang lebih rendah, sedangkan briket dengan kadar air yang tinggi akan memiliki kalor yang lebih rendah karena kalornya digunakan untuk menguapkan air, sehingga hal ini mempengaruhi laju pembakaran [31]. Briket dengan ukuran partikel yang lebih kecil memiliki nilai kalor yang lebih tinggi sehingga nyala apinya akan lebih lama.



Gambar 3. Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Laju Pembakaran Biobriket

Pada hasil tersebut yaitu menyatakan bahwa briket yang memiliki laju pembakaran yang lebih lama yaitu pada briket dengan ukuran 70 mesh dengan perekat tapioka 10%. Penggunaan perekat yang lebih banyak mengakibatkan briket lebih tahan lama karena jumlah perekat yang semakin banyak akan menghasilkan tekstur briket yang kokoh sehingga briket akan semakin lama habis terbakar bara [18].

4. Kesimpulan

Nilai kadar air terbaik pada penelitian ini yaitu ukuran 30 mesh dan perekat tapioka 6% yaitu sebesar 0,3%. Nilai kadar air akan menentukan nilai kalor pada briket, semakin rendah nilai kadar air pada briket maka briket tersebut memiliki nilai kalor yang baik. Kadar abu pada briket belum memenuhi standar SNI. Semakin tinggi nilai kerapatan maka briket akan semakin baik. Nilai kerapatan terbaik yaitu pada briket dengan ukuran 70 mesh dan 50% dengan perekat 10% dengan nilai 0,57. Semakin tinggi nilai kuat tekan maka briket tersebut akan mampu menahan tekanan dan daya tahan yang dimiliki semakin baik sehingga briket tidak mudah pecah. Kuat tekan terbaik pada briket ukuran 70 mesh dengan perekat tapioka 10% dengan nilai 16,46 (kN/cm^2). Semakin tinggi nilai laju pembakaran maka briket tersebut akan memiliki waktu yang cepat untuk habis. Laju pembakaran terbaik yaitu pada briket ukuran 70 mesh dengan perekat tapioka 10% dengan nilai 0,11 gram/menit. Sehingga jenis briket terbaik secara keseluruhan berdasarkan analisis yang telah dilakukan yaitu pada ukuran partikel 70 mesh dengan menggunakan perekat tapioka 10%.

5. Konflik Kepentingan

Semua penulis tidak memiliki konflik kepentingan (*conflict of interest*) pada publikasi artikel ini.

Daftar Pustaka

[1] A. K. Paminto, M. Karuniasa, and E. Frimawaty, "Potential environmental impact of biodiesel production from palm oil using LCA (Life Cycle Assessment) in Indonesia," *J. Pengelolaan Sumberd. Alam dan Lingkung.*, vol. 12, no. 1, pp. 64–71, 2022, doi: 10.29244/jpsl.12.1.64-71.

[2] Maisarah and R. Dian, "Penggunaan Metode Life Cycle Assessment (LCA) Sebagai Pendukung Pengambilan Keputusan Dampak Lingkungan Pada Industri Kelapa Sawit," *J. Ilm. Betahpa*, vol. 2, no. 2, pp. 7–15, 2023.

[3] J. Zhao, A. J. Elmore, J. S. H. Lee, I. Numata, X. Zhang, and M. A. Cochrane, "Replanting and yield increase strategies for alleviating the potential decline in palm oil production in Indonesia," *Agric. Syst.*, vol. 210, no. July, p. 103714, 2023, doi: 10.1016/j.agsy.2023.103714.

[4] P. M. Raja, M. Syukri, Giyanto, I. U. P. Rangkuti, and R. Hondro, "Pembuatan Nata Berbasis Nira Kelapa Sawit Dengan Penambahan Ekstrak Taoge Sebagai Sumber Protein," vol. 6, no. 2, pp. 197–204, 2023.

[5] M. Maisarah and R. Dian, "Metode Life Cycle Assessment (LCA) Dalam Penilaian Dampak Lingkungan Industri Kelapa Sawit Untuk Kelapa Sawit Berkelanjutan," *Tabela J. Pertan. Berkelanjutan*, vol. 2, no. 1, pp. 15–23, 2024, doi: 10.56211/tabela.v2i1.452.

[6] D. E. Rahayu, N. Karnaningroem, A. Altway, and A. Slamet, "Utilization of oil palm empty fruit bunches biomass through slow pyrolysis process," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 913, no. 1, pp. 0–7, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/913/1/012018.

[7] A. M. M. Urgel, "Production of Homemade Biomass Briquettes from Dried Syzygium samarangense (Makopa) Leaves," *APEC Youth Sci. J.*, vol. 6, no. 2, pp. 135–144, 2014.

[8] A. Vachlepi and D. Suwardin, "Penggunaan Biobriket Sebagai Bahan Bakar Alternatif Dalam Pengeringan Karet Alam," *War. Perkaretan*, vol. 32, no. 2, p. 65, 2013, doi: 10.22302/ppk.wp.v32i2.38.

[9] Bariyanto, Nelvia, and Wardati, "Pengaruh Pemberian Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit(TKKS) pada Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq) di Main Nursery Pada Medium Subsoil Ultisol," *JOM Faperta*, vol. 2, no. 1, p. 215, 2015.

[10] R. Nurrohmanysah, A. Indriyani, E. Ekaliana, and M. Telaumbanua, "Alat Pembuat Pupuk Cair Otomatis dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Berbasis Mikrokontroller," *Agroteknika*, vol. 2, no. 2, pp. 51–58, 2019, doi: 10.32530/agroteknika.v2i2.43.

[11] D. F. Simatupang and M. Simbolon, "Fabrication of Biobriquettes from Mixture of Palm Fronds and Palm Shells with Varying Binders of Tapioca and Sago Flour," *Int. J. Appl. Res. Sustain. Sci.*, vol. 1, no. 4, pp. 319–330, 2023, doi: 10.59890/ijarss.v1i4.1062.

[12] R. G. Sari, E. Yenie, and S. Daud, "Pengaruh Konsentrasi Perekat Tapioka Pada Pembuatan Biobriket Dari Lumpur IPAL Produksi Minyak Sawit Dan Cangkang Biji Karet," *Jom Fteknik*, vol. 6, no. 2, pp. 1–8, 2019.

[13] H. Anizar, E. Sribudiani, and S. Somadona, "Pengaruh Bahan Perekat Tapioka Dan Sagu Terhadap Kualitas Briket Arang Kulit Buah Nipah," *Perennial*, vol. 16, no. 1, pp. 11–17, 2020.

[14] M. R. Aziz, A. L. Siregar, A. B. Rantawi, and I. B. Rahardja, "Pengaruh Jenis Perekat pada Briket Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Waktu Bakar," *Pros. SEMNASTEK Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Jakarta*, pp. 141–152, 2019.

[15] N. Handra and A. Kasim, "Pengaruh Ukuran Partikel Bio-briket TKKS terhadap Nilai Kalor Effect of Particles Size on EFB Bio-briquettes of CalorificValue," vol. 7, no. 1, pp. 2089–4880, 2017.

[16] A. Susanto and T. Yanto, "Pembuatan Briket Bioarang Dari Cangkang Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit," *J. Teknol. Has. Pertan.*, vol. 6, no. 2, 2013, doi: 10.20961/jthp.v0i0.13516.

[17] C. N. . Iriany, Cindy C, "Pembuatan Biobriket Dari Pelepah Dan Cangkang Kelapa Sawit: Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Baku dan Waktu Karbonisasi terhadap Kualitas Briket," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 5, no. 3, 2016.

[18] Faijah, R. Fadilah, and Nurmila, "Perbandingan Tepung Tapioka dan Sagu pada Pembuatan Briket Kulit Buah Nipah (Nypafruticans)," *J. Pendidik. Teknol. Pertan.*, vol. 6, no. 2, pp. 201–210, 2020.

[19] Maryono, Sudding, and Rahmawati, "Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji," *J. Chem.*, vol. 14, pp. 74–83, 2013.

[20] A. Ismayana and R. A. Moh, "Pengaruh jenis dan kadar bahan perekat pada pembuatan briket blotong

sebagai bahan bakar alternatif," *J. Tek. Ind. Pert*, vol. 186, no. 3, pp. 186–193, 2011.

[21] M. Yayi, P. Setyono, and Y. S. Purnomo, "Teknologi Analisis Kadar Air dan Kadar Abu Briket Lumpur IPAL dan Fly Ash dengan Penambahan Serbuk Gergaji Kayu," *Media Cetak)*, vol. 1, no. 6, pp. 696–703, 2022, doi: 10.55123/insologi.v1i6.1047.

[22] S. Hatina and E. Winoto, "Pengaruh Damar Sebagai Perekat Pada Biobriket Cangkang Biji Karet," *J. Redoks*, vol. 7, no. 2, pp. 39–48, 2022, doi: 10.31851/redoks.v7i2.9582.

[23] T. Ferga, A. Firas Isdiana, and H. Sujadi, "Measure Device of Water Content On Food Materials Based On Internet of Things," *Int. J. Inf. Syst. Technol. Akreditasi*, vol. 3, no. 36, pp. 234–245, 2020.

[24] Widya Gema Bestari, Mutiara Mendopa, and Rosdanelli Hasibuan, "Karakteristik Briket Dari Sekam Padi Dan Ketaman Kayu Berperekat Daun Jambu Mete," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 5, no. 2, pp. 15–20, 2016, doi: 10.32734/jtk.v5i2.1529.

[25] A. Priyanto, Hantarum, and Sudarno, "Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Briket Terhadap Kerapatan, Kadar Air, Dan Laju Pembakaran Pada Briket Kayu Sengon," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VI*, pp. 541–546, 2018.

[26] S. Mushlihah, S. Sulfahri, R. S. Utami, E. Sunarto, and I. D. A. A. Warmadewanthi, "Pengaruh Jenis Bahan Perekat Dan Metode Pengeringan Terhadap Kualitas Briket Limbah Baglog Jamur Tiram Putih (Pleurotus Ostreatus)," *Berk. Penelit. Hayati*, vol. 17, no. 1, pp. 47–51, 2011, doi: 10.23869/bphjbr.17.1.20119.

[27] D. Hendra and I. Winarni, "Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang Campuran Limbah Kayu Gergajian dan Sabetan Kayu," vol. 21, no. 3, pp. 211–226, 2003.

[28] M. N. Usman, "Mutu Briket Arang Kulit Buah Kakao Dengan Menggunakan Kanji Sebagai Perekat," *Perennial*, vol. 3, no. 2, p. 55, 2007, doi: 10.24259/perennial.v3i2.172.

[29] S. Suryaningsih, P. M. Anggraeni, and O. Nurhilal, "Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Termal Dan Mekanik Briket Campuran Arang Sekam Padi Dan Kulit Kopi," *J. Mater. dan Energi Indones.*, vol. 9, no. 02, p. 79, 2019, doi: 10.24198/jmei.v9i2.26351.

[30] R. Jayana and T. Evila Purwanti Sri Rahayu, "Pengaruh Variasi Rasio Perekat Terhadap Nilai Kalor Briket dari Ranting Kayu dan Sekam Padi Effect of Adhesive Concentration Variation on Calorific Value of Wood Branch and Rice Husks Briquette," *Semin. Nas. Inov. dan Pengemb. Teknol. Terap. Cilacap*, pp. 71–78, 2022.

[31] R. W. A. Jaswella, S. Sudding, and R. Ramdani, "Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Kualitas Briket Arang Tempurung Kelapa," *Chem. J. Ilm. Kim. dan Pendidik. Kim.*, vol. 23, no. 1, p. 7, 2022, doi: 10.35580/chemica.v23i1.33903.