

ANALISIS KARAKTERISTIK BRIKET BERBAHAN CANGKANG KELAPA SAWIT DAN SEKAM PADI MENGGUNAKAN PEREKAT TAPIOKA

Antonius Paulus Tueng Ruing⁽¹⁾, Dady Sulaiman⁽¹⁾

Jurusan Fisika, Universitas Kaltara, Tanjung Selor
e-mail: dady@fmipa.unikaltar.ac.id

ABSTRACT

The energy source crisis can be overcome by replacing fossil energy sources with renewable energy sources such as briquettes. Briquette is one type of biomass that is easy to use and exploit. The briquettes in this research combine rice husk and palm oil shell waste where the utilization of this waste is still lacking. The purpose of this study was to determine the best composition for combining the two waste materials. This research begins with the manufacture of briquettes with 5 types of composition. The briquettes that have been molded and dried are then tested with several characteristics, namely heat test, combustion rate test, moisture content test and ash content test. The results showed that the C2 mixture had the highest calorific value of 169.78 with a burning rate of 1.97 gr/minute. The water content and ash content in this mixture are also the lowest among other mixtures with values of 10% and 19.11%.

Keywords: *Briquettes, Oil Palm Shells, Rice Husk*

ABSTRAK

Krisis sumber energi dapat diatasi dengan mengganti sumber energi fosil dengan sumber energi terbarukan seperti briket. Briket merupakan salah satu jenis biomassa yang mudah digunakan dan dimanfaatkan. Briket pada penelitian ini memadukan limbah sekam padi dan cangkang kelapa sawit dimana pemanfaatan dari limbah ini masih kurang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi yang terbaik dalam memadukan kedua bahan limbah. Penelitian ini dimulai dengan pembuatan briket dengan 5 jenis komposisi. Briket yang telah dicetak dan dikeringkan kemudian diuji dengan beberapa karakteristik yaitu uji kalor, uji laju pembakaran, uji kadar air dan uji kadar abu. Hasil penelitian menunjukkan campuran C2 memiliki nilai kalor tertinggi yaitu 169.78 dengan laju pembakaran 1.97 gr/menit. Kadar air dan kadar abu pada campuran ini juga terendah diantara campuran lainnya dengan nilai 10% dan 19.11%.

Kata Kunci: Briket, Cangkang Kelapa Sawit, Sekam Padi

1. Pendahuluan

Sumber energi yang tidak dapat diperbarui khususnya fosil (minyak dan gas) mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia sehari-hari yang menjadi komponen utama dalam mendukung seluruh kegiatan manusia. Seiring dengan bertumbuhnya perekonomian dan pertambahan penduduk di Indonesia, menyebabkan peningkatan pengguna konsumsi energi di setiap sektor kehidupan seperti transportasi, listrik, dan industri (Binar et al., 2021; Rahardja et al., 2021; Romadhoni et al., 2021; Sulaiman et al., 2020; Yanti et al., 2022). Ketergantungan yang besar pada sumber energi fosil (minyak bumi dan batu bara) telah menyebabkan

terjadinya eksploitasi besar-besaran pada kedua sumber energi tersebut, sehingga energi tersebut akan terus berkurang dan menipis (Binar et al., 2021; Sulaiman et al., 2021b). Hampir sebagian besar industri-industri yang ada di Indonesia masih menggunakan bahan bakar fosil sebagai bahan bakar utama, dimana bahan bakar fosil merupakan bahan bakar yang tidak terbarukan dan jumlahnya semakin lama semakin menipis menuju kepunahan.

Krisis sumber energi ini dapat diatasi dengan mengganti sumber energi fosil dengan sumber energi terbarukan. Energi terbarukan merupakan sumber energi yang ramah lingkungan dan dapat diperbaharui (Yanti et al., 2022). Sumber energi terbarukan ini dapat mengganti penggunaan energi fosil (Kale et al., 2019; Sulaiman et al., 2020). Ada banyak jenis dari sumber energi terbarukan seperti matahari (surya), angin, air (gelombang, pasang surut, air terjun), panas bumi biomassa dan lain - lain (Arifin et al., 2019; Romadhoni et al., 2021). Penggunaan energi terbarukan dapat mengurangi limbah dan sampah – sampah yang ada disuatu daerah ((Triasmoro et al., 2020))

Salah satu energi terbarukan yang mempunyai potensi besar di Indonesia adalah biomassa. Biomasa dapat menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (migas) karena sifat nya dapat diperbarui dan didaur ulang (*renewable resources*) dan tidak mengandung sulfur yang menyebabkan polusi udara dan dapat meningkatkan efisiensi sumber daya hutan dan pertanian yang ada (Kale et al., 2019; Rantawi et al., 2021; Sulaiman et al., 2021b; Sulistyaningarti & Utami, 2017). Biomassa dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif dengan berbagai macam proses seperti *anaerobic digestion*, gasifikasi, *pirolisa*, maupun dibakar secara langsung. Biomassa biasanya menggunakan limbah pertanian, kehutanan dan perkebunan (Rahardja et al., 2021; Yanti et al., 2022) menggunakan proses karbonisasi dan proses pirolisis (Sulaiman et al., 2021a; Triasmoro et al., 2020).

Briket merupakan salah satu jenis biomassa yang sering dimanfaatkan dan mudah digunakan. Briket merupakan bahan bakar pengganti batu bara, minyak, dan gas elpiji yang terbuat dari bahan organik (Rahardja et al., 2021; Triasmoro et al., 2020; Yanti et al., 2022). Kelebihan dari briket ini adalah tidak berbau menghasilkan panas yang lebih tinggi, serta tahan lama karena melalui proses pengeringan (Rantawi et al., 2021; Triasmoro et al., 2020). Briket ini juga dapat memiliki nilai ekonomis di pasar tradisional (Alawiyah et al., 2022; Rantawi et al., 2021). Ada banyak bahan yang dapat untuk membuat briket seperti sekam padi (Alawiyah et al., 2022; Rantawi et al., 2021; Zuhry et al., 2018) dan cangkang kelapa sawit (Rahardja et al., 2021; Zuhry et al., 2018).

Briket pada penelitian ini memadukan limbah sekam padi dan cangkang kelapa sawit. Beberapa daerah di indonesia masih kurang mengoptimalkan pemanfaatan sekam padi (Alawiyah et al., 2022; Betaubun et al., 2022; Sugiharto & Lestari, 2021; Sutisna et al., 2021). Kebanyakan limbah ini hanya digunakan sebagai pupuk atau dibakar. Sekam padi meningkat seiring dengan peningkatan jumlah produksi padi (Sugiharto & Firdaus, 2021). Sekam padi memiliki potensi untuk dibuat sumber energi briket (Sugiharto & Lestari, 2021). Selain sekam padi, cangkang kelapa sawit juga dapat dijadikan sebagai briket (Wicaksono & Nurhatika, 2019). Pengolahan kelapa sawit menjadi minyak sawit menghasilkan 60% limbah cangkang kelapa sawit (Rantawi et al., 2021). Sementara indonesia merupakan perkebunan sawit terbesar di dunia (Yanti et al., 2022). Oleh karena itu untuk mengatasi melimpahnya limbah sekam padi dan cangkang kelapa sawit penelitian ini memberikan referensi agar dapat memanfaatkan limbah – limbah ini dengan maksimal.

2. Metode

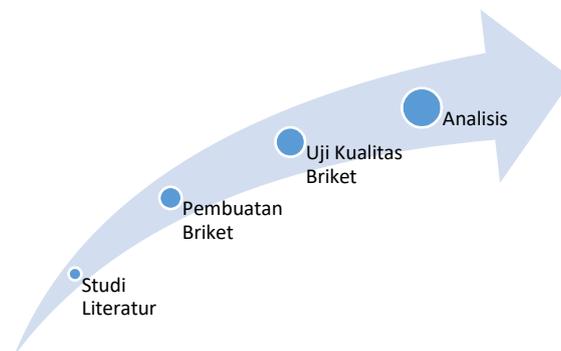
Penelitian ini dilakukan di Lab FMIPA Unikaltar. Metode yang digunakan adalah eksperimental dimana briket yang terbuat dari limbah sekam padi dan cangkang kelapa sawit

akan diuji kualitasnya. Arang dari cangkang sawit dan sekam padi akan dicampur dengan beberapa komposisi pada Tabel 1 yang kemudian akan ditambah dengan perekat dari 80 gr tepung tapioka dan 400 mL air.

Tabel 1. Komposisi Campuran Arang

Campuran	Arang Sekam Padi	Arang Cangkang Kelapa Sawit
C1	50	50
C2	60	40
C3	70	30
C4	30	70
C5	80	20

Tahapan pada penelitian ini dapat dilihat di Gambar 1. Penelitian diawali dengan survey dan studi awal. Selanjutnya pembuatan briket yang dimulai dari pembuatan arang, pencampuran arang dengan perekat hingga jadi briket. briket yang telah dicetak dan dikeringkan kemudian akan diuji kualitasnya. Tahapan terakhir adalah analisis data yang diperoleh dari hasil uji kualitas.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

A. Uji Kualitas Briket

Kualitas dari suatu briket dapat diketahui melalui beberapa pengujian yaitu Uji Nilai Kalor, Uji Lama Penyalaan, Uji Kadar Air dan Kadar Abu .

1. Uji Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor dengan alat bantu termometer yang tujuan untuk mengetahui besar energi kalor yang dihasilkan pada setiap komposisi briket yang akan diuji. Briket kemudian dibakar di tungku yang diatas 100 ml air dalam wadah panci dan alat ukur termometer yang diletakan di dalam tungku (digantung dengan cara di ikat dengan tali) dan dihitung setelah keadaan suhu 1 menit (60 detik) sesudah api dinyalakan untuk mengetahui perubahan suhu yang terjadi. Data yang diperoleh yaitu selisih antara massa air sebelum dan sesudah dipanaskan yang kemudian dihitung menggunakan persamaan 1.

2. Uji Lama Penyalaan

Pengujian lama pembakaran dilakukan untuk mengetahui efektifitas dari suatu bahan bakar. Hal in untuk mengetahui sejumlah mana kelayakan dari bahan bakar yang diuji sehingga dalam aplikasinya nanti bisa digunakan.

3. Uji kadar Air

Tujuan dilakukan uji kadar air adalah untuk mengetahui persentase kadar air yang terkandung dalam setiap briket. Setelah dicetak briket kemudian ditimbang dengan timbangan digital untuk mengetahui massa awal briket. Kemudian briket dijemur dengan bantuan sinar matahari hingga kering (7 hari). Kemudian briket yang sudah kering ditimbang kembali untuk mengetahui massa setelah dijemur. Selisi massa briket sebelum dan sesudah dikeringkan merupakan kandungan air yang terkandung dalam briket.

4. Uji Kadar Abu

Uji kadar debu bertujuan untuk mengetahui limbah yang dihasilkan setelah briket mengalami proses pembakaran. Setelah proses uji lama penyalaan selesai, limbah abu yang dihasilkan kemudian ditimbang untuk mengetahui kadar abu yang dihasilkan sebagai limbah briket.

B. Analisis Data

Tahapan ini bertujuan menganalisa data hasil pengujian sebelumnya. Data yang diperoleh dari hasil uji kalor, lama penyalaan, kadar abu dan kadar air akan diolah menggunakan Microsoft Office Excel menggunakan rumus – rumus berikut.

1. Nilai Kalor

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \dots \dots \dots \text{Persamaan 1}$$

Keterangan

Q = Nilai Kalor Air (kal)

m = massa air (g)

c = panas spesifikasi air (kal/g°C)

$c = 1 \text{ k /g } ^\circ\text{C} = 1 \text{ B /li } ^\circ\text{F} = 4190 \text{ J/k K}$

ΔT = perubahan suhu (°C)

(Wicaksono & Nurhatika, 2019)

Nilai kalor yang diterima air selama proses pembakaran dimasukkan ke dalam persamaan 2 berikut untuk mengetahui kalor bahan biomassa

$$k = \frac{Q_a}{m_b} \dots \dots \dots \text{Persamaan 2}$$

Keterangan

k = Nilai kalor bahan biomassa (kal/ gr)

Q_a = Kalor yang diterima air (kal)

m_b = massa briket (gr)

2. Lama Penyalaan

$$l_c \quad p_t = \frac{m \quad b \quad y \quad a \quad (g)}{w \quad p_t \quad (m)}$$

.....Persamaan 3

(Rantawi et al., 2021)

3. Kadar Air

$$k \quad a \quad (\%) = \frac{A-B}{A} \times 100\% \dots \dots \dots \text{Persamaan 4}$$

Keterangan:

A = massa sampel mula - mula

B = massa sampel setelah dikeringkan

(Rantawi et al., 2021)

4. Kadar Abu

$$K \quad \bar{a} \quad (\%) = \frac{D}{C} \times 100\%$$

.....Persamaan 5

Keterangan

C = massa sampel sebelum pengabuan

D = massa residu

(Rantawi et al., 2021)

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian kualitas briket ini mencakup nilai kalor briket, penyalaan, kadar air dan kadar abu. Setiap karakteristik briket saling mempengaruhi satu sama dengan yang lainnya. Berikut ini merupakan hasil pengukuran karakteristik briket.

Hasil

Hasil pengujian kualitas masing – masing komposisi briket pada penelitian ini ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kualitas Briket

Campuran	Komposisi	k (kal)	laju pembakaran (gr/menit)	kadar air (%)	kadar abu (%)
C1	50:50	139.89	1.87	24.80	34.57
C2	60:40	169.78	1.97	10.00	19.11
C3	70:30	153.66	1.70	33.88	38.11
C4	30:70	134.95	1.78	25.60	36.02
C5	80:20	132.46	1.96	23.60	37.43

A. Uji Nilai Kalor Briket

Hasil pengukuran uji nilai kalor briket dengan 5 kali pengulangan untuk setiap perlakuan. Nilai kalor merupakan satuan sifat bahan bakar yang menyatakan kandungan energi pada bahan bakar tersebut. Dimana pengukuran dilakukan pada selang waktu 60 sekon dan dengan menggunakan air sebanyak 1000 ml.

Pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan besar nilai kalor pada setiap perlakuan komposisi briket. (sekam padi : cangkang kelapa sawit) pada komposisi bahan (50 : 50, 60:40, 70:30, 30:70, 80:20)%

Adapun grafik uji nilai kalor yang dihasilkan briket terhadap masing-masing perlakuan komposisi briket ditunjukkan pada Gambar 2.



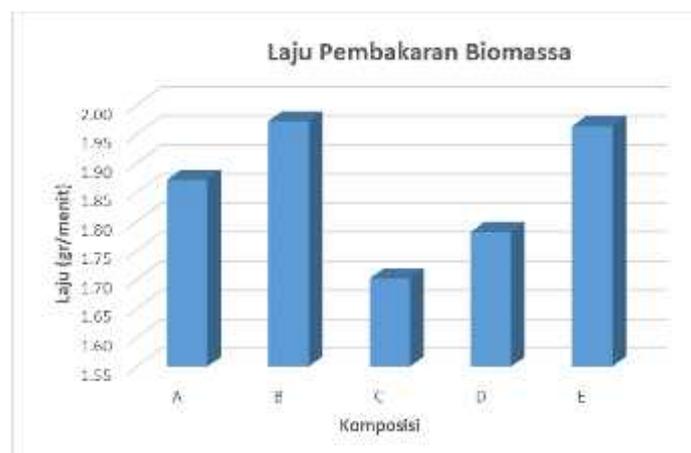
Gambar 2. Nilai Kalor Biomassa

Berdasarkan Gambar 2, dapat disimpulkan bahwa komposisi bahan pembuat briket berpengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan oleh masing-masing briket, dimana briket yang memiliki nilai kalor tinggi adalah pada komposisi bahan 60:40 yaitu 169.77 sedangkan briket yang memiliki nilai kalor terendah yaitu pada komposisi 80:20 yaitu 132.46 kal/gram.

B. Uji Lama Penyalaan Briket

Pengukuran uji lama penyalaan briket dimulai dari awal pembakaran hingga menjadi abu dengan lima kali pengulangan untuk setiap perlakuan ditampilkan pada Tabel 1. Tabel tersebut menunjukkan perlakuan komposisi briket memiliki lama waktu penyalaan yang berbeda-beda untuk setiap perlakuan komposisi briket dimana pada komposisi bahan 60:40 merupakan waktu terlama dalam hal penyalaan briket hingga menjadi abu.

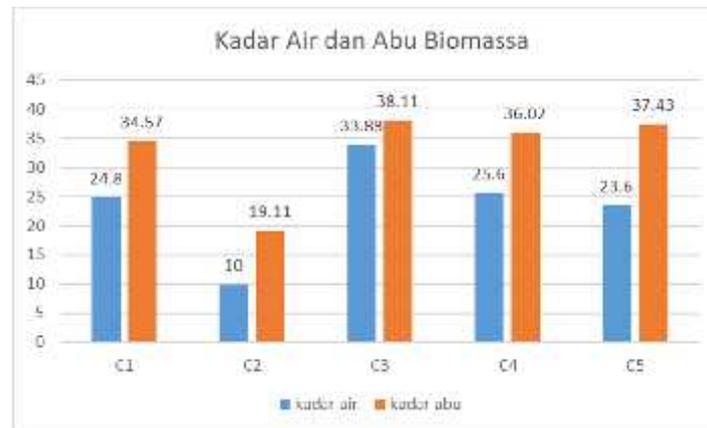
Adapun grafik uji lama penyalaan briket terhadap masing-masing perlakuan komposisi briket baku Arang sekam padi : Cangkang Kelapa Sawit (50 : 50,60 : 30,70 : 30,30 : 70,80 : 40), ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Laju Pembakaran Biomassa

C. Uji Kadar Air dan Kadar Abu

Hasil pengukuran kadar air dan kadar abu pada setiap komposisi dapat dilihat pada Tabel 1. Kadar air diperoleh dengan menggunakan massa awal dan massa akhir biomassa setelah dipress. Sementara kadar abu diukur dengan membandingkan massa akhir dari biomassa dan massa abu dari hasil pembakaran biomassa tersebut. Grafik perbandingan kadar air dan kadar abu dari masing – masing komposisi biomassa dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kadar Air dan Abu Biomassa

Berdasarkan Gambar 4, biomassa dengan kadar air terendah pada komposisi C2 (60:40) dengan nilai 10 % dan Kadar abu pada campuran ini adalah 19.11. Sementara untuk biomassa dengan kadar air tertinggi terdapat pada campuran C3 (70:30) dengan nilai 33.88% dan kadar abu 38.11%.

Pembahasan

Prosedur penelitian dilakukan Tahapan pertama perlu dilakukan observasi alat dan bahan yang akan digunakan untuk penelitian. Kemudian arang sekam padi dibuat melalui proses sangrai, dimana proses pengorengan menggunakan wajan di atas kompor dengan kapasitas 1 kg selama 30 menit. Proses pengorengan menggunakan api sedang agar arang yang dihasilkan tidak gosong dan merata. Setelah proses pengarangan arang cangkang kelapa sawit dan sekam padi ditumbuk menggunakan lesung (alu dan lumpang) dan disaring ayakan 80 mesh. Sebelum melakukan pencampuran perekat arang sekam padi dan cangkang kelapa sawit arang yang suda dihaluskan kemudian dibagi menjadi lima komposisi untuk setiap perlakuan komposisi. Perekat yang digunakan dalam briket adalah tepung tapioca dengan perbandingan perlakuan komposisi 400 ml air : gram perekat, sebelum proses pencampuran perekat , terlebih dahulu dimasak dengan komposisi bahan yang ditentukan hingga perekat betul-betul sempurna kemudian perekat yang suda sempurna langsung dicampur dengan bahan utama.

Kemudian masing – masing komposisi yang suda dibuat kemudian di cetak dengan menggunakan alat yang telah di buat dari pipa paralon dengan diameter 50 ml dan tinggi 15 cm dan dengan tekanan 2,5 Mpa. Hasil cetakan didapatkan briket dengan diameter 6 cm untuk semua komposisi dan tinggi 5 cm untuk perlakuan komposisi sekam padi : Cangkang Kelapa Sawit (50 : 50,60 : 30,70 : 30,30 : 70,80 : 40)% dengan kerapatan berbeda-beda karena komposisi bahan briket berbeda-beda. Tahap selanjutnya briket yang suda dicetak kemudian dikeringkan dengan bantuan sinar matahari antara pukul 08.00 pagi – 17.00 sore selama 7 hari secara berturut turut hingga kering dengan sempurna.

Hasil analisa data didapatkan dari tahap pengujian dimana perlakuan komposisi pada setiap briket memberikan hasil pengukuran uji nilai kalor, lama penyalaan, kadar air dan kadar abu yang berbeda-beda pada setiap uji karakteristik briket. Dari uji hasil didapatkan nilai kalor tertinggi pada komposisi (60:40) dengan besar kalor 167.77 kal/gr, laju pembakaran 1.97 gr/menit, dengan kadar air dan kadar abu terendah. Kadar air 10% dan kadar abu yaitu 19,1%. Pada campuran C2 ini, biomassa menggunakan campuran cangkang kelapa sawit 40% sementara sekam padi 60%. Komposisi ini sesuai dengan hasil penelitian (Wicaksono & Nurhatika, 2019) yang menjelaskan bahwa komposisi cangkang kelapa sawit yang sedikit akan mengurangi kadar air dari biomassa tersebut. Semakin rendah kadar air briket, semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan (Rantawi et al., 2021).

Faktor lain yang dapat mempengaruhi nilai kalor adalah jenis perekat dan metode yang digunakan. Jenis perekat yang digunakan pada penelitian ini adalah tepung tapioka dengan takaran 80 gr sesuai dengan hasil penelitian (Zuhry et al., 2018) yang menyatakan persentase perekat terbaik yang digunakan untuk menghasilkan briket yang baik. Selain itu metode yang digunakan adalah metode *pirolisis* atau proses karbonisasi yang nantinya akan dapat mengurangi kadar air dari limbah sekam padi dan cangkang sawit (Wicaksono & Nurhatika, 2019).

4. Simpulan dan Saran

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ternyata Limbah sekam padi dan cangkang kelapa sawit dapat dijadikan sebagai bahan alternatif dalam pembuatan briket. Perbedaan komposisi dan jenis bahan pembuatan briket member pengaruh yang berbeda terhadap karakteristik briket. Variasi campuran yang memberikan hasil terbaik pada pembuatan briket dari sekam padi dan cangkang kelapa sawit yaitu pada campuran komposisi bahan arang sekam padi : arang cangkang kelapa sawit (60:40). Briket dengan komposisi 60:40 ini memiliki karakteristik nilai kalor yang dihasilkan mencapai 7.64 kkal, kalor biomassa 169.78 kal/gr, laju pembakaran 1.97 gr/menit, Kadar air 10% dan kadar abu 19,1%.

B. Saran

Sebaiknya pada penelitian selanjutnya menggunakan mesin pembuatan briket yang inovatif dan mudah digunakan untuk menghasilkan briket dengan kadar air yang rendah. Penelitian selanjutnya juga dapat menggunakan campuran bahan – bahan lainnya agar memperkaya referensi bahan pembuatan briket

Daftar Pustaka

- Alawiyah, S., Ulva, S. M., Christyanti, R. D., & Sulaiman, D. (2022). Pemanfaatan Limbah Produksi Kayu dan Pertanian Sebagai Sumber Energi Alternatif Desa Salimbatu. *Jurnal Aplikasi Dan Inovasi Ipteks SOLIDITAS*, 5(1), 58–67.
- Arifin, A., Thamrin, I., Mohruni, A. S., D.N, J., & Yunus, M. (2019). Pemanfaatan Briket Berbahan Campuran Daun Kering dan Sabut Kelapa sebagai Sumber Pemanas Alat Pengering Ikan kepada Masyarakat sekitar Kampus Universitas Sriwijaya Di Kelurahan Timbangan Kec. Inderalaya, Kabupaten Ogan Ilir. *Seminar Nasional AVoER*, 23–24.
- Betaubun, M., Poerwandar, A., & Tjilen, A. P. (2022). Pelatihan Pemanfaatan Limbah Sekam Padi pada Siswa SMA Eunterpreneurship Chevalier Anasai Merauke. *ADMA: Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 2(2), 255–264.

<https://doi.org/10.30812/adma.v2i2.1523>

- Binar, M., Muanah, & Muliatiningsih. (2021). Pengaruh Variasi Bahan Baku Terhadap Kualitas Briket. *Protech Biosystems Journal*, 1(2), 42–50.
- Kale, J., Mula, Y. R., Iskandar, T., & Abrina, S. P. (2019). Optimalisasi Proses Pembuatan Briket Arang Bambu Dengan Menggunakan Perekat Organik. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan Dan Infrastruktur (SENTIKUIN)*, 2, 1–7.
- Rahardja, I. B., Hasibuan, C. E., Dermawan, Y., & Kristono, S. N. (2021). Pembuatan Briket dari Fiber Kelapa Sawit Berperekat Tepung Tapioka dengan Metode Pembakaran Biasa (Karbonisasi). *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 13(1), 45–52.
- Rantawi, A. B., Siregar, A. L., & Rizkullah, A. (2021). Perbandingan Persentase Perekat Arpus 17,5% dan 20% terhadap Kualitas Briket Cangkang Kelapa Sawit. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 13(3), 223–230.
- Romadhoni, W., Sulaiman, D., & Purnama, P. (2021). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro Pada Anak Sungai di Bulungan. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(1), 61–66. <https://doi.org/10.33369/jkf.4.1.61-66>
- Sugiharto, A., & Firdaus, Z. I. (2021). Pembuatan Briket Ampas Tebu Dan Sekam Padi Menggunakan Metode Pirolisis Sebagai Energi Alternatif. *Inovasi Teknik Kimia*, 6(1), 17–22.
- Sugiharto, A., & Lestari, I. D. (2021). Briket Campuran Ampas Tebu dan Sekam Padi Menggunakan Karbonisasi Secara Konvensional Sebagai Energi Alternatif. *Inovasi Teknik Kimia*, 6(1), 1–6.
- Sulaiman, D., Romadhoni, W., & Arlina. (2020). Analisis Karakteristik Kelistrikan Campuran Belimbing Wuluh dan Jeruk Lemon Sebagai Sumber Listrik. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 8(2), 63–68.
- Sulaiman, D., Syahdan, S., & Ulva, S. M. (2021a). Analisis uji karakteristik bioetanol dari pisang hutan terhadap variasi massa ragi. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(3), 169–176.
- Sulaiman, D., Syahdan, S., & Ulva, S. M. (2021b). Characteristics of Bioethanol from Musa Salaccensis ZOLL. *International Journal of Science and Society*, 3(4), 16–23.
- Sulistyaningkartti, L., & Utami, B. (2017). Pembuatan Briket Arang dari Limbah Organik Tongkol Jagung dengan Menggunakan Variasi Jenis dan Persentase Perekat. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 2(1), 43–53.
- Sutisna, N. A., Rahmiati, F., & Amin, G. (2021). Optimalisasi Pemanfaatan Sekam Padi Menjadi Briket Arang Sekam untuk Menambah Pendapatan Petani di Desa Sukamaju , Jawa Barat. *Agro Bali : Agricultural Journal*, 4(1), 116–126. <https://doi.org/10.37637/ab.v4i1.691>
- Triasmoro, R. C., Anggraeni, V., & Sugiharto, A. (2020). Pembuatan Briket Dari Campuran Sampah Organik dan Blotong Dengan Perekat Tepung Tapioka dan Tepung Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *The 11th University Research Colloquium 2020 Universitas Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*, 152–157.
- Wicaksono, W. R., & Nurhatika, S. (2019). Variasi Komposisi Bahan pada Pembuatan Briket Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dan Limbah Biji Kelor (*Moringa oleifera*).

Jurnal Sains Dan Seni ITS, 7(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.37231>

Yanti, R. N., Ratnaningsih, A. T., & Ikhsani, H. (2022). Pembuatan bio-briket dari Produk pirolisis biochar cangkang kelapa sawit sebagai sumber energi alternatif. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 19(1), 11–18.

Zuhry, H., Wahyudi, M. I., & Gani, A. (2018). Pemanfaatan Maltodextrin sebagai Perekat untuk Meningkatkan Kualitas Briket Dari Sampah Daun Kering. *Inovasi Ramah Lingkungan*, 1(2), 5–10.