

Kualitas Briket dari Kombinasi Sawi Hijau Pakcoy (*Brassica Juncea L*) dan Ampas Tebu sebagai Sumber Energi Terbarukan

Rini Kartika Dewi^{1,2} Adam Kelwin² Nanda Wisnu² Iryanti Fatyasari Nata³

¹ Program Studi Program Profesi Insinyur, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru

² Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Nasional Malang

³ Program Studi Teknik Kimia, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru

✉ rini_kartika_dewi@lecturer.itn.ac.id

Briket biomassa merupakan salah satu bahan bakar alternatif dari bahan baku organik, yang sangat berpotensi sebagai pengganti dari batu bara. Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah ampas tebu dan sawi pakcoy (*Brassica juncea L*). Ampas tebu adalah limbah dari industri gula yang belum dimanfaatkan secara optimal sedangkan sawi pakcoy yang tidak terpakai dimana hasil pasca panen melimpah sehingga dibiarkan begitu saja. Bahan baku dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar dengan mengkombinasi dengan ampas tebu. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kualitas briket dari kombinasi limbah sawi hijau dan ampas tebu. Briket dibuat melalui proses karbonisasi, untuk ampas tebu (S) dan limbah sayuran (T) dengan variasi pembakaran selama 10, 20, 30, dan 45 menit pada suhu 400 C. Arang ampas tebu dan limbah sayuran dicampur dengan perbandingan 1:0, 1:1, 1:2, 2:1, 3:1, selanjutnya menambahkan bahan perekat tepung tapioka 20% dari berat briket. Kemudian dicetak pada sebuah pipa berukuran 3 cm dengan diameter antara 2,5 cm dan di keringkan dengan microwave suhu 105°C selama 4 jam. Hasil optimal yang diperoleh pada perbandingan S:T adalah 1:2 b/b dengan waktu karbonisasi selama 45 menit dengan hasil kadar air 1.783%, laju pembakaran briket yang 0,1097 g/menit dengan nilai kalor 9686,224 kal/g. Briket dari perpaduan limbah sawi hijau dan ampas tebu dapat digunakan sebagai salah satu energi alternatif.

Kata kunci: ampas tebu, briket, energi, sawi pakcoy

Diajukan: 22 Mei 2024

Direvisi: 7 Juni 2024

Diterima: 20 Oktober 2024

Dipublikasikan online: 28 Oktober 2024

Pendahuluan

Energi biomassa merupakan salah satu sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) yang dapat dikembangkan dikarenakan bersifat dapat diperbaharui (*renewable resources*), ramah terhadap lingkungan dan tidak mengandung unsur yang berbahaya (Maulidya et al., 2019; Sugiharto & Firdaus, 2021).

Biomassa di Indonesia sangatlah beraneka ragam dan banyak jumlahnya, mengingat Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alamnya. Biomassa merupakan material organik yang dihasilkan dari limbah pertanian, limbah perternakan atau didapatkan dari limbah rumah tangga yang bersifat dapat diperbaharui. Bahan baku ini, dapat diproses menjadi briket yang mempunyai sifat tidak berasap dan mempunyai nilai kalor yang relatif tinggi (Andriyono & Tjahjanti, 2016).

Briket merupakan proses pengarangan biomassa yang ditambahkan dengan bahan perekat dan mengalami proses pemampatan atau pengepresan serta pencetakan untuk menjadi bahan bakar padat yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti minyak tanah. Manfaat briket selain sebagai bahan bakar padat, adalah dapat mengurangi polusi asap apabila biomassa hanya dibakar begitu saja serta dapat

meningkatkan nilai kalor yang ada didalamnya. Biomassa yang relative jumlahnya besar adalah ampas tebu.

Ampas tebu merupakan hasil limbah dari industri gula atau pembuatan minuman dari air tebu yang belum dimanfaatkan secara optimal sehingga mambawa masalah tersendiri bagi industri gula maupun lingkungan karena dianggap sebagai limbah dan hanya dibiarkan begitu saja. Ampas tebu adalah hasil limbah dari industri gula atau pembuatan minuman dari air tebu yang belum dimanfaatkan secara optimal sehingga mambawa masalah tersendiri bagi industri gula maupun lingkungan karena dianggap sebagai limbah. Biasanya sari tebu sebagai produk utama dalam pembuatan gula putih maupun gula merah walaupun biasanya dalam skala kecil. Dalam proses produksinya, tebu menghasilkan 90% ampas tebu, 5% molase dan 5% air.

Secara umum limbah ampas tebu hanya ditumpuk begitu saja, sehingga menjadikan permasalahan bagi pabrik tersebut karena proses pengolahan limbahnya yang buruk. *Baggase* atau ampas tebu ini biasa digunakan dalam bahan bakar boiler, namun selalu ada sisa *baggage* yang tidak dimanfaatkan karena stock yang melebihi kebutuhan pembakaran boiler. Sekitar 50% *baggage* ditimbun sebagai buangan yang memiliki ekonomi rendah. Penimbunan ini menyebabkan permasalahan lain seperti menyita lahan,

Cara mensitasi artikel ini:

Dewi, R.K., Kelwin, A., Wisnu, N., Nata, I.F. (2024) Kualitas Briket dari Kombinasi Sawi Hijau Pakcoy (*Brassica Juncea L*) dan Ampas Tebu sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Buletin Profesi Insinyur* 7(2) 089-093



This is an open access article under the CC BY-NC-SA license

pencemaran lingkungan sehingga perlu adanya pengolahan kembali (Anisya et al., 2020).

Ditinjau dari sifat kimiawi, komponen utama penyusun ampas tebu adalah serat yang mana terdiri dari gugus selulosa, poliosa, hemiselulosa, lignoselulosa dan lignin. Dengan komposisi yang ada limbah ampas tebu dapat dimanfaatkan kembali, salah satunya adalah sebagai campuran pada daur ulang kertas (Sundari et al., 2020) sebagai bahan dasar untuk pembuat tas (Anisya et al., 2020), sebagai pupuk organik (Fangohoy & Wandansari, 2017; Yuliani & Nugraheni, 2017), dan sebagai bahan bakar briket dengan hasil nilai kalor sebesar 3,944 j/g dengan proses karbonisasi pada kondisi operasi 314,64 °C (Maulinda & Mardinata, 2019) dan selain itu dengan bahan dari ampas tebu dapat juga menghasilkan briket dengan nilai kalor.

Untuk meningkatkan nilai kalor pada briket umumnya ampas tebu digabungkan dengan bahan lain seperti kombinasi antara ampas tebu dengan biji buah kepuh akan dihasilkan briket dengan nilai kalor sebesar 5.528 kal/g pada perbandingan 100:50 (Andriyono & Tjahjanti, 2016), penelitian ampas tebu dengan serbuk gergaji didapatkan nilai kalor tertinggi sebesar 4.117 kal/g dengan memiliki kecepatan pembakaran sebesar 0,155 g/menit untuk ampas tebu 100% sedangkan untuk serbuk gergaji 100 % didapatkan nilai kalor sebesar 3657 kal/g dengan kec. pembakaran sebesar 0.268 g/menit (Rianto, 2019). Selain itu pencampuran antar ampas tebu dan tempurung kelapa dengan bahan perekat tepung sagu akan menghasilkan yang terbaik pada perbandingan arang ampas tebu dan arang tempurung kelapa 1: 1 dengan perekat 10 % nilai kalor yang dihasilkan adalah 5.687,45 kal/g (Deglas & Fransiska, 2020). Untuk briket dengan mengkombinasi ampas tebu dan dan tempurung kelapa dengan komposisi tertentu akan mendapatkan kualitas briket dengan nilai kalor 5995 kal/gram (Mustain et al., 2021) sedangkan dari peneliti lain dengan kombinasi ampas tebu:tempurung kelapa (10%:90%) didapatkan nilai kalor sebesar 8530,36 kal/g, dengan perbandingan (20%:80%) didapatkan nilai kalor sebesar 8.134,81 kal/g dan dengan perbandingan (30%:70%) didapatkan nilai kalornya 5.959,82 kal/g (Maulidya et al., 2019). Untuk briket dari ampas tebu, Jerami dan batu bara dihasilkan nilai kalor sebesar 5.655 kal/g (Fariadhie, 2009). Pembuatan briket dapat juga dihasilkan dari rerumputan yang ada di sekitar, dimana dengan mencampurkan bubuk arang dan bahan perekat dari larutan kanji (tepung terigu atau tepung beras) didapatkan briket yang mempunyai dimensi diameter 8,6 cm dan tebal 2,5 cm ternyata dapat diaplikasikan dengan menguji coba untuk mendidihkan air yang hanya membutuhkan waktu selama 10 menit (fathaddin M.T., 2021). Briket yang dihasilkan dari pencampuran antara ampas tebu dan tongkol jagung juga akan menghasilkan briket dengan bahan perekat dari tepung sagu, menghasilkan kualitas briket dengan karakteristik kadar karbon terikat 73.5828 %, kadar air sebesar 6.8979 %, kadar abu 5.3043 % dan nilai kalor sebesar 5177 kal/g (Afandi et al., 2018)

Pada penelitian ini mengkombinasikan ampas tebu dan sawi hijau pakcoy (*Brassica juncea* L.). Sawi hijau merupakan salah satu jenis tanaman yang mudah dibudidayakan dan sayuran ini sangat tahan terhadap hujan dan dapat dipanen sepanjang tahun. Saat pasca panen, jumlahnya sangat melimpah sehingga oleh petani dibiarkan begitu saja dan yang lebih memprihatinkan dibuang begitu saja ke sungai.

Padahal kita ketahui sayuran ini sangat diminati masyarakat karena memiliki rasa yang enak, selain itu dalam sawi pakcoy memiliki kandungan dalam 100 g yaitu energi 15 kal, protein 1,8 g, lemak 0,2 g, karbohidrat 2,5 g, serat 0,6 g, fosfor 31 mg, kalium 225 mg, air 92,4 g (Purba, 2017).

Lingkungan daerah Sumberejo masuk dalam wilayah kota Batu, dimana merupakan daerah pertanian serta pariwisata. Jumlah hotel, resto serta wahana-wahana permainan sangat banyak sekali. Hasil produksi sayuran pakcoy sangatlah melimpah selain untuk konsumsi, peneliti memberikan alternatif pengolahan sayuran pakcoy yang sangat melimpah menjadi bahan bakar padat (briket) untuk mensuplai kebutuhan resto, hotel maupun usaha kuliner lainnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan limbah ampas tebu dan limbah sayuran sawi hijau pakcoy menjadi briket, mengetahui pengaruh perbandingan massa ampas tebu dan limbah sayuran sawi dan lama waktu pembakaran terhadap kualitas briket yang dihasilkan. Bahan perekat yang digunakan adalah tepung tapioka sebesar 20% dari berat arang. Untuk mengetahui kualitas briket yang dihasilkan dilihat dari beberapa uji atau parameter. Analisis yang dilakukan adalah analisa kadar air, nilai kalor, dan laju pembakaran.

Metode

Peralatan dan bahan yang dipergunakan pada penelitian ini adalah timbangan digital, *microwave*, beaker glass, alat pengaduk, alat pencetak, alat pirolisis. Sedangkan bahan yang digunakan adalah limbah ampas tebu, yang didapatkan dari Pabrik Gula Kebon Agung dengan limbah sayuran sawi hijau dari petani di Kota Batu, aquadest, dan tepung tapioka.

Proses Pendahuluan

Ampas tebu dibersihkan, kemudian dipotong sebesar 3-5 cm, begitu juga untuk untuk limbah sawi hijau pakcoy dibersihkan dan dipotong sebesar 3-5 cm kemudian dikeringkan kedalam *microwave* pada suhu 120 °C.

Proses Karbonisasi

Menimbang ampas tebu sebanyak 650 g kemudian dilanjutkan proses karbonisasi secara pirolisis dengan rentang suhu antara 200–300 °C, dengan lama waktu sesuai variabel (10, 20, 30, dan 45 menit). Hal ini dilakukan juga pada limbah sawi hijau pakcoy. Setelah proses karbonisasi, kemudian dibiarkan sampai dingin. Setelah dingin, dihancurkan dengan menggunakan peralatan *disk mill* sampai dihasilkan dalam bentuk serbuk dengan ukuran 100 mesh.

Pembuatan Perekat

Menimbang 150 mL air dalam gelas beaker, kemudian dipanaskan hingga panas atau mendidih. Memasukkan tepung tapioka dengan berat 20% dari berat briket kedalam air yang sudah dipanaskan. Kemudian diaduk hingga merata.

Proses Pencampuran Arang dan Perekat

Mencampurkan kedua bahan (arang ampas tebu dan arang limbah sayuran sawi hijau) dengan perbandingan sesuai dengan yang divariasikan yaitu 1:0, 1:1, 1:2, 2:1, 3:1 b/b. Kemudian menambahkan bahan perekat yang sudah dilarutkan dengan air panas, diaduk sampai merata. Produk

briket yang dihasilkan setelah itu siap untuk dilakukan pencetakan.

Proses Pencetakan

Briket dari campuran arang ampas tebu dan arang limbah sayuran hijau pakcoy yang dihasilkan, dimasukkan ke dalam cetakan yang berbentuk silinder dengan panjang sekitar 3 cm dan diameter 2,5 cm.

Proses Pengeringan

Briket yang sudah dihasilkan kemudian di keringkan dengan microwave dengan suhu 105°C sekitar 4 jam.

Pengujian Briket

Produk briket ini kemudian dilakukan Analisa kadar air, laju pembakaran dan nilai kalor, untuk menentukan kualitas dari briket.

Hasil Kerja

Limbah ampas tebu dan limbah sayuran sawi hijau pakcoy merupakan salah satu bahan baku yang sangat berpotensi untuk digunakan sebagai salah satu sumber energi alternatif, mengingat jumlahnya yang sangat melimpah dan perlu diketahui apabila biomassa digunakan secara langsung sebagai bahan bakar kurang efektif, maka perlu diproses menjadi briket yang mempunyai kelebihan nilai kalornya relative lebih tinggi dan yang terpenting tidak menghasilkan polusi udara (Ramadhan et al., 2020).

Adapun tahapan proses pembuatan briket pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap kualitas briket yang dihasilkan. Semakin sedikit kadar air yang terkandung di dalam briket menjadikan kualitas briket semakin bagus atau dengan kata lain memiliki nilai kalor yang tinggi. Begitu juga sebaliknya, jika kandungan air semakin banyak maka briket semakin susah untuk proses pembakaran atau penyalaan atau dibutuhkan energi yang besar untuk menguapkan air yang terdapat di dalam arang terlebih dahulu sehingga energi yang di dalam arang kecil.

Dari hasil penelitian kadar air yang dihasilkan dari berbagai variasi berkisar dari 1,78 – 11,37 %. Untuk kadar air paling rendah adalah 1,78%, yang didapatkan pada perbandingan antara arang sayur sawi hijau dan ampas tebu (1:2) selama waktu karbonisasi 45 menit. Hal ini dikarenakan dengan komposisi sayur lebih sedikit dibandingkan dengan ampas tebu, maka jumlah air yang terkandung juga semakin rendah. Hal ini dikarenakan kandungan air yang ada di dalam sayuran lebih banyak dibandingkan dalam ampas tebu.

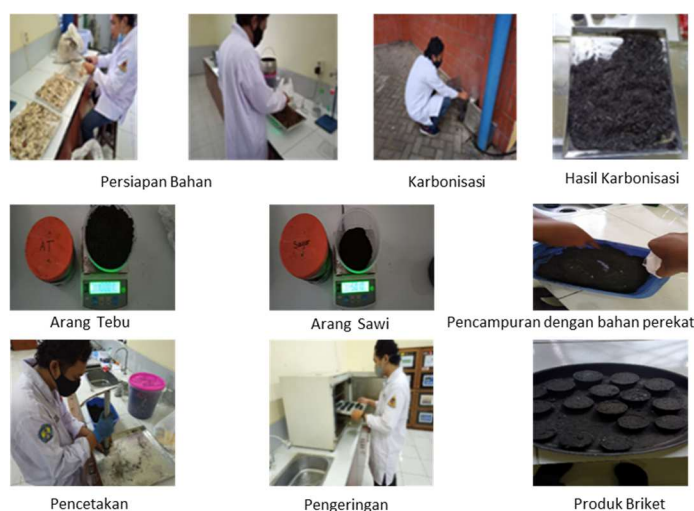
Berdasarkan penelitian (Sugiharto & Firdaus, 2021) dengan menggunakan bahan baku ampas tebu dan sekam padi didapatkan kadar air yang dihasilkan terbaik adalah 8,17%.

Dengan kadar ini briket masih dapat memenuhi persyaratan pembuatan briket menurut SNI 06-3730-1995 yaitu dengan kadar air kurang dari 15%. Lamanya proses karbonasi dan variable komposisi briket cukup memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar air yang diserap oleh briket. Dari hasil sampel briket sebagian telah sesuai standar mutu kadar air maksimal untuk Jepang sebanyak 6-8%, Inggris sebanyak 3-4%, dan Amerika sebanyak 6%. Kadar tepung tapioka yang digunakan sebagai perekat juga akan mempengaruhi kadar air pada briket karena air akan terikat pada pori-pori arang sehingga briket akan mudah ditumbuhi dengan jamur dan akan sulit untuk dinyalakan

Laju Pembakaran

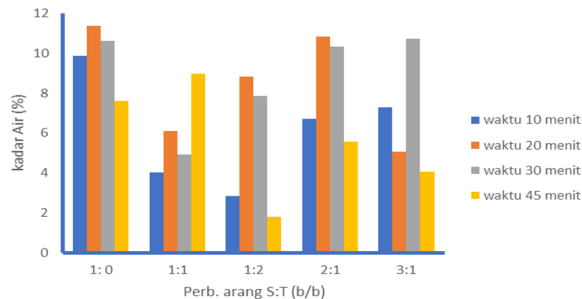
Laju pembakaran merupakan pengujian yang digunakan untuk mengetahui efektifitas dari suatu bahan bakar. Pengujian laju pembakaran dilakukan dengan proses pembakaran briket hingga habis atau menjadi abu.

Dari Gambar 3 didapatkan untuk laju pembakaran tercepat adalah 0,1097 gram/menit pada waktu pembakaran 45 menit dengan rasio perbandingan ampas sayuran dan ampas tebu yaitu 1:2 sedangkan untuk laju pembakaran yang terlambat adalah 0,2374 gram/menit pada waktu pembakaran 30 menit dengan perbandingan 1:2. Laju pembakaran semakin cepat akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi juga. Selain itu laju pembakaran juga dipengaruhi oleh ukuran dari bahan, jumlah bahan perekat

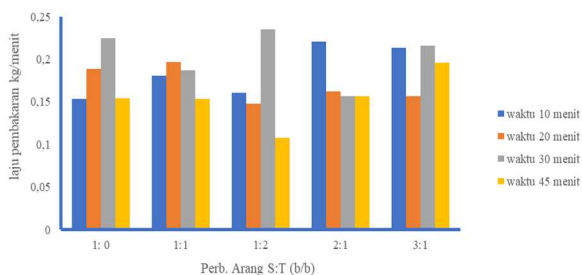


Gambar 1 Proses Pembuatan Briket

yang diberikan serta daya tekan pada waktu pengepresan. Semakin kecil ukuran bahan atau partikel dan daya tekan lebih besar mengakibatkan kerapatan massa dan proses perpindahan panas secara konduksi akan mudah dan merata di semua partikel sehingga waktu penyalaan lebih lama.



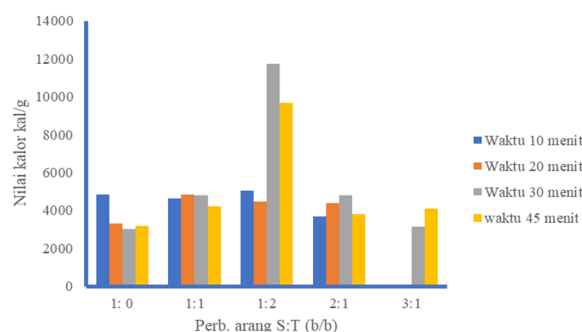
Gambar 2 Hasil kadar air dari berbagai variabel briket (S: arang sayuran sawi, T: arang ampas tebu)



Gambar 3 Hasil laju Pembakaran dari berbagai variabel briket (S: arang sayuran sawi, T: arang ampas tebu)

Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan salah satu parameter yang berperan dalam menentukan kualitas dari bahan bakar. Nilai kalor merupakan sejumlah energi yang dilepaskan ketika bahan bakar terjadi proses reaksi pembakaran secara sempurna dalam suatu aliran yang steady. Untuk melihat nilai kalor dari penelitian ini dapat kita lihat dalam Gambar 4.



Gambar 4 Nilai kalor dari berbagai variable briket (S: arang sayuran sawi, T: arang ampas tebu)

Nilai kalor pada briket harus diketahui untuk memperoleh nilai panas pembakaran yang dihasilkan briket sebagai bahan bakar. Semakin tinggi nilai kalor briket maka semakin tinggi pula kualitas dari briket tersebut. Salah satu yang berpengaruh terhadap nilai kalor adalah bahan perekat, komposisi bahan perekat yang tidak sesuai berdampak pada jumlah asap yang semakin banyak serta

munculnya jelaga, hal ini menyebabkan turunnya nilai kalor pada produk briket. Pada gambar 3 menunjukkan bahwa nilai kalor yang dihasilkan sampel berkisar antara 3.026 (kal/g) sampai 11.729 (kal/g). Nilai kalor tertinggi didapatkan pada perbandingan komposisi 1:2 dengan lama karbonasi 30 menit yaitu nilai kalor yang didapatkan adalah 11.729 kal/g. Sedangkan nilai kalor terendah didapatkan pada komposisi 1:0 dengan lama karbonasi 30 menit yaitu sebesar 3.026 kal/g.

Berdasarkan penelitian (Sugiharto & Firdaus, 2021) hasil nilai kalor yang dihasilkan dari bahan baku ampas tebu dan sekam padi dihasilkan nilai kalor yang tertinggi adalah 6.869,846 kal/gram pada perbandingan sekam dan ampas tebu adalah 2:3. Nilai kalor merupakan salah satu sifat yang sangat berpengaruh terhadap kualitas briket.

Kesimpulan

Limbah sayuran sawi hijau dan ampas tebu dapat diproses menjadi briket. pada karbonisasi $T = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Perbandingan antar arang limbah sayuran : arang ampas tebu sangat berpengaruh terhadap nilai kalor, kadar air maupun laju pembakaran.
2. Hasil nilai kalor yang didapatkan pada rasio 1:2 sebesar 11.729 kal/gram dengan waktu karbonisasi 30 menit.
3. Sedangkan secara optimal dari 3 jenis analisa yang dilakukan didapatkan nilai kadar air 1,783% dan laju pembakaran tercepat adalah 0,1097 gram/menit dan nilai kalor sebesar 9.686,224 kal/g lama karbonisasi selama 45 menit.
4. Briket dari limbah sawi hijau dan ampas tebus dapat dipergunakan sebagai salah satu energi alternatif.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dikti atas bantuan Hibah Kedaireka pada tahun 2021 dan Program Studi Teknik Kimia Intitut Teknologi Nasional Malang atas terlaksananya penelitian ini.

Referensi

- Afandi, R., Hamzah, F. H., & Rossi, E. (2018). Karakteristik Briket Ampas Tebu Dan Tongkol Jagung Dengan Perekat Tepung Sagu. *Jurnal Ur*, 5, 1–14.
- Andriyono, H., & Tjahjanti, P. H. (2016). Analisa nilai kalor briket dari campuran ampas tebu dan biji buah kepuh. *Seminar Nasional Dan Gelar Produk*, 483–490.
- Anisya, M., Andriana, Y. F., & Islamsyah, H. (2020). Eksplorasi Limbah Ampas Tebu (Bagasse) untuk Material Produk Ecofashion. *Jurnal IKRA-ITH Humaniora*, 4(1), 235–243.
- Deglas, W., & Fransiska, F. (2020). Analisis perbandingan bahan dan jumlah perekat terhadap briket tempurung kelapa dan ampas tebu. *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 11(1), 72–78. <https://doi.org/10.35891/tp.v11i1.1899>
- Fangohoy, L., & Wandansari, N. R. (2017). Pemanfaatan Limbah Blotong Pengolahan Tebu Menjadi Pupuk Organik Berkualitas. *Jurnal Triton*, 8(2), 58–67.
- Fariadhie, J. (2009). Perbandingan briket tempurung kelapa dengan ampas tebu, jerami dan batu bara. *Teknik*, 5(1), 1–8.
- fathaddin M.T, S. R. (2021). *Sosialisasi Pembuatan Briket*

- Tanaman Untuk Bahan Socialization Of Making Plant Briquettes For Fuel During The Covid 19 Pandemic Period In The Cibinong Community. li*(2), 22–28.
- Maulidya, R. D., Setiawan, A., & Setiani, V. (2019). *Analisis nilai kalor dari briket ampas tebu dan tempurung kelapa*. 2623, 73–76.
- Maulinda, L., & Mardinata, H. (2019). *Optimasi Pembuatan Briket Berbasis Limbah Ampas Tebu Menggunakan Metode Rsm (Response Surface Methodology)*. 1(Mei), 1–6.
- Mustain, A., Sindhuwati, C., Wibowo, A. A., Estelita, A. S., & Rohmah, N. L. (2021). Pembuatan Briket Campuran Arang Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 5(2), 100–106.
- Ramadhan, A., Ghazali, A. A., & Maryamah, M. (2020). Kualitas Biobriket Ampas Tebu Hasil Pirolisis Sebagai Sumber Energi Alternatif. *ALKIMIA : Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan*, 4(1), 41–45. <https://doi.org/10.19109/alkimia.v4i1.5201>
- Rianto, W. (2019). V10 n1. *Rekayasa Mesin*, 10 (April 2018), 9–15.
- Sugiharto, A., & Firdaus, Z. 'Ilma. (2021). Pembuatan Briket Ampas Tebu Dan Sekam Padi Menggunakan Metode Pirolisis Sebagai Energi Alternatif. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 6(1), 17–22. <https://doi.org/10.31942/inteka.v6i1.4449>
- Sundari, E. M., Apriani, W., & Suhendra, S. (2020). Uji Kekuatan Tarik Kertas Daur Ulang Campuran Ampas Tebu, Serabut Kelapa, Dan Kertas Bekas. *AME (Aplikasi Mekanika Dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 6(1), 28. <https://doi.org/10.32832/ame.v6i1.2871>
- Yuliani, F., & Nugraheni, F. (2017). Pembuatan pupuk organik (kompos) dari arang ampas tebu dan limbah ternak. *Sains*, June 2010, 1–11.