

**STUDI BIOPELET SEBAGAI ENERGI TERBARUKAN
MENGUNAKAN BIJI KESAMBI SEBAGAI BAHAN BAKU**

***STUDY OF BIOPELLET AS A RENEWABLE ENERGY USING KESAMBI
SEEDS AS A RAW MATERIAL***

**Dani Hari Tunggal Prasetyo¹⁾, Alief Muhammad²⁾, Indah Noor Dwi Kusuma
Dewi³⁾ Linda Kurnia Supraptiningsih⁴⁾ Mas Ahmad Baihaqi⁵⁾ Hartawan Abdillah⁶⁾
Wahyu Nur Achmadin⁷⁾**

^{1,2,3} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Panca Marga

^{4,5,6} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Panca Marga

⁷ Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Argopuro

¹email dani.hari59@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan energi yang masih ditopang oleh energi fosil menimbulkan efek ketergantungan pada sumber daya fosil. Energi fosil yang tidak dapat diperbarui menjadi sebuah permasalahan yang terhadap konsumsi energi. Hal ini dikarenakan keberadaan energi fosil bersifat sementara. Oleh karena itu diperlukan langkah untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah memulai penggunaan energi alternatif. Salah satu energi alternatif yang dapat mengganti energi fosil adalah biopellet. Biopellet dapat diperoleh dari sumber hayati. Jika ditinjau dari kekayaan alam di Indonesia maka Indonesia kaya terhadap sumber keanekaragaman hayati. Penelitian ini dilakukan dengan cara memproduksi biopellet dari biji buah kesambi. Biji buah kesambi merupakan tanaman yang tidak tergolong bahan pangan sehingga cocok digunakan sebagai bahan baku sumber energi terbarukan. Biji buah kesambi diproduksi menjadi biopellet dan diuji karakteristiknya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kalor rata-rata biopellet dari biji buah kesambi sebesar 5.520,22 kal/gram, kadar air sebesar 10,39%, kadar abu sebesar 0,318%.

Kata kunci: Biopellet, Kesambi, Nilai kalor, Kadar Air, Kadar Abu

ABSTRACT

The need for energy which is still supported by fossil energy creates the effect of dependence on fossil resources. Non-renewable fossil energy is a problem for energy consumption. This is because the existence of fossil energy is temporary. Therefore steps are needed to reduce dependence on fossil energy. One of the steps that can be taken is to start using alternative energy. One alternative energy that can replace fossil energy is biopellets. Biopellets can be obtained from biological sources. If viewed from the natural wealth in Indonesia, Indonesia is rich in sources of biodiversity. This research was conducted by producing biopellets from kesambi seeds. Kesambi fruit seeds are plants that are not

classified as food ingredients so they are suitable for use as raw materials for renewable energy sources. Kesambi fruit seeds are produced into biopellets and their characteristics are tested. The test results showed that the average calorific value of biopellets from kesambi seeds was 5,520.22 cal/gram, water content was 10.39%, ash content was 0.318%.

Keywords: Biopellet, Kesambi, Calorific Value, Moisture Content, Ash Content

PENDAHULUAN

Kegiatan masyarakat yang masih ditopang oleh sumber energi fosil menjadi sebuah ancaman di masa mendatang. Ancaman yang dapat terjadi adalah ketergantungan pada energi fosil (Setyono & Kiono, 2021). Ketergantungan energi fosil akan berdampak pada cadangan energi yang semakin menipis sehingga menyebabkan krisis energi di masa mendatang (Ulfa et al., 2021). Energi fosil yang terdiri dari minyak bumi, gas alam, batu bara dan nuklir memiliki keterbatasan pada ketersediaanya di alam (Prasetiyo et al., 2022). Oleh karena itu diperlukan langkah yang tepat untuk mengurangi resiko krisis energi dan ketergantungan pada energi fosil. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah memulai penggunaan energi alternatif.

Energi alternatif merupakan energi yang dapat dikategorikan energi terbarukan. Hal ini dikarenakan sumber energi alternatif dapat diperoleh dari sumber hayati yang dapat diperbarui secara terus-menerus. Indonesia merupakan negara yang kaya sumber keanekaragaman hayati (Radhiana et al., 2023). Keanekaragaman hayati yang sangat kaya dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi melalui proses konversi. Hal ini menjadi sebuah potensi bagi Indonesia dalam pengembangan energi alternatif yang bersifat ramah lingkungan serta sebagai upaya dalam mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil. Salah satu produk energi alternatif dari beberapa jenis energi yang dapat dikembangkan adalah biopellet.

Biopellet merupakan bahan bakar alternatif yang berbentuk padat dan bersumber dari biomasa (Mustamu et al., 2018). Biopellet memiliki beberapa keunggulan antara lain dapat diperbarui secara alami, tidak terbatas, mengurangi mitigasi resiko pada perubahan iklim, menghasilkan energi yang hampir sama dengan energi fosil dan sebagai media promosi dalam memulai penggunaan

energi alternatif (Hidayati & Sumarna, 2019; Mawardi, 2020; Zikri et al., 2015). Biopellet sebagai energi alternatif dapat digunakan sebagai sumber energi pada industri pembangkit listrik, industri metalurgi, industri makanan dan lain-lain yang melibatkan proses pemanasan (Yansen et al., 2021). Hal ini dikarenakan biopellet dapat menghasilkan energi panas. Jika ditinjau dari aspek keanekaragaman hayati di Indonesia yang sangat melimpah maka biopellet menjadi salah satu sumber energi yang potensi untuk dikembangkan di Indonesia. Salah satu sumber energi yang dapat digunakan sebagai bahan baku biopellet adalah biji dari buah kesambi.

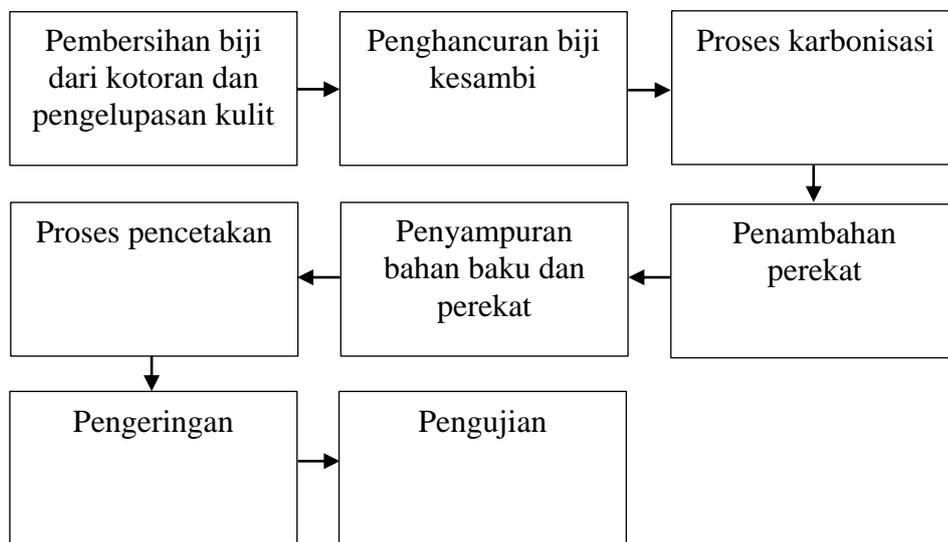
Tanaman kesambi memiliki nama ilmiah *schleichera oleos* (Pujirahayu et al., 2022). Tanaman kesambi dapat hidup di daerah sub tropis dan tropis yang dapat ditemui di Indonesia. Tanaman kesambi memiliki ciri berukuran sedang hingga besar. Tinggi tanaman kesambi dapat mencapai 20 hingga 30 meter dan dapat tumbuh 600 m di atas permukaan laut (Sarifudin, 2022). Tanaman kesambi dapat menghasilkan buah dengan bentuk bulat oval. Buah kesambi memiliki warna coklat dan didalamnya terdapat biji yang juga berwarna coklat. Ukuran biji kesambi sekitar 6 hingga 14 mm (Latumakulita et al., 2023). Jika ditinjau dari konversi tanaman kesambi menjadi sumber energi maka tanaman kesambi sangat cocok dikembangkan menjadi bahan baku energi alternatif. Hal ini dikarenakan tanaman kesambi memiliki potensi penghijauan sehingga dapat mengurangi emisi gas buang yang dapat mencemari lingkungan. Selain itu, tanaman kesambi dapat hidup di daerah dengan kategori tanah yang kurang subur. Hal ini akan berdampak positif pada pengembangan program penghijauan dan rehabilitasi lahan yang terdegradasi. Namun saat ini pemanfaatan tanaman kesambi masih belum optimal. Pemanfaatan tanaman kesambi diantaranya sebagai mebel, kerajinan yang terbuat dari kayu, untuk pengobatan, dan zat pewarna alami. Oleh karena itu sebagai upaya untuk mengurangi penggunaan energi alternatif dan meningkatkan kualitas hidup melalui lingkungan

Dari latar belakang yang telah di uraikan maka diperlukan penelitian lebih lanjut tentang produksi biopellet dengan bahan baku biji kesambi. Hal ini dilakukan sebagai upaya dalam mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan

memanfaatkan kekayaan hayati yang ada di Indonesia sebagai pengembangan energi alternatif dalam bentuk padat.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian ekperimental dengan mengamati objek secara langsung terhadap karakteristik objek. Obyek penelitian adalah biji kesambi yang diolah menjadi biopelet. Karakteristik objek dapat diamati dari nilai kalor, kadar air dan kadar abu. Proses penelitian dapat diamati pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Alur penelitian

Alur produksi biopelet dijelaskan pada subbab berikut ini.

a. Proses pembersihan

Proses pembersihan dilakukan sebagai upaya menghilangkan kotoran yang terkandung pada biji. Kotoran dapat berupa debu, sisa-sisa kotoran yang disebabkan oleh lingkungan. Pembersihan dilakukan dengan pencucian dengan air bersih. Hasil pencucian di keringkan dibawah terik matahari selama tiga hari agar air yang tersisa dapat menguap.

b. Penyerbukan biji kesambi

Penyerbukan biji dilakukan dengan bantuan mesin selep. Hal ini bertujuan agar biji sebagai bahan baku dapat dicetak sebagai biopelet. Biopelet berukuran kecil sehingga diperlukan proses pengolahan dengan bahan baku yang berukuran kecil.

c. Proses karbonisasi

Proses karbonisasi dilakukan dengan perlakuan panas pada serbuk biji kesambi. Proses karbonisasi akan mengurai senyawa organik menjadi karbon, gas, dan produk sampingan lainnya. Produk karbonisasi menghasilkan serbuk berwarna hitam yang disebut dengan karbon. Produk Karbon yang dihasilkan inilah yang digunakan sebagai bahan baku biopelet.

d. Penambahan perekat

Perekat yang digunakan pada biopelet berasal dari tepung tapioka. Tepung tapioka dicampur dengan air dengan perbandingan 1:1. Perekat kemudian dicampur pada serbuk karbon dengan perbandingan prosentase massa sebesar 20% perekat dan 80% karbon biji kesambi.

e. Proses pencetakan

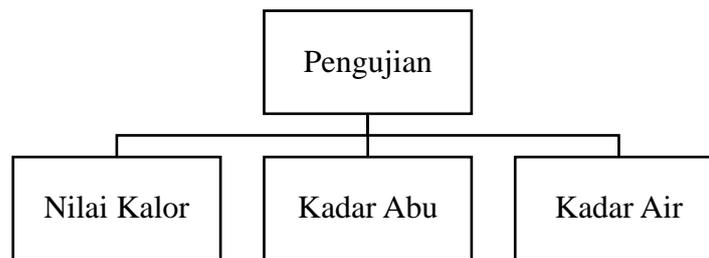
Proses pencetakan dilakukan dengan menggunakan cetakan model screw. Produk biopelet yang telah dicetak disimpan pada sebuah box yang kedap udara. Hal ini dilakukan agar biopelet tidak terkontaminasi dengan udara luar.

f. Pengeringan

Proses pengeringan dilakukan dengan bantuan oven sebagai alat proses untuk mengeringkan biopelet. Proses pengeringan dilakukan agar kandungan air pada biopelet berkurang. Pengeringan dilakukan pada temperature 700C selama 45 menit. Setelah proses pengeringan bioplet diletakkan pada wadah yang kedap terhadap udara untuk dilanjutkan proses pengujian.

g. Proses pengujian

Proses pengujian dilakukan dengan menguji nilai kalor, kadar air, kadar abu dan lama nyala api. Skema pengujian karakteristik biopelet dapat diamati pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema pengujian karakteristik biopellet

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian biopellet dari biji kesambi dengan uraian pembahasan nilai kalor, kadar air, kadar abu dan lama nyala api yang dibahas pada subbab a hingga c.

a. Nilai kalor

Nilai kalor biopellet merupakan jumlah energi panas yang dihasilkan oleh pembakaran biopellet. Nilai kalor pada biopellet merupakan potensi energi kalor atau panas yang dihasilkan biopellet yang telah diproduksi dengan bahan baku dari biji kesambi. Nilai kalor pada biopellet mempengaruhi efisiensi penggunaan biopellet sebagai sumber energi. Semakin tinggi nilai kalor, maka semakin efisien bahan bakar biopellet dalam menghasilkan energi panas. Selain itu, nilai kalor dapat digunakan sebagai sumber awal dalam menentukan kebutuhan bahan bakar untuk memenuhi proses kebutuhan industri. Hasil studi pembuatan biopellet dari biji kesambi menghasilkan nilai kalor yang dapat diamati pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Nilai kalor biopellet

Sampel Ke-	Nilai Kalor (kal/gr)
1	5.852,08
2	5.368,68
3	5.127,45
4	5.674,53
5	5.578,36
Rata-rata nilai kalor	5.520,22

Hasil produksi biopelet menghasilkan rata-rata nilai kalor sebesar 5.520,22 kal/gr dari lima sampel yang telah di uji. Jika ditinjau dari standar nilai kalor di Indonesia maka biji kesambi memenuhi standar nilai kalor yang di ijinakan sesuai standar Indonesia (SNI). Menurut standar SNI 8021-2014 nilai kalor minimal sebesar 4.000 kal/gr. Dari lima sampel telah memenuhi standar nilai kalor yang telah ditetapkan sesuai dengan SNI 8021-2014. Jika ditinjau dari standar nilai kalor dari beberapa negara maka nilai kalor yang telah menjadi ketetapan dapat diamati pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Standar nilai kalor bahan bakar padat di berbagai negara

No.	Negara	Nilai Kalor (kal/gr)
1	Amerika	> 4.579,2
2	Perancis	> 4.056
3	Indonesia	> 4.000

Sumber : (Damayanti et al., 2017)

Nilai kalor memiliki ketetapan yang telah distandartkan, hal ini dikarenakan nilai kalor berpengaruh pada temperatur pemanasan yang dihasilkan saat digunakan sebagai bahan bakar. Nilai kalor yang tinggi menunjukkan bahwa bahan bakar menghasilkan energi yang cukup dan dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Penggunaan biopelet dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, khususnya batu bara. Jika ditinjau dari nilai kalor, maka biopelet dari biji kesambi dapat digunakan sebagai bahan bakar dengan jenis padat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Mustamu et al., 2018) yang menyatakan bahwa semakin tinggi nilai kalor bahan baku akan berakibat semakin tinggi nilai kalor biopelet yang dihasilkan.

b. Kadar air

Pengeringan biomassa sebelum proses pembuatan biopelet adalah langkah penting dalam mengurangi kadar air. Penggunaan teknologi pengeringan atau penyimpanan yang tepat dapat membantu menghilangkan kelembaban tambahan dan menjaga kadar air pada tingkat yang diinginkan. Kadar air biopelet merupakan kandungan air yang masih tersisa pada biopelet. Kadar air dapat mempengaruhi efisiensi biopelet saat digunakan sebagai bahan bakar. Efisiensi biopelet mengacu

pada karakteristik bahan bakar yaitu karakteristik termal. Karakteristik termal berpengaruh pada kualitas panas yang dihasilkan. Jika kadar air yang terkandung pada biopellet masih tinggi maka kualitas panas yang dihasilkan semakin rendah. Standar biopellet yang diizinkan pada beberapa negara dapat diamati pada Tabel 2 sedangkan hasil pengujian kadar air biopellet dari biji kesambi dapat diamati pada Tabel 3.

Tabel 2. Standar kadar air biopellet

No.	Negara	Kadar air (%)
1	Australia	< 10
2	Jerman	< 12
3	Swedia	< 10
4	Prancis	< 15
5	Indonesia	< 12

Sumber : (Wahyullah et al., 2018), (Lamanda et al., 2015)

Tabel 3. Kadar air biopellet biji kesambi

Sampel ke -	Kadar air (%)
1	9,87
2	10,78
3	11,2
4	9,98
5	10,12
Rata-rata kadar air	10,39

Pada Tabel 3 kadar air pada biopellet biji kesambi memiliki nilai rata-rata memenuhi standar kadar yang telah ditetapkan. Nilai rata-rata kadar air biopellet dari biji kesambi sebesar 10,39%. Nilai kadar air yang rendah menunjukkan minimnya pembentukan asap lebih rendah saat terjadi pembakaran. Pembentukan asap yang lebih rendah menghasilkan polutan yang rendah sehingga berdampak positif pada kualitas udara dan lingkungan yang bersih (Oktavia, Dewi Alia, 2019).

c. Kadar abu

Pada biopellet terdapat kadar abu yang tersisa setelah proses pembakaran. Kadar abu merupakan sisa-sisa mineral hasil dari proses pembakaran. Abu akan tetap ada setelah bahan bakar khususnya biopellet mengalami proses pembakaran.

Kadar abu perlu di uji, hal ini dikarenakan kadar abu mempengaruhi kualitas dan efisiensi biopellet sebagai bahan bakar. Beberapa negara telah melakukan standarisasi kadar abu pada bahan bakar padat. Standarisasi kadar abu dapat diamati pada Tabel 4.

Tabel 4. Standar kadar abu biopellet

No.	Negara	Kadar abu (%)
1	Australia	< 0,5
2	Jerman	< 1,5
3	Swedia	< 0,7
4	Prancis	< 6
5	Indonesia	< 1,5

Sumber : (Wahyullah et al., 2018)

Standarisasi kadar abu dilakukan dikarenakan kadar abu berdampak pada efisiensi kinerja mesin saat digunakan menjadi bahan bakar. Abu dapat menjadi penghambat pada kinerja mesin dikarenakan dapat mengendap pada sistem pembakaran mesin. Selain itu, saat abu menumpuk pada ruang bakar dampak yang ditimbulkan adalah menurunnya masa pakai dan meningkatnya korosi pada mesin. Selain berdampak pada mesin, abu juga menimbulkan dampak buruk pada lingkungan. Dampak buruk pada lingkungan adalah kualitas udara menjadi tidak bersih sehingga akan berdampak pada kesehatan manusia. Oleh karena itu, kadar abu dilakukan standarisasi. Kadar abu pada biopellet kesambi dapat diamati pada Tabel 5.

Tabel 5. Kadar abu

Sampel ke -	Kadar abu (%)
1	0,2
2	0,4
3	0,43
4	0,26
5	0,3
Rata-rata	0,318

Kadar abu biopellet dengan menggunakan bahan baku biji kesambi dari hasil pengujian telah memenuhi standar SNI 8021-2014. Hal ini dapat diamati dari nilai rata-rata kadar abu yang dihasilkan. Rata-rata nilai kadar abu biopellet dari biji kesambi sebesar 0,318%, sedangkan standar maksimal kadar abu yang di iijinkan

di Indonesia <1,5%. Kadar abu memiliki dampak negatif jika melebihi dari standar yang telah ditetapkan. Dampak negatif kadar abu akan mempengaruhi kinerja mesin sehingga mesin bekerja tidak optimal.

KESIMPULAN

Kesimpulan hasil studi produksi bahan bakar jenis biopellet dari biji kesambi sebagai berikut:

1. Nilai kalor kesambi memenuhi SNI 8021-2014 yang telah ditetapkan dengan nilai kalor rata-rata sebesar 5.520,22 kal/gr.
2. Nilai kadar air biopellet dengan bahan baku biji kesambi dengan total nilai rata-rata sebesar 10,39% pada lima sampel pengujian.
3. Nilai kadar abu biopellet dengan bahan baku biji kesambi menghasilkan nilai kadar rata-rata 0,318 %. Nilai kadar abu menurut SNI 8021-2014 maksimal 1,5%. Hal ini menunjukkan bahan baku biji kesambi sebagai bahan bakar padat dengan jenis biopellet memenuhi SNI 8021-2014 yang telah ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Damayanti, R., Lusiana, N., & Prasetyo, J. (2017). Studi Pengaruh Ukuran Partikel dan Penambahan Perikat Tapioka terhadap Karakteristik Biopellet dari Kulit Coklat (*Theobroma Cacao L.*) Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. *Jurnal Teknotan*, 11(1). <https://doi.org/10.24198/jt.vol11n1.6>
- Hidayati, B., & Sumarna, H. (2019). Prototipe Pengering Bahan Baku Dan Produk Biopellet Ditinjau Dari Energi H₂O Yang Teruapkan Ke Udara. *Jurnal PETRA* /, 6(2), 29–33.
- Lamanda, D., Setyawati, D., Nurhaida, Diba, F., & Roslinda, E. (2015). Karakteristik Biopellet Berdasarkan Komposisi Serbuk Batang Kelapa Sawit dan Arang Kayu Laban dengan Jenis Perikat Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. *Jurnal Hutan Lestari*, 3(2), 313–321.
- Latumakulita, G., Tukan, G. D., & Oeleu, M. J. (2023). Uji Karakteristik Minyak Biji Kesambi (*Schleichera Oleosa*) Asal Noemuti Ttu Sebagai Bahan Bakar Alternatif. 1, 95–118.

- Mawardi, I. (2020). Peningkatan Karakteristik Biopellet Kayu Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 3(1), 230.
- Mustamu, S., Hermawan, D., & Pari, G. (2018). Karakteristik Biopellet Dari Limbah Padat Kayu Putih Dan Gondorukem. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 36(3), 191–204. <https://doi.org/10.20886/jphh.2018.36.3.191-204>
- Oktavia, Dewi Alia, S. P. A. A. (2019). Aplikasi Asap Cair Tempurung Kelapa Terhadap Uji Organoleptik Ikan Segar Sebagai Pengawet Alami.". *Aplikasi Asap Cair Tempurung Kelapa Terhadap Uji Organoleptik Ikan Segar Sebagai Pengawet Alami.*", III(1), 19-27. <https://publikasi.unitri.ac.id/index.php/teknik/article/view/2073>
- Prasetyo, D. H. T., Muhammad, A., Baihaqi, M. A., Abdillah, H., & Supraptiningsih, L. K. (2022). Pengaruh Nilai Ron Pada Bahan Bakar Jenis Bensin Terhadap Emisi Gas Buang. *CERMIN: Jurnal Penelitian*, 6(2), 561. https://doi.org/10.36841/cermin_unars.v6i2.2446
- Pujirahayu, N., Hardianto, F., Mando, L. O. A. S., Uslinawaty, Z., Rosmarlinasiah, R., & Basruddin, B. (2022). Karakteristik Sarang dan Tumbuhan Sumber Getah Propolis Lebah Tak Bersengat (Stingless Bee) Dari Buton Utara (Nest Characteristics and Plant Sources of Stingless Bees Propolis from North Buton). *Jurnal Penelitian Kehutanan*, 16(1), 69–79.
- Radhiana, Yana, S., Muzailin, Zainuddin, Susanti, Kasmaniar, & Hanum, F. (2023). Strategi Keberlanjutan Pembangunan Energi Terbarukan Jangka Panjang Indonesia: Kasus Biomassa Energi Terbarukan di Sektor Pertanian, Perkebunan dan Kehutanan Indonesia. *Serambi Engineering*, 8(1), 4978–4990.
- Sarifudin, K. (2022). Penggunaan Karbon Aktif Kayu Kesambi (*Schleichera oleosa* MERR) dalam Pengolahan Air Sadah. *Haumeni Journal of Education*, 2(1), 197–207. <http://ejurnal.undana.ac.id/index.php/haumeni/article/view/7555%0Ahttp://ejurnal.undana.ac.id/index.php/haumeni/article/download/7555/3888>
- Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi

- Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(3), 154–162. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11157>
- Ulfa, D., Lusiyani, L., & A.R. Thamrin, G. (2021). Kualitas Biopellet Limbah Sekam Padi (*Oryza Sativa*) Sebagai Salah Satu Solusi Dalam Menghadapi Krisis Energi. *Jurnal Hutan Tropis*, 9(2), 412. <https://doi.org/10.20527/jht.v9i2.11293>
- Wahyullah, Putra, O. D., & Ismail. (2018). Pemanfaatan Biomassa Tumbuhan Menjadi Biopellet sebagai Alternatif Energi Terbarukan. *Hasanuddin Student Journal*, 2(1), 180–188.
- Yansen, A., Indra Satya, D., Deutmar Londo Doaly, T., Marulitua Situmorang, D., & STIE Bhakti Pembangunan, D. (2021). *Limbah Ampas Kopi Sebagai Alternatif Bahan Bakar Industri Untuk Menggantikan Penggunaan Batubara. 1*, 68–81.
- Zikri, A., Erlinawati, & Rusnadi, I. (2015). *Prototipe Alat Pengering Biomassa Tipe Rotari (Uji Kinerja Rotary Dryer Berdasarkan Efisiensi Termal Pengeringan. 21*(2), 50–58.