

ANALISIS POTENSI BIOMASSA SEKAM PADI DI PULAU LOMBOK, INDONESIA SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN

ANALYSIS OF RICE HUSK BIOMASS POTENTIAL IN LOMBOK ISLAND, INDONESIA AS A RENEWABLE ENERGY SOURCE

I Gede Bawa Susana^{1*}, I Ketut Perdana Putra², I Gusti Agung Ketut Chatur Adhi Wirya Aryadi¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jalan Majapahit No. 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat

²Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jalan Majapahit No. 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat

*Corresponding author

E-mail addresses: gedebawa@unram.ac.id

<https://doi.org/10.29303/empd.v4i1.6877>

ABSTRACT

The utilization of renewable energy is one of the strategic solutions for overcoming dependence on fossil fuels and supporting sustainable development. This study aims to analyze the potential of rice husk biomass on the island of Lombok as an environmentally friendly renewable energy source. The methods used include collecting secondary data on rice production, estimating rice husk production as agricultural waste, and projecting the potential energy to produce. The analysis was carried out through theoretical calculations of the potential energy of rice husk biomass. It did not include economic aspects, and the collection of raw materials was not considered. The study results show that the island of Lombok has a reasonably enormous potential for rice husk biomass, with an energy value that can be converted into electricity or alternative fuels. In addition, the use of rice husk as biomass can also reduce greenhouse gas emissions and provide a positive economic impact on local communities. However, optimizing this potential requires the support of appropriate technology, infrastructure, and policies. Thus, rice husk on the island of Lombok has the prospect of being one of the promising renewable energy sources within the framework of the national energy transition.

Keywords: Rice husk, Biomass, Renewable energy, Lombok Island

1. Pendahuluan

Energi terbarukan selain matahari yang mudah ditemukan adalah biomassa. Biomassa dalam konteks energi merupakan bahan organik yang dapat digunakan sebagai sumber energi, seperti kayu, tanaman, limbah pertanian, dan limbah hewan. Untuk limbah pertanian salah satunya adalah sekam padi. Sekam padi sebagai produk sampingan dari pengolahan padi menjadi beras masih dianggap limbah oleh para petani. Pulau Lombok yang masyarakat petaninya menggantungkan hidupnya pada padi sebagai dampak dari makanan pokok adalah beras. 20% dari berat biji-bijian curah hasil industri pengolahan beras adalah produk sampingan berupa sekam padi [1]. Sebagian besar limbah sekam padi ditangani dengan membakar di lahan setempat oleh para petani. Disisilain, Sekam padi memiliki potensi yang menjanjikan sebagai sumber energi tebarukan dan berkelanjutan karena ketersediaanya yang terus-menerus sepanjang masyarakat mengkonsumsi beras sebagai makanan pokoknya.

Beras sebagai hasil produksi dari padi dan sekam padi sebagai produk sampingannya, sehingga semakin tinggi produksi padi berdampak terhadap semakin tinggi sekam padi yang dihasilkan. Khusus di pulau Lombok, produksi padi tahun 2024 mencapai 785.918 ton gabah kering giling (ton GKG) [2]. Sekam padi sebagai salah satu biomassa yang melimpah belum dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatannya oleh petani kecil terbatas hanya untuk menghangatkan ternak dan dalam jumlah kecil digunakan untuk bahan bakar memasak. Pemanfaatan sekam padi yang kurang optimal dapat menyebabkan problem pada lingkungan. Disisilain, biomassa sekam padi memiliki nilai kalor setara dengan setengah nilai kalor batubara dan bervariasi hasil dari beberapa penelitian yaitu 11-15,3 MJ/kg [3]; net calorific value 12-16 MJ/kg [4]; dan 13-19 MJ/kg dengan rata-rata 18 MJ/kg [5]. Sekam padi memiliki potensi yang besar sebagai energi berkelanjutan untuk diterapkan pada petani kecil karena murah dan mudah memperoleh limbah tersebut. Pemanfaatan biomassa sekam padi sebagai sumber energi dapat dilakukan secara tidak langsung maupun langsung. Penggunaan sekam padi secara langsung melalui dibakar langsung untuk menghasilkan panas seperti menggunakan kompor tradisional sebagai pengganti kayu bakar. Pemanfaatan sekam padi secara tidak langsung dapat dilakukan dengan proses konversi energi. Proses konversi energi dilakukan dengan menerapkan heat exchanger. Panas yang dihasilkan dengan metode ini lebih optimal dan produk yang dikeringkan tidak tercampur asap dari pembakaran sekam padi [6]. Beberapa hasil penelitian yang dilakukan terkait pemanfaatan biomassa sekam padi memberikan hasil yang menggembirakan.

Biomassa sekam padi dengan menggunakan alat kompor gas sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif untuk keperluan rumah tangga yaitu proses memasak selain untuk pembangkit listrik melalui metode gasifikasi [7]. Pengujian sekam padi melalui *rectangular fluidized bed combustor* menunjukkan bahwa sekam padi menghasilkan efisiensi pembakaran mencapai 99,2%, emisi rendah, dan api yang stabil [8]. Biomassa sekam padi memiliki nilai kalor lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai kalor bahan bakar dari fosil maupun dari hasil pirolisis limbah plastik, tetapi memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai energi terbarukan. Sebagai contoh, hasil bahan bakar dari limbah plastik jenis LDPE dan PP dengan metode pirolisis ditemukan nilai kalor tertinggi adalah 44,6-46 MJ/kg dan nilai kalor terendah adalah 41,3-43,3 MJ/Kg [9]. Penelitian sekam padi pada proses pembakaran langsung dan menggunakan kompor menghasilkan temperatur maksimum masing-masing 560°C dan 556,5°C; sekam padi mengandung lignin, selulosa, dan silika sehingga sesuai untuk penggunaan energi panas [10, 11, 12]. Biomassa sebagai energi yang lebih bersih dan berkelanjutan karena terbatasnya ketersediaan batu bara dan tingginya emisi CO₂ yang terkait dengan pembakaran batubara, tetapi untuk pembangkitan listrik berbasis sekam padi terhambat oleh tidak adanya fasilitas kogenerasi di penggilingan padi [13]. Proses konversi sekam padi menjadi energi melibatkan beberapa metode seperti pembakaran langsung, biomassa gasifikasi, pencernaan anaerobik, pirolisis, paletisasi, dan pembakaran bersama, serta penggunaan sekam padi membantu melestarikan sumber daya alam dan meningkatkan pendapatan bagi petani padi melalui penjualan sekam padi untuk pembangkit listrik [14]. Wilayah Nusa Tenggara Barat memiliki keragaman residu pertanian yang kaya dari komoditas unggulan seperti padi, jagung, kopi, kelapa, dan kakao yang mencapai *total heating value* (THV) hingga 42,4 PJ [15].

Dalam tulisan ini dibahas tentang biomassa sekam padi di wilayah Lombok. Hal ini berhubungan dengan pemanfaatan sekam padi pada beberapa penelitian yang sudah dilakukan untuk proses pengeringan pasca panen. Untuk aplikasi yang lebih luas seperti untuk bahan bakar pengganti maupun pencampur batu bara pada suatu pembangkit, maka dalam tulisan ini dianalisis potensi energi sekam padi wilayah Lombok.

2. Bahan dan Metode

Dalam tulisan ini dilakukan analisis potensi biomassa sekam padi yang dihasilkan di pulau Lombok. Masyarakat pedesaan di pulau Lombok melakukan aktivitas pertanian lebih banyak ke komoditi padi. Padi dengan produk utama beras dan menghasilkan produk sampingan berupa dedak, jerami, dan sekam padi. Sekam padi yang dihasilkan sebesar lebih kurang 20% dengan pemanfaatannya oleh masyarakat terbatas pada kebutuhan memasak, penghangat hewan peliharaan seperti sapi, dan dibakar secara langsung untuk membersihkan limbah tersebut. Disisilain, kebutuhan energi seperti gas atau minyak baik untuk rumah tangga maupun suatu pembangkit listrik terus mengalami peningkatan.

Biomassa sekam padi sebagai limbah pertanian yang tersedia secara berlimpah memiliki potensial dikembangkan sebagai energi berkelanjutan. Metode dalam laporan ini menggunakan hasil penelitian, pengamatan di lapangan, dan berita. Analisis dilakukan terhadap potensi energi sekam padi berdasarkan potensi awal atau potensi teoritis. Aspek ekonomi dan pengumpulan bahan baku tidak diperhitungkan. Produksi sekam padi berdasarkan kondisi yang dihasilkan di Pulau Lombok dan perhitungan dilakukan didasarkan pada produksi padi yaitu gabah kering giling (GKG). Produksi sekam padi dan potensi energi dihitung menggunakan Persamaan 1 dan 2 [1, 16].

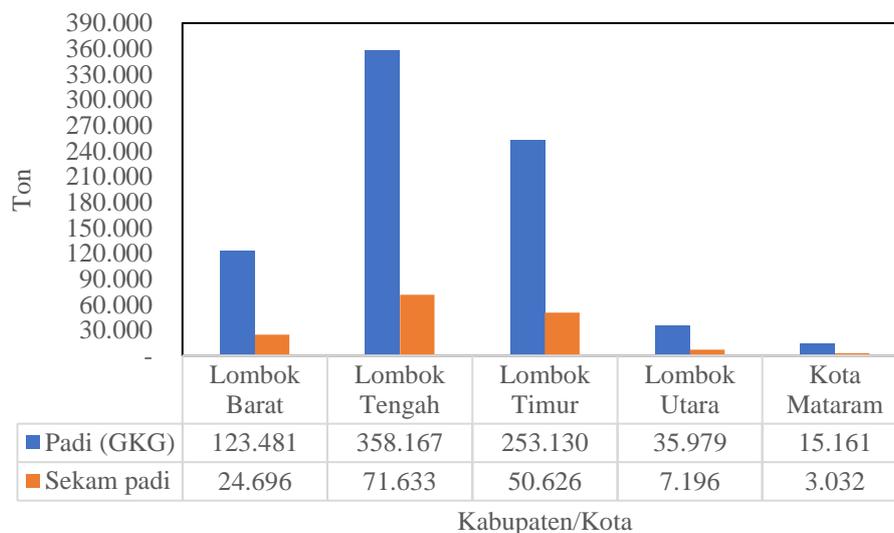
$$\text{Potensi sekam padi} = 0,2 \times \text{produksi padi (GKG)} \quad (1)$$

Potensi energi berdasarkan produksi sekam padi dan nilai kalor sekam padi. Nilai kalor sekam padi sebesar 3350 kcal/kg [17], jika dikonversi ke Joule menjadi 14 MJ.

$$\text{Potensi energi} = \text{produksi sekam padi} \times \text{nilai kalor sekam padi} \quad (2)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Total produksi padi di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) tahun 2024 sebesar 1.453.452 ton (GKG) [2]. Sedangkan pulau Lombok menyumbang sekitar 54,07% dari total produksi gabah kering giling (GKG) yaitu 785.918 ton (GKG). Sekam padi sebagai produk sampingan sebesar 20% dari berat gabah, sehingga produksi sekam padi di pulau Lombok mencapai 157.184 ton untuk tahun 2024. Gambar 1 menyajikan distribusi produksi sekam padi tahun 2024 untuk kabupaten dan kota di pulau Lombok.



Gambar 1 Potensi sekam padi di pulau Lombok

Berdasarkan Gambar 1 dapat ditunjukkan bahwa masing-masing kabuptaen atau kota memiliki potensi sekam padi yang berbeda. Potensi terbesar sekam padi adalah di kabupaten Lombok Tengah sebesar 358.167 ton (GKG) per tahun. Potensi sekam padi dengan total 157.184 ton dapat menghasilkan energi sebesar total adalah:

$$157.184.000 \text{ kg} \times 14 \text{ MJ/kg} = 2.200.570.400 \text{ MJ}$$

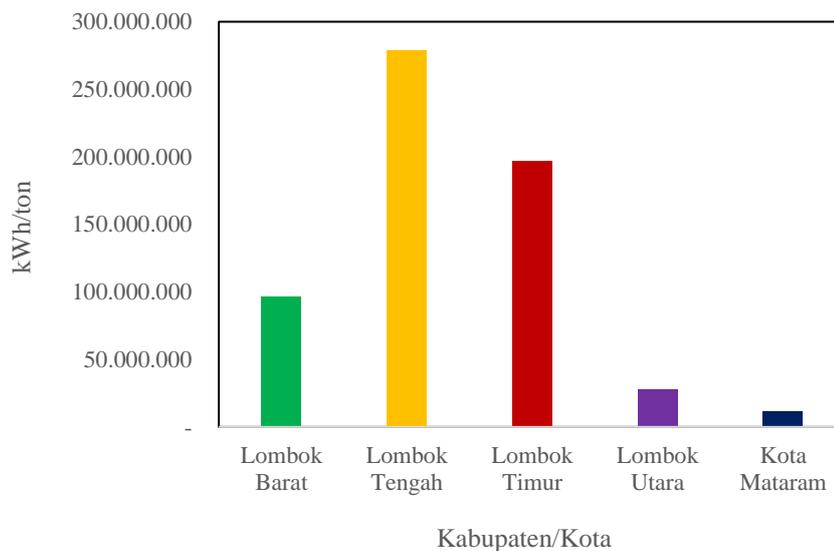
Dengan 1 MWh sama dengan 3.600 MJ, sehingga 1 MJ sebesar $\frac{1}{3.600}$ MWh, maka energi listrik yang dapat dihasilkan dalam satu tahun adalah:

$$\frac{2.200.570.400}{3.600} = 611.270 \text{ MWh} = 611,27 \text{ GWh}$$

Jumlah 611,27 GWh merupakan total potensi energi (teoritis) dalam satu tahun khususnya tahun 2024. Nilai kalor rata-rata sekam padi 14 MJ/kg dan 1 MJ setara dengan 0,277778 kWh, maka 14 MJ/kg sebesar 3,888892 kWh/kg, sehingga satu ton sekam padi menghasilkan energi sebesar $1.000 \text{ kg} \times 3,888892 \text{ kWh} = 3.888,8920 \text{ kWh/ton}$. Total energi dari 157.184 ton sekam padi adalah:

$$157.184 \text{ ton} \times 3.888,8920 \text{ kWh/ton} = 611.270.044,6 \text{ kWh per tahun}$$

Potensi energi (teoritis) dalam satu tahun khususnya tahun 2024 untuk masing-masing kabupaten/kota ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Potensi energi (teoritis) sekam padi masing-masing kabupaten/kota di pulau Lombok

Potensi energi (teoritis) masing-masing kabupaten/kota per tahun sebesar 96.040.077 kWh/ton dihasilkan kabupaten Lombok Barat, sedangkan yang dihasilkan kabupaten Lombok tengah, Lombok Timur, Lombok Utara, dan kota Mataram masing-masing 278.574.556 kWh/ton, 196.879.046 kWh/ton, 27.984.467 kWh/ton, dan 11.791.898 kWh/ton. Angka-angka ini menunjukkan bahwa total potensi energi per tahun yang bisa dihasilkan oleh masing-masing daerah adalah kabupaten Lombok Barat 96.040.077 kWh/tahun, Lombok Tengah 278.574.556 kWh/tahun, Lombok Timur 196.879.046 kWh/tahun, Lombok Utara 27.984.467 kWh/tahun, dan kota Mataram 11.791.898 kWh/tahun. Kabupaten Lombok Tengah memiliki potensi energi terbesar dari seluruh wilayah di Lombok. Potensi ini biasanya dihitung berdasarkan volume limbah sekam padi yang bisa dikonversi menjadi energi. Satuan kWh/tahun menunjukkan total energi listrik yang secara teoritis bisa dihasilkan dalam satu tahun, jika semua limbah atau sumber energi tersedia dan dimanfaatkan secara maksimal. Konversi biomassa sekam padi menjadi energi secara umum dilakukan dengan pembakaran langsung. Semua biomassa dapat dibakar secara langsung untuk memanaskan bangunan dan air, untuk menyediakan panas proses industri, dan untuk menghasilkan listrik dalam turbin uap [18]. Pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi alternatif seperti untuk pembangkit listrik sebagai solusi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam meningkatkan kemandirian energi dan memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat. Selain itu, dibutuhkan infrastruktur yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan pengembangan teknologi, serta dukungan pemerintah dan pelaku industri [19].

Biomassa sekam padi memberikan hasil pembakaran yang stabil dan merata sebagai dampak dari komposisi *cellulose* yang cukup tinggi. Komposisi *cellulose* dalam sekam padi sebesar 50%, selain itu dalam sekam padi terkandung *silica* (15%-20%), *lignin* (25%-30%), *bulk density* 90–150 kg/m³, dan

moisture (10%–15%) [20, 21]. Sekam padi sebagai limbah dari produksi sangat potensial digunakan sebagai energi alternatif. Alternatif sekam padi sebagai energi dalam rangka terwujudnya energi yang berkelanjutan dan terbarukan, serta nilai tambah pada limbah pertanian. Limbah biomassa sekam padi sangat potensial untuk daerah dengan sumber makanan utama beras [22]. Aplikasi biomassa sekam padi untuk menghasilkan energi dapat dilakukan melalui pembakaran langsung untuk menghasilkan panas. Panas dari hasil pembakaran biomassa di dalam boiler menghasilkan uap, selanjutnya uap mengalir ke turbin dan memutar turbin kemudian menggerakkan generator. Putaran turbin diubah menjadi energi listrik melalui magnet pada generator [23]. Potensi biomassa sekam padi yang melimpah dapat dijadikan sebagai pengganti energi yang berasal dari fosil maupun batubara. Pemanfaatan sekam padi sebagai energi alternatif akan memberikan nilai tambah pada limbah tersebut dan berdampak terhadap timbulnya peningkatan ekonomi. Penciptaan nilai tambah untuk industri pengolahan sekam seperti pellet, briket, atau pembangkit listrik skala menengah yang dapat menyerap tenaga kerja lokal dan meningkatkan pendapatan petani. Perhitungan potensi energi biomassa sekam padi dalam tulisan ini dilakukan secara teoritis dan belum memasukkan aspek ekonomi dan pengumpulan bahan baku tidak diperhitungkan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis potensi biomassa sekam padi di pulau Lombok untuk energi terbarukan, dapat disimpulkan bahwa sekam padi sebagai salah satu biomassa organik memiliki prospek untuk dikembangkan dalam mendukung transisi energi berkelanjutan. Sekam padi sebagai limbah pertanian tersedia melimpah yaitu produksi sekam padi di pulau Lombok dalam tahun 2024 mencapai 157.184 ton. Potensi energi yang dapat dihasilkan berdasarkan produksi sekam padi adalah 2.200.570.400 MJ atau 611,27 GWh. Hal ini menunjukkan bahwa biomassa sekam padi memiliki potensi untuk dimanfaatkan dalam bauran energi terbarukan nasional, khususnya dalam skala regional di pulau Lombok. Selain itu, pemanfaatan biomassa sekam padi memberikan manfaat lingkungan apabila digunakan untuk menggantikan bahan bakar fosil seperti pengurangan emisi karbon dioksida. Jika dilihat berdasarkan ekonomi, penggunaan biomassa sekam padi dapat memberikan nilai tambah melalui pengembangan industri pengolahan biomassa, yang berpotensi menyerap tenaga kerja lokal dan meningkatkan kesejahteraan petani. Namun demikian, adanya beberapa kendala yang perlu diatasi seperti keterbatasan infrastruktur pengumpulan dan distribusi sekam padi, dan rendahnya adopsi teknologi pengolahan biomassa skala kecil-menengah. Melalui pengelolaan yang tepat, sekam padi di pulau Lombok berpotensi menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang andal dan berkelanjutan, sekaligus mendukung pembangunan ekonomi berbasis sumber daya lokal.

Daftar Notasi

GKG	gabah kering giling
kcal	kilokalori
kg	kilogram
MJ	megajoule (10^6 Joule)
PJ	petajoule (10^{15} Joule)

Daftar Pustaka

- [1] S.K.S. Hossain, L. Mathurand, P.K. Roy, Rice husk/rice husk ash as an alternative source of silica in ceramics: a review, *Journal of Asian Ceramic Societies*, 6 (4) (2018) 299–313.
- [2] BPS., *Berita Resmi Statistik, Luas panen dan produksi padi di Provinsi Nusa Tenggara Barat*, 2024.
- [3] J.O. Awulu, P.A. Omale, J.A. Ameh, Comparative analysis of calorific values of selected agricultural wastes, *Nigerian Journal of Technology (NIJOTECH)*, 37 (4) (2018) 1141-1146.

- [4] International Finance Corporation, *Converting Biomass to Energy: A Guide for Developers and Investors*, Pennsylvania Avenue, N.W. Washington, D.C., June, 2017.
- [5] J. Smith, *Combined Heat and Power from Rice Husks*, GMB Energy Central, England, London, 2007.
- [6] I.G.B. Susana, I.M. Mara, I.D.K. Okariawan, I.B. Alit, I.G.A.K.C.A.W. Aryadi, Ash hole variation in rice husk biomass furnace with parallel flow heat exchanger to drying box temperature, *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 14 (2) (2019), 583-586.
- [7] I. Pujotomo, Potensi pemanfaatan biomassa sekam padi untuk pembangkit listrik melalui teknologi gasifikasi, *Jurnal Energi & Kelistrikan*, 9 (2) (2017), 126-135.
- [8] S. Chokphoemphun, S. Eiamsa-ard, P. Promvong, Rice husk combustion characteristics in a rectangular fluidized-bed combustor with triple pairs of chevron-shaped discrete ribbed walls, *Case Studies in Thermal Engineering*, 14 (2019), 1-7.
- [9] I.B. Alit, I G.B. Susana, I M. Mara, Conversion of LDPE and PP plastic waste into fuel by pyrolysis method, *Global Journal of Engineering and Technology Advances*, 10 (3) (2022), 73-78.
- [10] S. Yan, D. Yin, F. He, J. Cai, T. Schliermann, F. Behrendt, Characteristics of smoldering on moist rice husk for silica production, *Sustainability*, 14 (1) (2022), 317.
- [11] J.K. Tangka, J.K. Ngah, V.C. Tidze, E.T. Sako, A rice husk fired biomass stove for cooking, water and space heating, *International Journal of Trend in Research and Development*, 5 (6) (2018), 83-89.
- [12] M. Thiedeitz, W. Schmidt, M. Härder, T. Kränkel, Performance of rice husk as has supplementary cementitious material after production in the field and in the lab, *Materials*, 13 (19) (2020), 1-17.
- [13] G. Jyothsna, A. Bahurudeen, P.K. Sahu, Sustainable utilisation of rice husk for cleaner energy: A circular economy between agricultural, energy and construction sectors, *Materials Today Sustainability*, 25 (2024), 100667.
- [14] S. Nam, V. Torn, C. Choeung, H. Cheng, The potential of rice husks for electrical energy generation in Cambodia, *International Journal of Electrical and Electronics Research*, 12 (2) (2024), 611-616.
- [15] H. Fitri, G.A.K. Gürdil, B. Demirel, E.Y. Cevher, H. Roubík, Biomass potential from agricultural residues for energy utilization in West Nusa Tenggara (WNT), Indonesia, *GCB Bioenergy: Bioproducts for a Sustainable Bioeconomy*, 15 (11) (2023), 1405-1414.
- [16] A. Tajalli, *Panduan Penilaian Potensi Biomassa Sebagai Sumber Energi Alternatif di Indonesia*, Penabulu Alliance, Jakarta, 2015.
- [17] M. Saiful, R. Balaka, B. Sudia, Studi potensi sekam padi sebagai bahan bakar pemakaian rumah tangga sebagai alternatif pengganti LPG di Kabupaten Konawe Selatan, *ENTHALPY: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 8 (3) (2023), 89-97.
- [18] The U.S. Energy Information Administration (EIA), *Biomass explained, Biomass-renewable energy from plants and animals*, 2024, Available online: <https://www.eia.gov/energyexplained/biomass/> (accessed on 4 March 2025).
- [19] S. Sulasminingsih, F. Hafiz, K. Sari, S. Yuninda, Penggunaan biomassa sebagai energi alternatif pembangkit listrik di wilayah pedesaan, *Journal of Optimization System and Ergonomy Implementation*, 1 (1) (2023), 42-51.
- [20] B. Singh, *Rice husk ash, Waste and Supplementary Cementitious Materials in Concrete*, (2018), 417-460.
- [21] L. Burhenne, J. Messmer, T. Aicher, M.P. Laborie, The effect of the biomass components lignin, cellulose and hemicellulose on TGA and fixed bed pyrolysis, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 1010 (2013), 177-184.
- [22] M. Mofijur, T.M.I. Mahlia, J. Logeswaran, M. Anwar, A.S. Silitonga, R.S.M. Ashrafur, A.H. Shamsuddin, Potential of rice industry biomass as a renewable energy source, *Energies*, 12 (21) (2019), 1-21.
- [23] L. Parinduri, T. Parinduri, Konversi biomassa sebagai sumber energi terbarukan, *Journal of Electrical Technology*, 5 (2) (2020), 88-92.