

UJI PEFORMA PELLET DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF BIOMASSA

PERFORMANCE EVALUATION OF OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCH (EFB) PELLETS AS AN ALTERNATIVE BIOMASS FUEL

Hajar Isworo¹⁾, Muhammad Khalil¹⁾, Rusuminto Syahyuniar¹⁾, Adhiela Noer Syaief¹⁾,
Reza Taufiqi Ivana¹⁾, Yulima Melsipa Lingga¹⁾, Kurnia Dwi Artika¹⁾ Muhammad
Ramadhana¹⁾

¹⁾Polteknik Negeri Tanah Laut, Pelaihari, Indonesia

email: hajarisworo@politala.ac.id*, muhammadkhalil@politala.ac.id, rusumintosyahyuniar@politala.ac.id,
adhel_syaief@politala.ac.id, reza@politala.ac.id, melsi@politala.ac.id, kurnia.2a@politala.ac.id,
muhammadrama@gmail.com

Abstract

Received:
25 April 2026

Accepted:
15 Juni 2026

Published:
15 Juni 2026

Oil palm empty fruit bunches (EFB) are abundantly generated by the palm oil industry and remain underutilized despite their potential as renewable solid fuel. This study aimed to evaluate the combustion performance of EFB pellets produced using different tapioca binder concentrations. EFB powder was pelletized using 50%, 75%, and 100% tapioca binder. Combustion performance was assessed through ignition temperature, flame duration, combustion temperature, and ash residue. The pellet containing 12.5% binder exhibited the highest combustion temperature (611°C), fastest combustion propagation, and lowest smoke emission. Meanwhile, pellets with lower binder concentrations showed lower ignition stability. The addition of 12.5% tapioca binder significantly improved combustion performance and demonstrated the potential of EFB pellets as alternative biomass fuel.

Keywords: *Oil Palm Empty Fruit Bunches (EFB), Biomass Pellets, Tapioca Binder, Combustion Performance*

Abstrak

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dihasilkan secara melimpah oleh industri kelapa sawit dan masih belum dimanfaatkan secara optimal, meskipun memiliki potensi sebagai bahan bakar padat terbarukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja pembakaran pellet TKKS yang diproduksi menggunakan konsentrasi perekat tapioka yang berbeda. Serbuk TKKS dipelletisasi menggunakan perekat tapioka sebanyak 50%, 75%, dan 100%. Kinerja pembakaran dinilai melalui suhu penyalaan, durasi nyala, suhu pembakaran, dan residu abu. Pellet yang mengandung 100% perekat menunjukkan suhu pembakaran tertinggi (611°C), propagasi pembakaran tercepat, dan emisi asap terendah. Sementara itu, pellet dengan konsentrasi perekat lebih rendah menunjukkan kestabilan penyalaan yang lebih rendah. Penambahan 100% perekat tapioka secara signifikan meningkatkan kinerja pembakaran dan menunjukkan potensi pellet TKKS sebagai bahan bakar biomassa alternatif.

Kata Kunci: Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), Pellet Biomassa, Perekat Tapioka, Kinerja Pembakaran

DOI: 10.20527/jtam_rotary.v7i1

How to cite: Isworo, H., Khalil, M., Syahyuniar, R., Syaief, A. N., Ivana, R. T., Lingga, Y. M., Artika, K. D., & Ramadhana, M., "Uji Peforma Pellet Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Bahan Bakar Alternatif Biomassa". *JTAM ROTARY*, 8(2), 116-123, 2026.

PENDAHULUAN

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan dari proses pengolahan kelapa sawit pada industri minyak sawit. Hingga saat ini pemanfaatan limbah tersebut masih relatif terbatas, sehingga sebagian besar hanya ditumpuk di area pabrik atau dibakar. Cara penanganan tersebut dapat menimbulkan permasalahan lingkungan, terutama berupa pencemaran udara dan penurunan kualitas lingkungan sekitar. Oleh karena itu, diperlukan upaya alternatif untuk memanfaatkan limbah TKKS, salah satunya dengan mengolahnya menjadi bahan dasar pembuatan material baru. Pemanfaatan serat alami dari TKKS juga memiliki potensi yang besar mengingat Indonesia merupakan salah satu produsen kelapa sawit terbesar di dunia. Berdasarkan informasi dari Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI) Kalimantan Selatan, luas perkebunan kelapa sawit di provinsi Kalimantan Selatan mencapai sekitar 427 ribu hektare dengan jumlah perusahaan yang beroperasi sebanyak 86 perusahaan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa volume limbah yang dihasilkan dari sektor perkebunan dan industri kelapa sawit sangat besar, sehingga memiliki peluang yang signifikan untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pengembangan material yang lebih bernilai guna (Marini *et al.*, 2024)(Harefa, 2023) (Yahya *et al.*, 2025).

Ketersediaan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang sangat melimpah di Indonesia, khususnya di Provinsi Kalimantan Selatan, hingga saat ini masih menjadi permasalahan yang belum tertangani secara optimal. Limbah tersebut pada umumnya hanya diperlakukan sebagai sisa hasil produksi oleh industri pengolahan minyak kelapa sawit dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Akibatnya, keberadaan TKKS sering kali hanya menumpuk dan berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya penanganan alternatif yang lebih kreatif dan inovatif untuk mengelola limbah tersebut. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan kembali TKKS menjadi produk yang memiliki nilai guna, sehingga selain dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan juga mampu memberikan manfaat yang lebih besar (Vardhan *et al.*, 2022)(Obada *et al.*, 2023)(Mawaddah *et al.*, 2026)

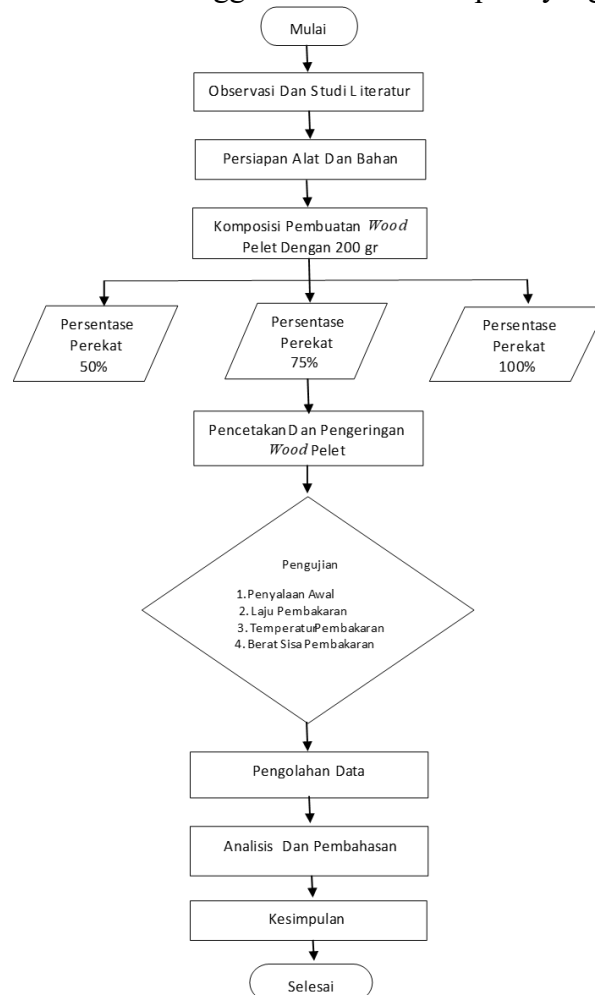
Pelet tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan bahan bakar biomassa yang dibuat dari serat TKKS yang dipadatkan melalui proses pengepresan. Serat yang berasal dari limbah pabrik pengolahan kelapa sawit tersebut dapat dimanfaatkan kembali sebagai sumber energi alternatif. Melalui proses pengolahan tertentu, limbah TKKS dapat diubah menjadi pelet biomassa yang berfungsi sebagai bahan bakar penghasil panas. Produk ini berpotensi digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil seperti batubara, serta dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, misalnya sebagai bahan bakar kompor biomassa maupun sebagai sumber penghangat ruangan (Sang *et al.*, 2025)(Hailu, 2022)(Br Bangun *et al.*, 2025)(Zulfikar *et al.*, 2020)(Putra *et al.*, 2024). Penelitian mengenai pemanfaatan TKKS sebagai biopelet telah banyak dilakukan, namun pengaruh variasi konsentrasi perekat tapioka terhadap karakteristik pembakaran seperti suhu pembakaran, lama nyala, dan residu abu masih belum banyak dilaporkan.

Untuk menghasilkan pelet dari serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang memiliki kualitas baik sebagai bahan bakar, diperlukan pengujian terhadap proses pembentukan pelet menggunakan media cetak. Proses pencetakan dilakukan dengan cetakan berbentuk silinder yang berfungsi memadatkan bahan hingga terbentuk briket pelet yang kompak. Bahan utama yang digunakan berasal dari limbah serat TKKS hasil samping industri pengolahan kelapa sawit, yang kemudian dicampurkan dengan tepung sebagai bahan perekat. Penambahan perekat ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan ikatan antar partikel sehingga pelet yang dihasilkan memiliki bentuk yang lebih padat dan tidak mudah hancur (Scott *et al.*, 2025)(Selvia *et al.*, 2025)(Nasrin *et al.*, 2022). Penelitian ini

mengevaluasi pengaruh konsentrasi perekat tapioka yang relatif tinggi terhadap karakteristik pembakaran pellet TKKS sehingga dapat diperoleh komposisi optimum untuk aplikasi bahan bakar biomassa.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode seperti yang terlihat dalam gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian ini disusun untuk mengevaluasi kinerja pembakaran pelet Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) menggunakan perekat tapioka.

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati meliputi:

- Suhu penyalan (*ignition temperature*)
- Durasi nyala api (*flame duration*)
- Suhu pembakaran maksimum (*combustion temperature*)
- Sisa abu (*ash residue*)

Lokasi Penelitian

Eksperimen dilakukan di laboratorium dan area pengeringan terbuka yang aman untuk pengolahan biomassa di desa ambawang gang gembira.

Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan desain eksperimental faktorial dengan variasi konsentrasi perekat tapioka (50%, 75%, 100%) pada setiap sampel pelet.

Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi langsung pada pengujian pembakaran pelet. Setiap sampel diuji tiga kali untuk memastikan konsistensi. Parameter yang diamati meliputi: lama nyala api, tinggi nyala api, suhu pembakaran, dan residu abu.

Alat dan Bahan

Alat pada penelitian ini yaitu:

- a. Motor dinamo
- b. Alat cetak pelet
- c. Pulley dan V-belt
- d. Timbangan digital
- e. Alat pengukur suhu (thermometer / thermocouple)
- f. Gelas takar
- g. Kompor / sumber panas
- h. Wajan
- i. Pengaduk
- j. Wadah penyimpanan
- k. Kipas angin (opsional)

Bahan pada penelitian ini yaitu:

- a. Serbuk Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)
- b. Tepung tapioka sebagai perekat
- c. Air bersih

Langkah Penelitian

Langkah penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Persiapan serbuk TKKS dan perekat tapioka.
- b. Pencampuran bahan hingga homogen.



Gambar 2. Pencampuran Serbuk Tandan Kosong, Air, Dan Tepung Tapioka

- c. Pencetakan pelet.



Gambar 3. Pencetakan Pelet

- d. Pengeringan pelet di bawah sinar matahari.



Gambar 4. Pengeringan Pelet Di Bawah Sinar Matahari

- e. Penimbangan pelet kering.
- f. Pengujian pembakaran.
- g. Analisis data hasil pengujian.
- h. Penyusunan laporan hasil penelitian.

Analisis Data

Data hasil pengujian dianalisis secara kuantitatif. Analisis meliputi perbandingan hasil pembakaran antar variasi perekat, perhitungan rata-rata dan deviasi standar, penyajian dalam tabel dan grafik, serta diskusi hasil berdasarkan literatur relevan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelet Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan bahan bakar biomassa terbarukan dengan potensi penggunaan luas, baik di sektor industri maupun rumah tangga. Di sektor industri, pelet TKKS dapat digunakan sebagai bahan bakar pada pembangkit listrik, sistem boiler, dan pembangkit panas. Sementara itu, pada skala rumah tangga, pelet ini dapat dimanfaatkan untuk pemanas ruangan atau alat pemanggang, termasuk di wilayah bersuhu dingin sebagai sumber pemanas utama (Nasrin *et al.*, 2022) (Praevia & Widayat, 2022) (Haryanto *et al.*, 2021).

Evaluasi Visual Pelet

Hasil pengamatan visual menunjukkan bahwa pelet TKKS yang baik memiliki ciri-ciri:

- Panjang seragam 30–40 mm dengan toleransi ± 5 mm, sesuai standar ENplus. Panjang yang seragam mencerminkan proses produksi yang konsisten.
- Serpihan kurang dari 1%, menunjukkan pengaturan tekanan dan temperatur pencetakan yang optimal.
- Permukaan halus, mengkilap, dan tidak retak, menandakan kepadatan dan kompresi yang tepat.
- Warna coklat hingga kekuningan, yang menunjukkan kualitas bahan baku dan proses pencetakan yang baik.

Pengujian Fisik Pelet

- Kepadatan pelet

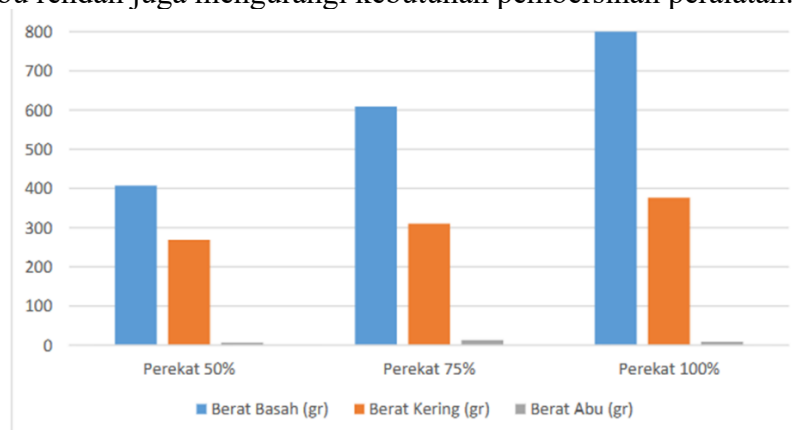
Kepadatan pelet dihitung dengan membagi massa pelet (g) dengan volumenya (cm^3). Hasil pengujian menunjukkan bahwa pelet dengan perbandingan perekat 100% menghasilkan kepadatan optimal, sehingga mampu mempertahankan bentuk selama pengujian pembakaran. Pelet dengan kepadatan terlalu rendah cenderung mudah pecah, sedangkan kepadatan terlalu tinggi mengindikasikan tekanan pencetakan berlebih.

- Ketahanan mekanis

Pelet dengan perekat 100% menunjukkan ketahanan mekanis tinggi, tidak mudah hancur saat pengangkutan atau pengujian pembakaran, menandakan daya rekat antar molekul yang baik.

- Kandungan abu

Pelet dengan perekat 100% memiliki residu abu 9 gr, lebih rendah dibanding pelet 50% (7 gr) dan 75% (13 gr), menunjukkan efisiensi pembakaran yang lebih baik. Kandungan abu rendah juga mengurangi kebutuhan pembersihan peralatan.

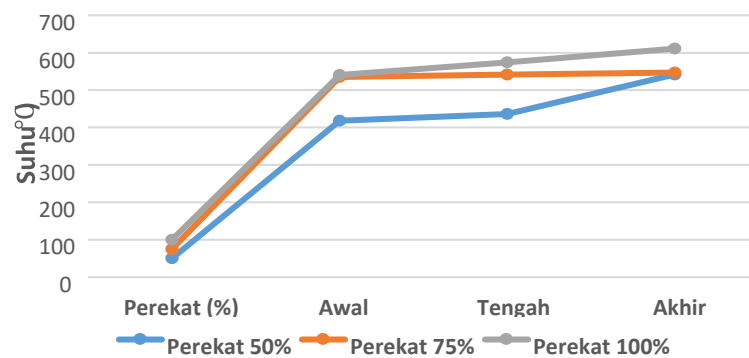


Gambar 5. Berat Pellet

Pengujian Pembakaran

- Suhu penyalan dan lama nyala api

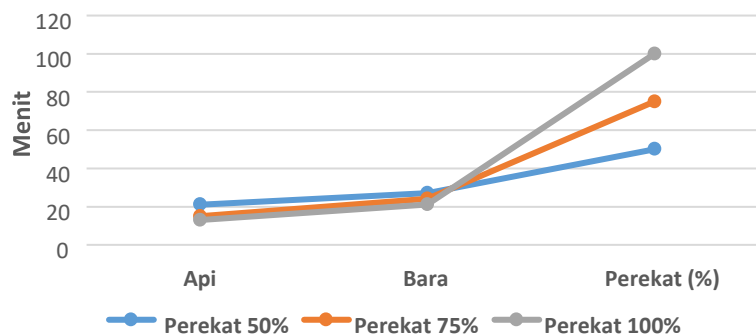
Pelet 50% perekat: suhu awal 418°C , suhu akhir 542°C , lama nyala 21 menit. Pelet 75% perekat: suhu awal 535°C , suhu akhir 547°C , lama nyala 15 menit. Pelet 100% perekat: suhu awal 540°C , suhu akhir 611°C , lama nyala 13 menit. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi perekat meningkatkan stabilitas penyalan, kecepatan propagasi nyala, dan suhu maksimum pembakaran. Hal ini disebabkan oleh kandungan pati pada perekat yang memfasilitasi pembakaran lebih cepat dan lebih merata.



Gambar 6. Suhu Pellet

b. Laju pembakaran

Grafik laju pembakaran menunjukkan bahwa pelet dengan perekat 100% memiliki laju pembakaran tertinggi, diikuti 75% dan 50%. Hal ini dikarenakan pelet 100% lebih padat, tidak mudah hancur, dan mampu mempertahankan nyala api secara kontinu.



Gambar 7. Laju Pembakaran Pellet

c. Pengaruh diameter pelet

Variasi diameter pelet (6 mm) tidak berpengaruh signifikan terhadap suhu dan kestabilan nyala, sehingga diameter 6 mm dianggap optimal untuk efisiensi pembakaran.

Implikasi Industri

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan perekat tapioka 100% pada pelet TKKS memberikan performa pembakaran terbaik. Pelet ini memiliki suhu pembakaran maksimum 611°C, lama nyala api 13 menit, residu abu 9 gr. Implikasi praktis bagi industri:

- Memperoleh pelet dengan kualitas konsisten untuk boiler atau pemanas industri.
- Mengurangi emisi polusi dan frekuensi pembersihan peralatan.
- Menjadi alternatif bahan bakar terbarukan yang efisien dan ramah lingkungan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan yaitu pelet TKKS dengan perekat tapioka 100% menunjukkan kinerja pembakaran tertinggi, dengan suhu penyalan sebesar 540°C dan suhu pembakaran maksimum sebesar 611°C. Pelet ini juga menghasilkan emisi asap yang lebih rendah dan propagasi nyala api yang lebih stabil. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi perekat meningkatkan karakteristik pembakaran dan mendukung pemanfaatan pelet EFB sebagai bahan bakar padat terbarukan.

REFERENSI

- Br Bangun, E. R., Jufrizal, J., & Nurdiana, N. (2025). Analisis Proksimat dan Nilai Kalor Biopellet Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebagai Sumber Energi Terbarukan.
- Hailu, A. (2022). Development and performance analysis of top lit updraft: natural draft gasifier stoves with various feed stocks. *Heliyon*, 8(8), e10163.
- Harefa, D. K. (2023). Study of The Potential of Palm Oil Empty Core Fiber As Composite Materials for Ship Hull. *Indonesian Journal of Maritime Technology*, 1(1), 1–10.
- Haryanto, A., Iryani, D. A., Hasanudin, U., Telaumbanua, M., Triyono, S., & Hidayat, W. (2021). Biomass Fuel From Oil Palm Empty Fruit Bunch Pellet: Potential And Challenges. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, 8(1), 33–42.
- Marini, L., Rabihati, E., Ryanti, E., Hariyani, S., & Abubakar, H. (2024). Utilization of Oil Palm Empty Fruit Bunch (EFB) Waste as a Mixing Material for Interlocking Brick Production. *Journal of Studies in Science and Engineering*, 4(1), 112–122.
- Mawaddah, S. M., Chalid, M., Pangesty, A. I., Ghozali, M., Faramitha, Y., Dimawarnita, F., Rifathin, A., Zainuddin, Z., Azhar, M. H. A., & Nugraha, A. F. (2026). Technical and Economic Evaluation of Oil Palm Empty Fruit Bunches as a Filler Alternative in Wood Polymer Composites for Sustainable Construction Applications. *Recycling*, 11(1), 9.
- Nasrin, A. B., Loh, S. K., Sukiran, M. A., Bukhari, N. A., Aziz, A. A., Lim, J., Lim, S., & Chin, E. (2022). Production and Characterization of Low-Ash Empty Fruit Bunches Pellets as a Solid Biofuel. *Bioenergy Research*, 15(1), 517–529.
- Praevia, M. F., & Widayat, W. (2022). Analisis Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Cofiring pada PLTU Batubara. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 3(1), 28–37.
- Putra, H. E., Wresta, A., Permana, D., Djaenudin, Dara, F., Indriati, L., Muchlis, Sintawardani, N., Fitria, N., Hamidah, U., & Purwanta, W. (2024). Hydrothermal treatment of empty fruit bunches for enhanced solid fuel production using palm oil mill effluent as a liquid stream. *Bioresource Technology Reports*, 25.
- Sang, C. S., Samad, N. A. F. A., & Saleh, S. B. (2025). Enhancing biofuel pellet quality using torrefaction and co-pelletization of palm kernel shell and empty fruit bunch. *Environmental Science and Pollution Research*, 32(32), 19390–19401.
- Scott, C., Desamsetty, T. M., & Rahmanian, N. (2025). Unlocking Power: Impact of Physical and Mechanical Properties of Biomass Wood Pellets on Energy Release and Carbon Emissions in Power Sector. *Waste and Biomass Valorization*, 16(1), 441–458.
- Selvia, D., Prasetyawan, H., Bahlawan, Z. A. S., Muhammad Waskito, & Christina May Putri Cahyaningrum. (2025). Utilization of Biochar from Catalytic Pyrolysis of Mixed Biomass Waste for Bio Briquette Production. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 13(2), 164–172.
- Vardhan, H., Rai, I., Kathait, N., & Agarwal, A. (2022). Crowd-sourced web survey for household travel diaries. *Transportation Research Procedia*, 62(Ewgt 2021), 245–252.
- Yahya, A. M., Partha, I. B. B., & Widyowanti, R. A. (2025). Karakteristik Papan Komposit dengan Substitusi Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan Perlakuan Susunan Serat. *BIOFOODTECH : Journal of Bioenergy and Food Technology*, 4(1), 1–16.
- Zulfikar, A., Putu, N., Novi, S., Putri, K., Umindya, G., & Tajalla, N. (2020). SPECTA *Journal of Technology*. 4(2), 1–12.