

# Pembuatan Biopelet dari Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Bakar

MUHAMMAD RAYNALDHIA PERMANA<sup>1</sup>, DIDIN AGUSTIAN PERMADI<sup>1</sup>, HIDAWATI<sup>2</sup>

1. Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional, Bandung
2. Badan Riset dan Inovasi Nasional

Email: muhammad.raynaldhia@gmail.com

## ABSTRAK

*Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan biomassa yang berpotensi sebagai bahan baku biopelet untuk pembangkit energi, namun memiliki kendala teknis terkait sifat fisiknya. Pembakaran langsung TKKS dapat menghasilkan emisi berbahaya, sehingga pengolahan melalui pembuatan biopelet diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan energi. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji potensi TKKS sebagai bahan baku biopelet. Metode yang digunakan meliputi pencacahan TKKS untuk memperkecil ukuran serat, diikuti dengan pemanasan pada suhu 200°C selama 30 menit dan pemadatan dengan tekanan 5 kgf/cm<sup>2</sup> selama 10 menit. Hasil menunjukkan bahwa proses peletisasi meningkatkan densitas dan kualitas bahan bakar, menghasilkan biopelet dengan nilai kalor tinggi yang memenuhi persyaratan SNI 8675:2018. Kesimpulannya, TKKS memiliki potensi besar sebagai bahan baku biopelet yang efisien dan ramah lingkungan.*

**Kata kunci:** tandan kosong kelapa sawit, biopelet, peletisasi, energi

## 1. PENDAHULUAN

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan biomassa lignoselulosa yang melimpah dan berpotensi dikembangkan sebagai bahan bakar untuk pembangkit energi pada *boiler* industri (Hartari dkk., 2023). Namun, secara teknis, penggunaannya sebagai bahan bakar padat masih terbatas karena beberapa sifat yang kurang mendukung, seperti kadar air tinggi, nilai kalor rendah, densitas rendah, serta sifat yang tidak homogen (Haryanto dkk., 2019). Dalam pemanfaatannya sebagai sumber energi, TKKS memiliki beberapa kendala, seperti kesulitan dalam penanganan dan transportasi, serta kandungan abu dan kadar air yang tinggi (Tanase-Opedal dkk., 2024).

Pembakaran biomassa tanpa perlakuan sebelumnya dapat menimbulkan dampak kesehatan akibat emisi karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), serta partikel padat yang berpotensi mengganggu sistem pernapasan (Yamada dkk., 2005 *dalam* Falah & Nelza, 2019). Oleh karena itu, diperlukan perlakuan khusus untuk mengolah limbah tersebut menjadi bahan bakar yang lebih ramah lingkungan, seperti biopelet. Biopelet merupakan bahan bakar padat berbasis biomassa yang berbentuk silindris kecil atau pelet, yang dihasilkan melalui proses pengempaan pada suhu dan tekanan tinggi guna menghasilkan produk yang lebih seragam (Yang dkk., 2005 *dalam* Falah & Nelza, 2019). Keunggulan biopelet terletak pada peningkatan nilai kalor saat pembakaran serta ukurannya yang seragam, sehingga memudahkan distribusi (Battacharya, 1998 *dalam* Falah & Nelza, 2019). Selain itu, pemanfaatan TKKS sebagai biopelet dapat menjadi alternatif strategis dalam penyediaan energi yang lebih ramah lingkungan, sekaligus berkontribusi dalam mitigasi perubahan iklim dan pemanasan global akibat emisi bahan bakar fosil (Falah & Nelza, 2019).

Artikel ini bertujuan untuk mengetahui potensi tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai bahan baku biopelet dalam upaya meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan pemanfaatan energi biomassa.

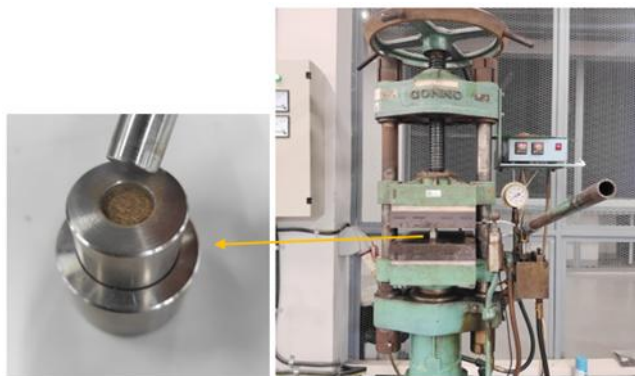
## 2. METODOLOGI

### 2.1 Preparasi Sampel TKKS

Sebelum menguji kadar lignin dan selulosa pada sampel tandan kosong kelapa sawit (TKKS), sampel tersebut harus dicacah terlebih dahulu agar ukuran seratnya menjadi lebih kecil, sehingga lebih halus dan mudah digunakan.

### 2.2 Pembuatan Biopelet

Cetakan yang sudah diisi dengan serbuk TKKS dipanaskan pada suhu 200°C selama 30 menit, lalu ditekan pada tekanan 5 kgf/cm<sup>2</sup> selama 10 menit. Proses pencetakan pelet TKKS menggunakan mesin *hotpress* dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Proses Pembuatan Pelet TKKS (Sumber: Hasil Dokumentasi, 2024)**

## 3. PEMBAHASAN

### 3.1 Mekanisme Kerja Pembuatan Biopelet

Menurut Mani dkk. (2002) *dalam* Reza dkk. (2012), proses pemadatan biomassa di bawah tekanan terdiri dari tiga tahap. Pada tahap awal, partikel menyusun ulang diri untuk membentuk massa yang lebih rapat, tetapi masih mempertahankan karakteristik dan sifat aslinya. Selanjutnya, pada tahap kedua, tekanan yang diberikan memaksa partikel saling mendekat, menyebabkan deformasi elastis atau plastis. Pada tahap ini, kontak antar partikel meningkat melalui gaya Van der Waals, gaya elektrostatis, atau penguncian mekanis yang memperkuat ikatan antar partikel. Pada tahap akhir, tekanan tinggi diberikan untuk mengurangi volume hingga kepadatan maksimum tercapai, di mana setelah itu kepadatan pelet tidak dapat berubah lagi. Jika tekanan terus ditingkatkan, ikatan yang terbentuk bisa rusak.

Lignin berfungsi sebagai perekat dalam proses peletisasi biomassa lignoselulosa yang telah mengalami perlakuan awal menggunakan DES. Beberapa senyawa dalam biomassa, seperti lignin, protein, lemak, pati, dan ekstraktif, secara alami memiliki kecenderungan untuk bertindak sebagai pengikat. Penggunaan bahan pengikat sering diterapkan untuk memperkuat tahap kedua karena mereka melunak saat mencapai suhu transisi gelas atau meleleh pada titik lelehnya, membentuk jembatan cair yang menghubungkan partikel di sekitarnya. Ketika suhu kembali turun ke suhu ruang, jembatan cair ini berubah menjadi jembatan padat. Pada suhu transisi gelas, lignin melunak dan mengalir, memungkinkan pembentukan ikatan

kovalen antara partikel yang bersentuhan. Selain itu, lignin dapat berikatan dengan selulosa melalui ikatan hidrogen, baik dalam partikel yang sama maupun dengan partikel lainnya (Reza dkk., 2012).

Menurut Reza dkk. (2012), tekanan, suhu, dan bahan pengikat merupakan faktor utama dalam adhesi partikel. Penerapan tekanan tinggi menghasilkan interlock mekanis, yang membentuk pelet dengan daya tahan rendah. Oleh karena itu, mekanisme pengikatan pelet lignoselulosa dari TKKS yang telah dikeringkan kemungkinan besar terjadi melalui *interlock* mekanis.

### 3.2 Densitas

Proses densifikasi biopelet merupakan solusi untuk mengatasi keterbatasan dalam pemanfaatan biomassa secara langsung, terutama dalam hal efisiensi penyimpanan dan transportasi (Haryanto dkk., 2022). Partikel yang lebih kecil dapat mengisi ruang kosong dalam pelet dengan lebih optimal, sehingga menghasilkan struktur yang lebih padat. Gill dkk. (2018) dalam Haryanto dkk. (2022) menjelaskan bahwa semakin kecil ukuran partikel, semakin luas kontak antarpartikel, yang berkontribusi terhadap peningkatan densitas biopelet.

Densitas merupakan perbandingan antara massa dan volume suatu bahan bakar padat, yang berpengaruh terhadap kualitas bahan bakar tersebut. Semakin tinggi densitasnya, semakin besar pula nilai kalor yang dihasilkan. Faktor utama yang menentukan tingkat kerapatan bahan bakar padat meliputi tekanan kempa, ukuran partikel, serta homogenitas material penyusunnya (Falah & Nelza, 2019).

### 3.3 Syarat Mutu Pelet Biomassa untuk Energi

SNI 8675:2018 menjadi standar untuk menetapkan persyaratan pelet biomassa yang digunakan sebagai energi untuk keperluan rumah tangga dan/atau industri. Syarat mutu dan metode uji pelet biomassa dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1. Spesifikasi Standar Pelet Biomassa**

No.	Parameter Uji	Satuan, min/maks	Persyaratan Industri	Metode Uji
1.	Densitas	$g/cm^3$ , min	0,8	SNI 8021
2.	Kadar air	%, maks	12	SNI 01-1506
3.	<i>Volatile matter</i>	%, maks	80	SNI 06-3730
4.	Kadar abu	%, maks	5	ASTM E1755
5.	Kadar karbon tetap	%, min	14	SNI 06-3730
6.	Nilai kalor neto	MJ/kg, min	16,5	SNI 01-6235

## 4. KESIMPULAN

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) memiliki potensi besar sebagai bahan baku biopelet dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan energi biomassa. Proses pemadatan biopelet melalui tiga tahap utama memungkinkan pembentukan struktur yang lebih padat dan stabil, dengan lignin berperan sebagai perekat alami yang memperkuat ikatan antarpartikel. Faktor seperti tekanan, suhu, dan bahan pengikat sangat menentukan kualitas biopelet, termasuk densitas dan daya tahannya. Densifikasi biopelet TKKS menjadi solusi untuk meningkatkan efisiensi penyimpanan dan transportasi, sekaligus menghasilkan nilai kalor yang lebih tinggi. Dengan memenuhi standar mutu SNI 8675:2018, biopelet TKKS dapat menjadi alternatif bahan bakar yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam mendukung transisi energi bersih.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan untuk Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) KST Samaun Samadikun Bandung yang telah menerima, membantu, mendukung, dan mendanai penelitian ini. Tidak lupa ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada para pembimbing yang telah membagikan ilmunya dan turut membantu, membimbing, dan memberikan arahan selama penelitian tugas akhir di BRIN.

## DAFTAR RUJUKAN

- Falah, M., & Nelza, N. (2019). Pembuatan Biopellet dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebagai Bahan Bakar Terbarukan. *Regional Development Industry & Health Science, Technology and Art of Life*. 2(1): 90-95.
- Hartari, W. R., Delvitasari, F., Maryanti, M., Undadreja, B., Hasbullah, F., & Deksono, G. A. (2023). Pengujian Lignoselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Waktu Delignifikasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Menggunakan Uap Bertekanan. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*. 11(3): 151-158.
- Haryanto, A., & Rahmawati, W. (2022). Karakteristik Bahan Bakar Pelet Jerami Padi: Pengaruh Ukuran Partikel dan Penambahan Bekatul. *J. Agriculture Biosystem Engineering*. 1(1): 32-42.
- Reza, M. T., Lynam, J. G., Vasquez, V. R., & Coronella, C. J. (2012). Pelletization of Biochar from Hydrothermally Carbonized Wood. *Environmental Progress & Sustainable Energy*. 31(2): 225-234.
- Komite Teknis 27-04 Bioenergi. (2018). *SNI 8675 Pelet Biomassa untuk Energi*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Tanase-Opedal, M., Ghoreishi, S., Hermundsgård, D. H., Barth, T., Moe, S. T., & Brusletto, R. (2024). Steam Explosion of Lignocellulosic Residues for Co-Production of Value-Added Chemicals and High-Quality Pellets. *Biomass and Bioenergy*. 181: 1-16.