

Analisis Nilai Kalor Biopelet dari Limbah Tongkol Jagung dan Plastik LDPE

Fadilla Rachmadani¹, Ahmad Erlan Afiuddin¹, Alma Vita Sophia^{1*}

¹Program Studi D4 Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

*Email : alma@ppns.ac.id

Abstrak

Proses produksi industri semen termasuk proses produksi *high energy* yang membutuhkan energi termal cukup besar, perlunya penerapan *co-processing* secara bertahap pada proses produksi, dengan memanfaatkan bahan bakar alternatif berupa biomassa sebagai substitusi batubara yang memiliki sifat energi *non-renewable*. Ketersediaan sumber energi tersebut semakin menurun, untuk itu diperlukan bahan alternatif baru yang dapat mengurangi konsumsi penggunaan bahan bakar utama dengan memanfaatkan limbah tongkol jagung dan limbah plastik LDPE sebagai biopelet yang sesuai dengan standar mutu biopelet pada biomassa untuk energi yaitu SNI 8675:2018. Penelitian ini menggunakan metode torefaksi untuk meningkatkan nilai kalor yang terkandung pada biopelet. Rasio variabel komposisi bahan baku dari limbah jagung dibandingkan dengan limbah plastik LDPE yang digunakan pada penelitian yaitu 90%:10% dan 95%:5% dengan suhu proses torefaksi 200°C, 250°C, dan 300°C, serta suhu pada pemanasan manual dengan sinar matahari selama 20 menit. Perakat yang digunakan berupa tepung tapioka dengan kadar campuran 20% dari total berat biopelet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kalor biopelet memenuhi baku mutu dengan *range* nilai 18,14 MJ/Kg – 34,61 MJ/Kg dan nilai kalor terbaik pada variasi komposisi 90% tongkol jagung dan 10% plastik LDPE dengan suhu 250°C.

Keywords : biopelet, nilai kalor, torefaksi

1. PENDAHULUAN

Proses produksi industri semen termasuk proses produksi *high energy* yang membutuhkan energi termal cukup besar dengan konsumsi batubara mencapai 9.774 ton pada Januari 2019, sedangkan pada Januari 2020 diperkirakan membutuhkan 14.265 ton batubara (Putra, G., & Maulud, A. R., 2020). Perlunya penerapan *co-processing* secara bertahap pada proses produksi, dengan memanfaatkan bahan bakar alternatif berupa biomassa sebagai substitusi batubara yang memiliki sifat energi *non-renewable* (Pamungkas, 2010). Pemanfaatan energi terbarukan menggunakan tongkol jagung pada proses produksi industri semen saat ini tanpa adanya proses *pre-treatment* menghasilkan nilai kalori 3.500 – 4.500 kkal/kg, sedangkan kandungan yang terdapat pada tongkol jagung berupa serat kasar sebesar 33%, 44,9% selulosa, dan 33,3% lignin (Kapita, dkk., 2021) yang memungkinkan tongkol jagung dijadikan bahan baku biopelet. Menurut Asip, F., dkk., (2014) mengungkapkan bahwa salah satu jenis plastik *Low density poli-etilena* (LDPE) misalnya kantong plastik dan plastik *wrap* berpotensi untuk dijadikan pencampuran material pada biopelet karena memiliki nilai kalor yang sangat tinggi, yaitu 11,758 Kal/gram.

Umumnya karakteristik biopelet memiliki nilai kalor yang relatif rendah jika dibandingkan dengan batubara. Menurut Suganal, dkk., (2019) mengungkapkan bahwa peningkatan nilai kalor dapat dilakukan dengan proses torefaksi. Sebelumnya telah dilakukan penelitian terhadap peningkatan nilai kalor buah karet untuk bahan bakar briket melalui torefaksi, dimana proses torefaksi dapat meningkatkan nilai kalor dan dihasilkan pembakaran yang bersih dengan sedikit asap pada suatu biomassa dengan perlakuan panas pada suhu 200°C – 300°C (Pratiwi, I., 2016).

Biopelet merupakan hasil pengempaan bahan bakar alternatif berbentuk silinder padat, umumnya biopelet memiliki panjang 6-22 mm dan diameter 12 mm yang digunakan sebagai energi alternatif dari biomassa (Tari, I. S., dkk., 2021). Berdasarkan SNI 8675:2018 yang menunjukkan kualitas bahan bakar biopelet pada nilai kalor sesuai dengan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Standar Kualitas Biopelet berdasarkan SNI 8675:2018

| Parameter Uji | Satuan, min/maks | Standar SNI 8675:2018 |
|-------------------|------------------|-----------------------|
| Nilai Kalor Netto | MJ/kg, min | 16,5 |

Sumber : Standar SNI 8675:2018

Dari **Tabel 1.** diatas menunjukkan standar kualitas biopelet dengan parameter uji nilai kalor pada SNI 8675:2018. Pembuatan biopelet biomassa membutuhkan penambahan perekat untuk meningkatkan sifat fisik pada biopelet. Dengan adanya penambahan kadar perekat yang sesuai pada pembuatan biopelet dapat meningkatkan nilai kalor (Kale, J., dkk., 2019). Pada penelitian ini menggunakan perekat tepung tapioka, pemilihan perekat tapioka dikarenakan perlakuan optimal terjadi pada penggunaan perekat tersebut dan mudah untuk didapatkan.

Proses torefaksi merupakan salah satu proses termokimia yang banyak digunakan untuk meningkatkan nilai kalor pada biomassa dan menurunkan kelemahan-kelemahan dari biomassa tersebut seperti rendahnya nilai kalor dan densitas energi, kelembaban tinggi, efisiensi pembakaran rendah dan energi penggilingan yang tinggi (Suastika, K. G., dkk., 2019). Menurut Rosyadi (2019), proses torefaksi berpengaruh pada hasil pengujian *proximate*, dimana terjadi peningkatan presentase kadar abu, penurunan kadar air, dan penurunan kadar zat terbang.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlangsung pada bulan Januari 2022 hingga Juli 2022 di Laboratorium Kimia PPNS untuk pembuatan biopelet dan Laboratorium UIN Maulana Malik Ibrahim Malang untuk pengujian nilai kalor. Variasi penelitian yang digunakan yaitu rasio bahan baku limbah tongkol jagung dan plastik LDPE yang terlampir pada **Tabel 2.** Penelitian ini menggunakan metode torefaksi dengan suhu 200°C, 250°C, dan 300°C serta membandingkan pada pemanasan manual dengan sinar matahari selama 20 menit.

Tabel 2. Variasi Penelitian

| Bahan | Perbandingan Komposisi Bahan | Suhu pada Proses Torefaksi | | | Pemanasan Manual pada Sinar Matahari |
|------------------|------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|
| | | 200°C | 250°C | 300°C | |
| Tongkol Jagung : | 90% : 10% | Variasi 1 | Variasi 3 | Variasi 5 | Variasi 7 |
| Plastik LDPE | 95% : 5% | Variasi 2 | Variasi 4 | Variasi 6 | Variasi 8 |

Tabel 2. menunjukkan variasi penelitian pada perbandingan rasio komposisi bahan dan penggunaan suhu pada proses torefaksi serta pemanasan manual pada sinar matahari. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah oven, timbangan, *grinder*, *screen* (ayakan) ukuran 20 *mesh*, pencetak biopelet, kontainer plastik, dan *electric furnace* (EF). Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah tongkol jagung, plastik LDPE, perekat tepung tapioka dengan presentase 20%, air, dan aluminium foil.

- a. Tahap Persiapan
 Proses awal dari pengumpulan bahan limbah tongkol jagung dan plastik LDPE, kemudian masing-masing bahan dikeringkan, 4 hari untuk limbah tongkol jagung dan 1 hari untuk plastik LDPE. Setelah itu, limbah tongkol jagung dipotong lebih kecil dan digiling hingga halus, sedangkan pada plastik LDPE dipotong kecil-kecil menggunakan gunting. Sampel yang telah jadi diayak dengan ukuran 20 *mesh* yang bertujuan untuk menyeragamkan ukuran partikel dari kedua sampel.
- b. Tahap Pembuatan Biopelet
 Proses selanjutnya, membuat adonan dari kedua sampel dan perekat yang menggunakan tepung tapioka dengan presentase 20%. Kemudian dilakukan pengepresan, adonan yang telah tercampur dimasukkan ke dalam cetakan biopelet. Biopelet yang dihasilkan 40 buah, selanjutnya dilakukan pemanasan pada oven selama 24 jam dengan suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$.
- c. Tahap Pemanasan
 Proses pemanasan dilakukan dengan menggunakan proses torefaksi dan pemanasan manual menggunakan sinar matahari. Proses torefaksi dilakukan selama 20 menit pada 200°C, 250°C, dan 300°C serta pemanasan manual dengan sinar matahari dengan perlakuan yang sama.
- d. Tahap Pengujian Nilai Kalor Biopelet
 Prinsip penentuan nilai kalor umumnya dilakukan dengan menggunakan alat *bomb calorimeter*.

Perhitungan nilai kalor dapat dilakukan dengan persamaan 1. pada rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai kalor (kkal/kg)} = \frac{\Delta t \times W}{mbb} - B \quad \text{persamaan (1)}$$

Keterangan

Δt = Perbedaan suhu rata – rata ($^{\circ}\text{C}$).

W = Nilai air kalorimeter ($\text{kal}/^{\circ}\text{C}$).

mbb = Massa bahan bakar (g).

B = Koreksi panas pada kawat besi (kal/g).

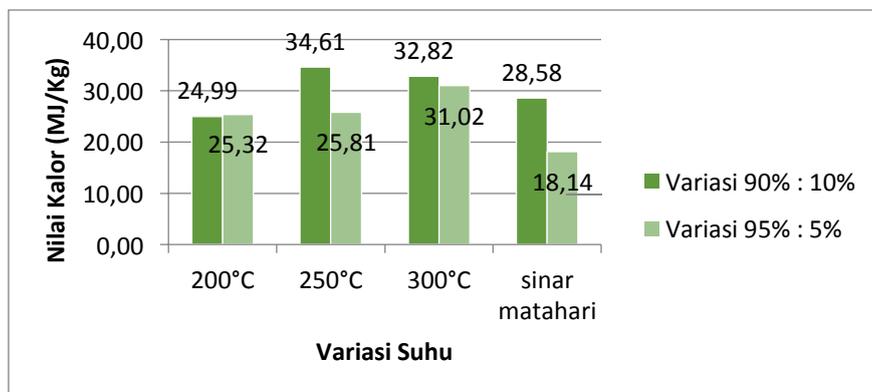
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian diperoleh satuan nilai kalor berupa cal/gram, sehingga perlu adanya perubahan pada konversi satuan sesuai dengan SNI, dimana nilai 1 cal/gram sama dengan 0,004187 MJ/K. Konversi satuan pada nilai kalor diperoleh pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Konversi Satuan Nilai Kalor

| Variasi | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Nilai kalor (cal/gram) | 5968,43 | 6046,33 | 8266,17 | 6163,19 | 7838,17 | 7409,68 | 6825,39 | 4332,4 |
| Nilai kalor (MJ/K) | 24,98982 | 25,31598 | 34,61045 | 25,80528 | 32,81842 | 31,02433 | 28,57791 | 18,13976 |

Tabel 3. menunjukkan hasil nilai kalor dari hasil pengujian, dimana nilai satuan kalor dikonversikan sesuai dengan standar mutu. Hasil pengujian nilai kalor menunjukkan nilai sebesar 18,14 MJ/Kg – 34,61 MJ/Kg. Nilai kalor tertinggi adalah pada perlakuan biopelet dengan variasi 90% : 10% pada suhu 250 $^{\circ}\text{C}$ dan terendah pada perlakuan biopelet dengan variasi 95% : 5% pada suhu dengan pemanasan manual sinar matahari. Berdasarkan standar mutu pada **Tabel 1.**, keseluruhan perlakuan pada biopelet memenuhi standar mutu yang berlaku dengan nilai kalor yang dihasilkan lebih besar dari 16,5 MJ/Kg. Nilai kalor biopelet dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Nilai Kalor

Gambar 1. menunjukkan hasil pengujian pada nilai kalor biopelet. Umumnya nilai kalor pada grafik menunjukkan bahwa penggunaan suhu yang terus meningkat akan menimbulkan kenaikan pada nilai kalor, hal ini selaras dengan penelitian Pratiwi (2019) yang mengungkapkan bahwa proses torefaksi dapat meningkatkan nilai kalor yang dihasilkan seiring dengan meningkatnya suhu. Sama halnya dengan penelitian Faizal (2018) mengungkapkan bahwa seiring bertambahnya rasio plastik LDPE maka semakin meningkat nilai kalor yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan nilai kalor limbah plastik LDPE lebih besar daripada nilai kalor tongkol jagung, sehingga penambahan rasio plastik LDPE meningkatkan nilai kalor.

Menurut Jerry, dkk., (2019), nilai kalor batubara pada kegiatan industri yang digunakan sebagai bahan bakar diatas range 4.000 kkal/kg, jika dibandingkan dengan data yang diperoleh dari nilai kalor biopelet hasil penelitian, maka biopelet dapat digunakan sebagai bahan bakar (*feeding pre-heater*) dalam industri semen.

Umumnya penggunaan presentase campuran sebesar 1% sampai dengan 5%, hal ini berlaku pada jenis biomassa ataupun limbah jenis tertentu yang telah diolah (Tanbar, 2021).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa biopellet dari limbah tongkol jagung dan plastik LDPE dengan nilai kalor terbaik adalah variasi 90% : 10% pada suhu 250°C. Kalor yang dihasilkan sebesar 34,61 MJ/Kg.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih diberikan kepada kedua dosen pembimbing yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, kedua orang tua dan seluruh pihak yang telah ikut serta membantu dalam penelitian yang telah dilakukan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Asip, F., Anggun, T., & Fitri, N. (2014). Pembuatan briket dari campuran limbah plastik LDPE, tempurung kelapadan cangkang sawit. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(2).
- Faizal, M., Rifky, A. D., & Sanjaya, I. (2018). Pembuatan briket dari campuran limbah plastik LDPE dan kulit buahkapuk sebagai energi alternatif. *Jurnal Teknik Kimia*, 24(1), 8-16.
- Jerry, J., Febriyanto, P., & Satria, A. W. (2019). Kajian Awal Pemanfaatan Limbah Onggok Sebagai Substitusi Batubara. *JURNAL INTEGRASI PROSES*, 8(1), 14-18.
- Kale, J., Mula, Y. R., Iskandar, T., & Anggraini, S. P. A. (2019). Optimalisasi proses pembuatan briket arang bambu dengan menggunakan perekat organik. In *Prosiding SENTIKUIN (Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur)* (Vol. 2, pp. A8-1).
- Kapita, H., Idrus, S., & Fanumbi, F. (2021). Pemanfaatan Limbah Biomassa Kelapa Dan Tongkol Jagung Untuk Pembuatan Briket. *Jurnal Teknik SILITEK*, 1(01), 9-16.
- Pamungkas, Y. (2010). Teknologi Co-Processing: Solusi Alternatif Mereduksi Bahan Bakar Fosil Dan Gas Co2 Di Industri Semen Indonesia. *Jurnal Rekayasa Proses*, 4(02).
- Pratiwi, I. (2016). Peningkatan Nilai Kalor Buah Karet Untuk Bahan Bakar Briket Melalui Torefaksi. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 7(02), 63-66.
- Putra, G., & Maulud, A. R. (2020). Peramalan Kebutuhan Batubara Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing di PT. Solusi Bangun Andalas. *Jurnal Optimalisasi*, 6(2), 131-141.
- Rosyadi, I., Yusuf, Y., Aswata, A., Fadhil, M. A., & Haryadi, H. (2019). Pengaruh Peningkatan Temperatur Terhadap Nilai Kalor, Proksimat dan Ultimat Pada Sampah Padat Kota (MSW). *FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 120-126
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2018). *Pelet Biomassa untuk Energi*. (SNI 8675:2018). Badan Standardisasi Nasional.
- Suastika, K. G., Karelius, K., Dirgantara, M., & Rumbang, N. (2019). Proses Torefaksi Untuk Meningkatkan Nilai Kalor Cangkang Sawit dengan Metode COMB. *Risalah Fisika*, 3(2), 47-50.
- Suganal, S., & Hudaya, G. K. (2019). Bahan Bakar Co-Firing Dari Batubara Dan Biomassa Tertorefaksi Dalam Bentuk Briket (Skala Laboratorium). *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 15(1), 31-48.
- Tanbar, F. (2021). Analisa Karakteristik Pengujian Co-Firing Biomassa Sawdust Pada Pltu Type Pulverized Coal Boiler Sebagai Upaya Bauran Renewable Energy. *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy*, 5(2)
- Tari, I. S., Ulfah, D., & Satriadi, T. (2021). Pengaruh Komposisi Limbah Serbuk Kayu Flamboyan (*Delonix Regia*) dan Kayu Trembesi (*Samanea Saman*) terhadap Karakteristik Biopellet sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Sylva Scientiae*, 4(4), 701-711