

Studi Eksperimental Karakteristik Pembakaran Briket Limbah Padat Industri Minyak Kelapa Sawit dengan Variasi Tekanan Pembriketan menggunakan Metode *Thermogravimeti Analysis (TGA)*

Novi Caroko^{1,a*}, Wahyudi^{2,b}, Sudarja^{3,c}, dan Abdillah Irwan^{4,c}

^{1,2,3,4}Jurusian Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Lingkar Selatan Tamantirto Kasihan Bantul Yogyakarta 55183, Indonesia

Telp. 0274-387656

* novicaroko@yahoo.co.id

Abstrak

Penggunaan energi fosil dalam proses pembakaran menimbulkan dampak negatif berupa peningkatan kadar CO₂ di atmosfer yang akan berujung pada efek pemanasan global. Selain masalah lingkungan, penggunaan bahan bakar fosil juga memiliki keterbatasan dalam jumlah ketersediaannya. Upaya-upaya peningkatan penggunaan energy non fosil (energi baru terbarukan) telah dinyatakan dalam bentuk sasaran energi primer nasional 2025. Biomassa merupakan salah satu energi yang tersedia dalam jumlah yang besar di Indonesia. Salah satu jenis biomassa yang memiliki jumlah banyak dan belum optimal penggunaannya adalah limbah padat industry minyak Kelapa Sawit. Limbah industry miyak Kelapa Sawit yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang, serat, dan tandan kosong Kelapa Sawit. Limbah Padat industry minyak Kelapa Sawit tersebut dihancurkan hingga lolos mesh 20. Pembriketan dilakukan dengan menggunakan bahan perekat Kanji sebanyak 10% dan tekanan pembriketan 200 kg/cm², 250 kg/cm², dan 300 kg/cm². Pengujian karakteristik pembakaran menggunakan metode *thermogravimetri analysis (TGA)*. Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa semakin tinggi tekanan pembriketan akan mengakibatkan nilai Initial Temperature of Volatile Matter (ITVM), Initial Temperature of Fix Carbon (ITFC), Peak Temperature (PT) dan Burning Out of Temperarure (BT) yang semakin tinggi, waktu pembakaran yang semakin lama, dan nilai energi aktivasi (Ea) yang semakin besar.

Kata kunci : Tekanan pembriketan, TGA, ITVM, ITFC, PT, BT, dan energi aktivasi.

Latar belakang

Pertambahan jumlah penduduk, kemajuan teknologi, dan peningkatan perekonomian menyebabkan peningkatan konsumsi energi di Indonesia. Namun peningkatan kebutuhan akan konsumsi energi tersebut tidak diiringi dengan kestabilan harga dan pasokan energi yang mencukupi. Penggunaan energi fosil seperti minyak bumi, gas, dan batu bara berdampak memunculkan isu lingkungan dalam hal emisi CO₂ dan pemanasan global. Kepedulian terhadap permasalahan tersebut mendorong keluarnya kebijakan pengurangan konsumsi bahan bakar fosil dan peningkatan penggunaan energi baru terbarukan (EBT) yang dinyatakan dalam bentuk sasaran energi primer nasional 2025.

Salah satu upaya untuk memenuhi target energi nasional tersebut adalah penggalakan penggunaan biomassa sebagai sumber energi. Biomassa merupakan salah satu energi yang tersedia dalam jumlah yang besar di Indonesia. Industri minyak Kelapa Sawit berkembang sangat pesat di Indonesia dan menghasilkan limbah padat berupa cangkang sebesar 5,5%, serat sebesar 13,5%, dan tandan kosong sebesar 23% sebagai sisa kegiatan industrinya. Keterbatasan penguasaan teknologi terlebih komitmen untuk memanfaatkan limbah padat industry minyak Kelapa Sawit mengakibatkan penggunaan limbah potensial ini baru sebatas sebagai pupuk. Limbah padat industri minyak Kelapa Sawit dapat diolah menjadi suatu bahan bakar padat alternatif.

Teknik pembriketan dapat dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok yang dikategorikan berdasarkan pada besarnya tekanan pembriketan (Grover dan Mishra, 1996), yaitu :

- Pembriketan tekanan tinggi ($1000 - 2500 \text{ kg/cm}^2$).
- Pembriketan tekanan medium ($500 - 1000 \text{ kg/cm}^2$) dengan pemanasan.
- Pembriketan tekanan rendah ($250 - 500 \text{ kg/cm}^2$) dengan bahan pengikat.

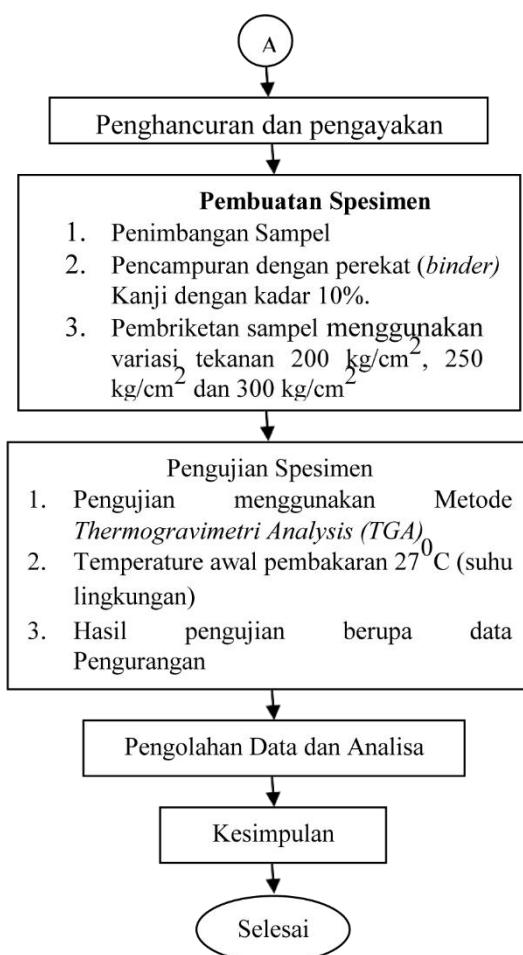
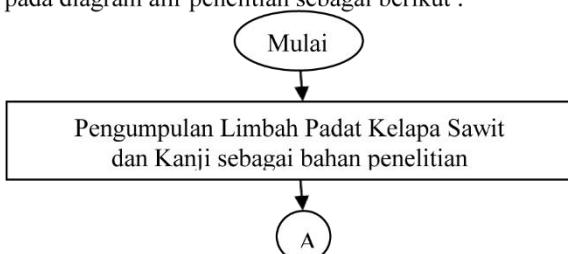
Menurut Sulistyanto (2006) faktor-faktor yang mempengaruhi pembakaran bahan bakar padat (biobriket) yaitu :

- Jenis bahan bakar
- Ukuran partikel
- Kecepatan aliran udara
- Temperatur udara pembakaran

Pengujian tingkat kelayakan limbah Kelapa Sawit untuk bahan bakar alternatif dilakukan dengan menggunakan metode *Thermogravimetry Analysis (TGA)*. *TGA* merupakan suatu metode analisa perhitungan stabilitas termal dan fraksi komponen zat volatilnya dengan merekam perubahan laju pengurangan massa selama spesimen dilakukan proses pembakaran dalam lingkungan atmosfer oksidatif. Pada penelitian ini akan dikaji mengenai pengaruh variasi perekat tekanan pembriketan terhadap karakteristik pembakaran briket limbah industri minyak Kelapa Sawit meliputi laju pengurangan massa (\dot{m}), *Initiation Temperature of Volatile Matter (ITVM)*, *Initiation Temperature of Fixed Carbon (ITFC)*, *Peak of weight loss rate Temperature (PT)*, *Burning out Temperature (BT)* dan Energi Aktivasi (E_a).

Metodologi

Prosedur penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada diagram alir penelitian sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah (a) Cangkang, (b) Serat, dan (c) Tandan Kosong Kelapa Sawit.

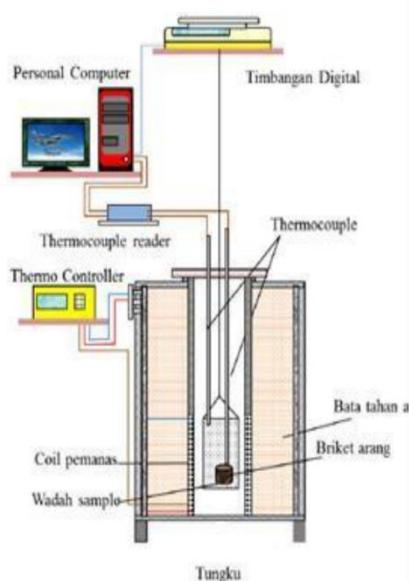


Gambar 2. Limbah Industri Kelapa Sawit. (a). Cangkang, (b). Serat, (c). Tandan Kosong.

Kondisi perlakuan yang diberikan pada proses pembriketan :

- Perekat terbuat dari kanji, perekat kanji terlebih dahulu dimasak dengan air dengan perbandingan 60 ml air dicampur dengan 10 g kanji.
- Pengepresan yang dilakukan menggunakan variasi tekanan pembriketan 200kg/cm^2 , 250 kg/cm^2 , dan 300 kg/cm^2 .

- c. Variasi persentase massa perekat adalah 10%.
 - d. Massa total briket adalah ± 3 g.
 - e. Perbandingan yang digunakan adalah 3 gram briket dengan 10% perekat.



Gambar 3. Skema instalasi alat uji pembakaran.

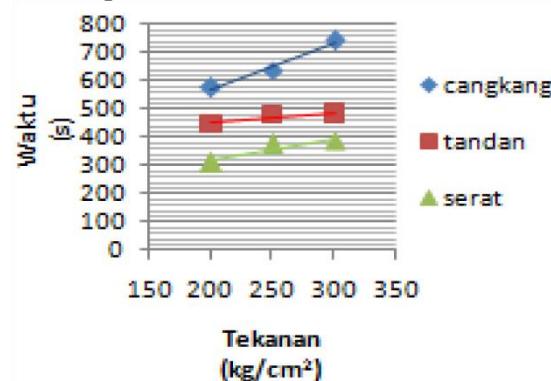
Perhitungan nilai energy aktivasi dilakukan dengan menggunakan persamaan Arrhenius (Borman, 1998) :

$$\frac{dX}{dt} = -Ae^{-(E/RT)}X^n, \quad \dots \dots \dots (1)$$

Dimana X adalah berat dari sampel yang bereaksi (kg), t adalah waktu (menit), A adalah pra-exponensial atau faktor frekuensi (menit^{-1}), E adalah energi aktivasi dari reaksi dekomposisi (kJ/mol), R adalah konstanta gas universal (kJ/mol.K), T adalah temperatur absolut (K), dan n adalah orde reaksi (-).

Hasil

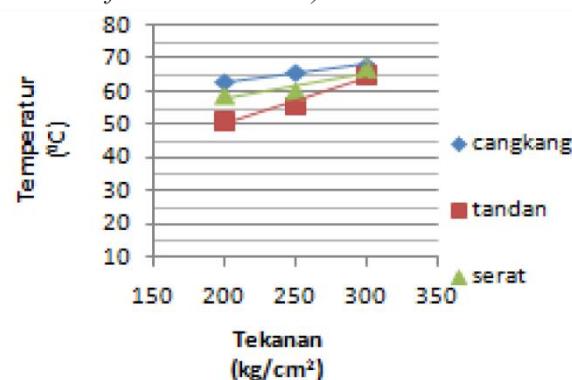
- a. Pengaruh tekanan terhadap lama pembakaran Briket.



Gambar 4. Grafik pengaruh tekanan pembriketan terhadap lama waktu pembakaran briket.

Dari gambar 4. dapat diketahui bahwa waktu pembakaran briket memiliki *trend line* yang meningkat seiring dengan kenaikan tekanan pembriketan. Hal tersebut dimungkinkan karena semakin besar tekanan pembriketan akan memperkecil pori-pori briket, sehingga proses oksidasi semakin sulit terjadi dan pada akhirnya briket akan susah terbakar.

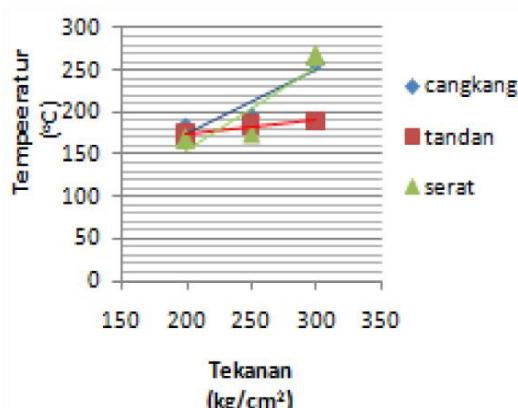
- b. Nilai ITVM (*Initiation Temperature of Volatile Matter*).



Gambar 5. Grafik pengaruh tekanan pembriketan terhadap nilai ITVM.

Dari gambar 5 dapat diketahui bahwa kenaikan tekanan pembriketan akan berakibat naiknya nilai ITVM, hal ini dimungkinkan terjadi karena semakin besar tekanan pembriketan maka akan memperkecil pori-pori briket sehingga *volatile matter* akan semakin susah terlepas.

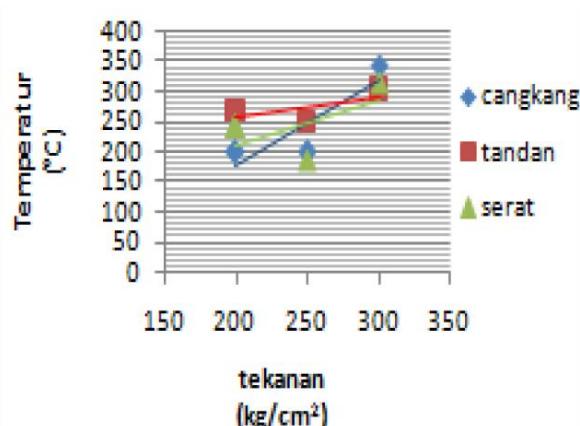
- c. Nilai ITFC (*Initiation Temperature of Fixed Carbon*).



Gambar 6. Grafik pengaruh tekanan pembriketan terhadap nilai ITFC.

Dari gambar 6 dapat diketahui bahwa nilai ITFC pada pembakaran briket limbah padat industri minyak Kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan memiliki *trend line* yang meningkat. Hal ini dimungkinkan karena semakin tinggi tekanan pembriketan akan memperkecil pori-pori briket, sehingga proses oksidasi semakin sulit yang akhirnya berakibat nilai temperature awal proses pembakaran akan semakin tinggi.

- d. Nilai PT (*Peak of weight loss rate Temperature*).

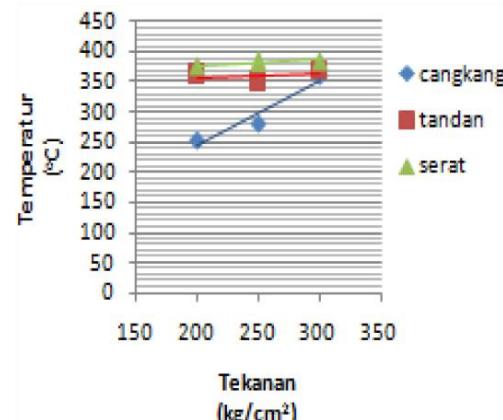


Gambar 7. Grafik pengaruh tekanan pembriketan terhadap nilai PT.

Dari gambar 7 dapat diketahui bahwa nilai PT pada pembakaran briket limbah Kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan memiliki *trend line* yang meningkat. Hal ini dimungkinkan karena semakin besar tekanan pembriketan maka akan menurunkan kandungan air dan akan menaikkan nilai *fixed carbon* yang akan berakibat meningkatnya temperatur pembakaran. Dampak dari kenaikan temperatur pembakaran ini akan berakibat meningkatnya nilai BT.

kandungan air dan akan menaikkan nilai *fixed carbon* sehingga temperatur hasil pembakaran akan semakin meningkat.

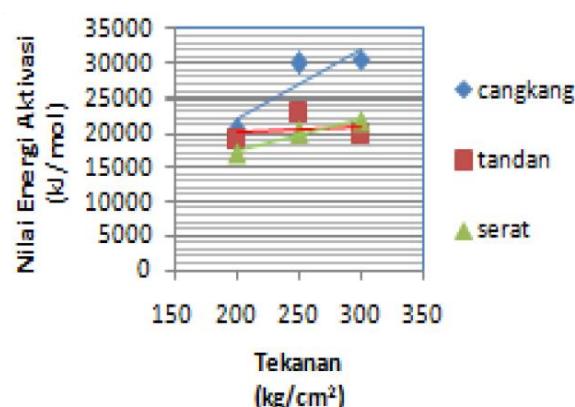
- e. Nilai BT (*Burning out Temperature*).



Gambar 8. Grafik pengaruh tekanan pembriketan terhadap nilai BT.

Dari gambar 8 dapat diketahui bahwa nilai BT pada pembakaran briket limbah padat industri minyak Kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan menunjukkan *trend line* yang meningkat, hal ini dimungkinkan karena semakin besar tekanan pembriketan maka akan menurunkan kandungan air dan akan menaikkan nilai *fixed carbon* yang akan berakibat meningkatnya temperatur pembakaran. Dampak dari kenaikan temperatur pembakaran ini akan berakibat meningkatnya nilai BT.

- f. Energi aktifasi



Gambar 8. Grafik pengaruh tekanan pembriketan terhadap nilai Ea.

Dari gambar 8 dapat diketahui bahwa menaikan tekanan pembriketan akan berakibat meningkatnya nilai energi aktivasi. Hal ini dimungkinkan karena semakin tinggi tekanan pembriketan maka pori-pori briket akan semakin rapat sehingga proses oksidasi semakin sulit.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin tinggi tekanan pembriketan akan mengakibatkan semakin lamanya proses pembakaran serta meningkatkan nilai ITVM, ITFC, PT,dan BT.
2. Energi Aktifasi yang dibutuhkan untuk memulai proses pembakaran akan semakin besar dengan peningkatan tekanan pengepresan. Hal tersebut dimungkinkan karena semakin besar tekanan pembriketan maka proses oksidasi juga akan semakin sulit berlangsung.

Referensi

- Borman, G., L., and Ragland, K., W., 1998, "Combustion Engineering", Internatinal Editions, Mc Graw-hill, Singapore.
- Grover, P.D. dan Mishra, S.K., 1996, *Biomass Briqueting : Tecnology and Praceties*, Field Document No 46, FAO-Regional Wood Energy Development Program (RWEDP) in Asia, Bangkok.
- Sulistyanto, A.,2006, *Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara Dan Sabut Kelapa*. Vol 7.N0.2.pp. 77-84.