

PEMBUATAN *BIO-CHAR* DARI TONGKOL JAGUNG DENGAN PROSES TOREFAKSI

Muhammad Fachri¹, Rasyidah Larasati², dan Firdaus³
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta.

ABSTRAK – Energi fosil dan batubara merupakan sumber energi tak terbarukan dan keberadaannya suatu saat pasti akan habis. Salah satu cara untuk mengurangi ketergantungan akan energi fosil adalah dengan cara pengembangan energi terbarukan yang berbasis bahan biomassa yang bisa diperbaharui salah satunya *bio-char* hasil torefaksi. Torefaksi merupakan salah satu metode untuk pengolahan awal biomassa agar kualitas biomassa meningkat dan biomassa dapat dipergunakan dalam rentang waktu lama. Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah tongkol jagung. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan pengaruh variasi waktu 30 menit, 60 menit, dan 90 menit dengan suhu masing masing 200 °C, 250 °C, dan 300 °C, dan variasi ukuran tongkol jagung 1 cm, 2 cm, dan 3 cm. Pada variasi suhu 300 °C, waktu 60 menit dengan ukuran 1 cm memiliki nilai kadar air yang lebih rendah dibandingkan SNI 1683:2021. Dari data yang diperoleh pada variasi suhu, waktu, dan ukuran memiliki nilai kadar abu dan volatile matter yang lebih tinggi dibandingkan SNI. Pada pengujian nilai kalor, *bio-char* yang dipilih dengan variasi ukuran 3 cm, suhu 250 °C, dan waktu selama 90 menit. Nilai kalor dari *bio-char* hasil torefaksi sebesar 7220,87 kal/g lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kalor acuan SNI 1683:2021 sebesar 6500 kal/g.

Kata Kunci: *Bio-char*, Suhu, Tongkol Jagung, Torefaksi, Ukuran, Waktu

PENDAHULUAN

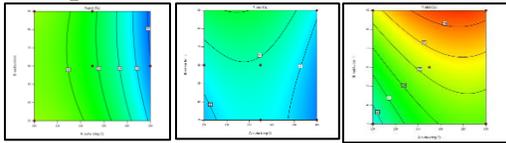
Energi biomassa adalah energi yang diperoleh dari bahan organik contohnya dari limbah pertanian. Limbah pertanian yang dapat diolah menjadi bahan bakar alternatif adalah tongkol jagung. Tongkol jagung, yang kaya akan selulosa, hemiselulosa, dan lignin, merupakan limbah tanaman jagung yang belum dimanfaatkan secara optimal. Dengan produksi jagung di Sumatera Barat mencapai 935. 761 Ton pada 2020, limbah ini memiliki potensi besar sebagai bahan baku *bio-char*. *Bio-char*, atau arang berpori, dihasilkan melalui proses pembakaran dengan oksigen minimal dan memiliki kandungan karbon tinggi yang sebanding dengan batubara berkualitas. Limbah biomassa seperti tongkol jagung, sekam padi, dan tempurung kelapa sangat cocok untuk produksi *bio-char*. Torefaksi, metode pengolahan awal biomassa, dilakukan pada suhu 200°-300°C untuk meningkatkan kualitas biomassa dan memperpanjang penggunaannya. Proses ini juga mengurangi bahan volatil yang tidak diinginkan seperti oksida nitrogen dan oksida sulfur, menjadikan *bio-char* produk bernilai tambah untuk berbagai keperluan energi dan lingkungan.

METODE PENELITIAN

1. Tahap Persiapan Bahan dan Tahapan Proses
Proses pembuatan *bio-char* dari tongkol jagung melibatkan pencucian, pengeringan, pemotongan (1 cm, 2 cm, 3 cm), dan pemanasan dalam tungku pada suhu 200°C, 250°C, 300°C selama 30, 60, 90 menit dilakukan menggunakan tungku torefaksi. Hasil *bio-char* diuji dengan beberapa parameter yaitu nilai kalor, kadar air, kadar abu, dan volatile matter.
2. Rancangan Percobaan
Perancangan percobaan pada penelitian dilakukan dengan metode optimasi menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) dengan faktor perlakuan yaitu suhu proses (X1), lama waktu (X2), dan ukuran bahan (X3). Sedangkan respon yang diuji adalah yield (Y1), kadar air (Y2), kadar abu (Y3) dan volatile matter (Y4). Perolehan dan parameter analisis yang didapatkan akan dimasukkan dalam *software* yaitu *Design Expert* dan didapatkan rancangan kombinasi perlakuan dengan *Central Composite Design*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

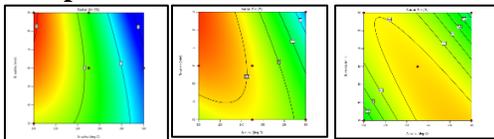
1. Pengaruh Suhu dan Waktu Torefaksi terhadap Yield Bio-char



Gambar 1. Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Yield Bio-Char

Variasi suhu, waktu, dan ukuran bahan mempengaruhi yield bio-char dalam torefaksi. Yield terbaik, 30,05%, diperoleh pada suhu 300°C, waktu 90 menit, dan ukuran 3 cm. Yield yang baik bervariasi antara 30-40%, menurut Seren dkk (2022). Namun, kualitas bio-char juga dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia selama produksi, menjadikannya penting dalam menentukan efisiensi proses torefaksi.

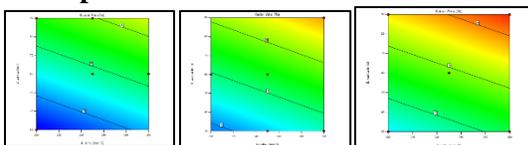
2. Pengaruh Suhu dan Waktu Torefaksi terhadap Kadar Air Bio-char



Gambar 2. Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Kadar Air Bio-Char

Gambar 2 menunjukkan pengaruh suhu dan waktu torefaksi terhadap kadar air *bio-char*. Suhu 300°C menghasilkan kadar air terendah (6,23%), sementara 200°C tertinggi (9,11%). Kadar air menurun karena hilangnya kelembaban dan uap air terikat. Waktu torefaksi 90 menit juga menurunkan kadar air. Ukuran tongkol jagung yang lebih kecil mempercepat penurunan kadar air. *Bio-char* dengan suhu 300°C dan 60 menit memenuhi standar SNI 1683:2021.

3. Pengaruh Suhu dan Waktu Torefaksi terhadap Kadar Abu Bio-char

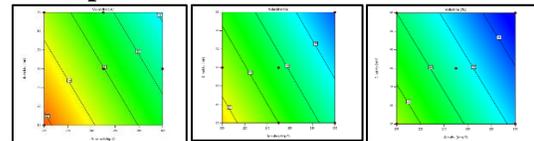


Gambar 3. Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Kadar Abu Bio-Char

Gambar 3 menunjukkan pengaruh suhu dan waktu torefaksi terhadap kadar abu *bio-char*. Semakin mendekati warna merah, semakin optimal kondisi suhu dan waktu torefaksi untuk

kadar abu. Suhu 300°C menghasilkan kadar abu tertinggi (6,53–9,55%) dibandingkan 250°C (6,91–7,75%) dan 200°C (5,38–8,92%). Peningkatan suhu torefaksi menyebabkan kurangnya degradasi komponen anorganik pembentuk abu. Waktu torefaksi berpengaruh lebih kecil, dan ukuran tongkol jagung juga meningkatkan kadar abu. *Bio-char* yang dihasilkan belum memenuhi standar SNI 1683:2021.

4. Pengaruh Suhu dan Waktu Torefaksi terhadap Volatile Matter Bio-char



Gambar 4. Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Volatile Matter Bio-Char

Gambar 4 menunjukkan bahwa kadar *volatile matter bio-char* menurun dengan meningkatnya suhu, dengan suhu 300°C menghasilkan kadar terendah. Waktu torefaksi juga mempengaruhi, di mana 30 menit menghasilkan kadar tertinggi. Penurunan *volatile matter* sejalan dengan penelitian Williams et al. (2001) dan Alfernando et al. (2022). Nilai *volatile matter bio-char* yang lebih tinggi dari standar SNI 1683:2021 mengindikasikan bahwa bahan baku tidak sepenuhnya terkarbonisasi, mempengaruhi nilai kalor dan residu.

5. Pengaruh Suhu dan Waktu Torefaksi terhadap Nilai Kalor

Tabel 1 Analisis nilai kalor *bio-char*

Parameter	Tongkol Jagung (kal/g)	Bio-char hasil Torefaksi (kal/g)	Standar Acuan (SNI 1683:2021) (kal/g)
Nilai Kalor	3500	7220,87	6500

Berdasarkan Tabel 1, nilai kalor *bio-char* hasil torefaksi adalah 7220,87 kal/g, lebih tinggi dari acuan SNI 1683:2021 yang 6500 kal/g. Torefaksi meningkatkan nilai kalor biomassa dengan suhu 200–300°C, menurunkan kadar abu, dan meningkatkan *fixed carbon* (Manatura et al., 2021; Nai et al., 2021). Peningkatan suhu dan waktu torefaksi juga berkontribusi pada nilai kalor yang lebih tinggi (Sulistio et al., 2020; Martin, 2021; Dirgantara et al., 2020). *Bio-char* ini memenuhi standar dan menunjukkan potensi sebagai bahan bakar alternatif efisien dan ramah lingkungan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Rendemen bio-char tertinggi (30,05%) diperoleh pada suhu 300°C, waktu 60 menit, dan ukuran bahan 3 cm.
2. Parameter bio-char dipengaruhi oleh suhu, waktu, dan ukuran bahan: kadar air terendah (6,23%) pada suhu 300°C, waktu 60 menit, ukuran 1 cm; kadar abu tertinggi (9,55%) pada suhu 300°C, waktu 90 menit, ukuran 3 cm; volatile matter terendah (15,04%) pada suhu 300°C, waktu 90 menit, ukuran 3 cm; nilai kalor meningkat menjadi 7220,87 kal/g setelah torefaksi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Acharya, B., Sule, I., & Dutta, A. (2012). A Review on Advances of Torrefaction Technologies for Biomass Processing. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 2, 349–369.
2. Amalina, F., Razak, A. S. A., Krishnan, S., Zularisam, A. W., & Nasrullah, M. (2022). A Comprehensive Assessment of The Method for Producing Bio-char, Its Characterization, Stability, and Potential Applications in Regenerative Economic Sustainability – a Review. *Cleaner Materials*, 3, 100045.
3. Bergman, P. C. A., & Kiel, J. H. A. (2005). Torrefaction For Biomass Upgrading. *Proc. 14th European Biomass Conference*, Paris, France, 17–21.