

ANALISIS KEHILANGAN PANAS PADA DINDING ALAT KARBONISASI TEMPURUNG KELAPA MENJADI BRIKET

Heat Loss Analysis On The Wall Of Coconut Shell Carbonization Tool Into Briquettes

Dayu Suwangi^{1*}, Rahmat Sabani¹, Murad¹

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri,
Universitas Mataram

Email*: dayusuwa@gmail.com

ABSTRACT

The carbonization process is the process of converting the original raw material into carbon through combustion in a closed space with limited air. The purpose of this study was to determine the amount of heat loss on the walls of the isolated coconut shell carbonization apparatus. The research method used is experimental with field experiments. The carbonization process uses a carbonization drum that has been coated with an insulator in the form of clay on the tool wall. The carbonization process was carried out at temperatures above 100°C for 90 minutes with a weight of 6 kilograms of coconut shell material. In the carbonization process, temperature and pressure measurements were carried out on 3 parts of the wall with a total of 13 measuring points. The parameters calculated in this study are the cross-sectional area of the tool, the value of the tool's conductivity, the heat loss on the wall, and the heat source. Based on the results of carbonization, it was found that the carbonization drum has a cross-sectional area of 1.32 m² with a conductivity value of iron 73 W/m°C and clay 2.30 W/m°C. The highest heat loss occurred at the upper tool wall, which was 9,893.56 W, while the lowest heat loss occurred at the lower tool wall. that is equal to 8,468,66 W. The average heat loss on the appliance cover is 268,555,63 W. The overall heat loss coefficient for the appliance is 14,665.823 J/m²°C.

Keywords: carbonization; heat loss; insulator

ABSTRAK

Proses karbonisasi merupakan proses mengubah bahan baku asal menjadi karbon melalui pembakaran dalam ruang tertutup dengan udara terbatas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya kehilangan panas pada dinding alat karbonisasi tempurung kelapa yang terisolasi. Metode penelitian yang digunakan adalah Eksperimental dengan percobaan lapangan. Proses karbonisasi menggunakan drum karbonisasi yang telah dilapisi isolator berupa tanah liat pada dinding alat. Proses karbonisasi dilakukan pada suhu diatas 100°C selama 90 menit dengan berat bahan tempurung kelapa sebesar 6 kilogram. Pada proses karbonisasi dilakukan pengukuran suhu dan tekanan pada 3 bagian dinding dengan total titik ukur sebanyak 13 titik. Adapun parameter yang dihitung pada penelitian ini yaitu luas penampang alat, nilai konduktivitas alat, kehilangan panas pada dinding, serta sumber panas. Berdasarkan hasil karbonisasi didapatkan bahwa drum kerbonisasi memiliki luas penampang sebesar 1,32 m² dengan nilai kunduktivitas besi 73 W/m°C dan tanah liat 2,30 W/m°C. Kehilangan panas paling tinggi terjadi pada dinding alat bagian atas yaitu sebesar 9.893,56 W, sedangkan kehilangan panas paling rendah terjadi pada dinding alat bagian bawah yaitu sebesar 8.468,66 W. Kehilangan panas rata-rata pada penutup alat sebesar 268.555,63 W. Koefisien kehilangan panas menyeluruh pada alat sebesar 14.665,823 J/m²°C.

Kata kunci: isolator; karbonisasi; kehilangan panas

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Proses karbonisasi merupakan proses mengubah bahan baku asal menjadi karbon melalui pembakaran dalam ruang tertutup dengan udara terbatas. Proses karbonisasi atau pengarangan dilakukan dengan memasukkan bahan baku kedalam ruang pembakaran yang dindingnya tertutup seperti didalam tanah atau tangki yang terbuat dari plat baja dan nyala api dikontrol. Proses karbonisasi akan menghasilkan arang yang dapat digunakan sebagai bahan bakar atau briket.

Arang yang dihasilkan dari karbonisasi 70 kg tempurung kelapa yaitu sebesar 21 kg atau sekitar 30 persen (Maryono, dkk. 2013). Kualitas arang yang dihasilkan melalui proses karbonisasi dipengaruhi oleh suhu karbonisasi. Semakin besar suhu karbonisasi dan kecepatan udara maka laju pembakaran akan semakin kecil karena semakin sedikitnya kadar volatile matter. Seharusnya semakin meningkat suhu karbonisasi, kadar air yang terkandung pada briket juga semakin kecil dikarenakan air dalam bentuk moisture akan lebih banyak menguap ketika suhu karbonisasi dinaikkan dari suhu 200°C sampai 275°C (Handayani dan Suryaningsih, 2019).

Prinsip proses karbonisasi adalah pembakaran biomassa tanpa adanya kehadiran oksigen. Sehingga yang terlepas hanya bagian volatile matter (zat terbang), sedangkan karbonnya tetap tinggal di dalamnya. Temperatur karbonisasi akan sangat berpengaruh terhadap arang yang dihasilkan sehingga penentuan temperatur yang tepat akan menentukan kualitas arang yang dihasilkan (Tobing dkk, 2008).

Menurut Soolany (2017), saat ini pembuatan arang banyak menggunakan drum kiln. Namun drum kiln yang banyak digunakan masih banyak kekurangan diantaranya kehilangan energi pada saat proses pengarangan, sehingga perlu penambahan bahan isolator pada drum kiln agar panas dalam drum tidak banyak hilang dan proses pengarangan dapat berjalan sempurna. Menurut Aman (2014), penggunaan drum bekas sebagai tempat pembakaran membuat panas dalam ruang dalam pembakaran mudah

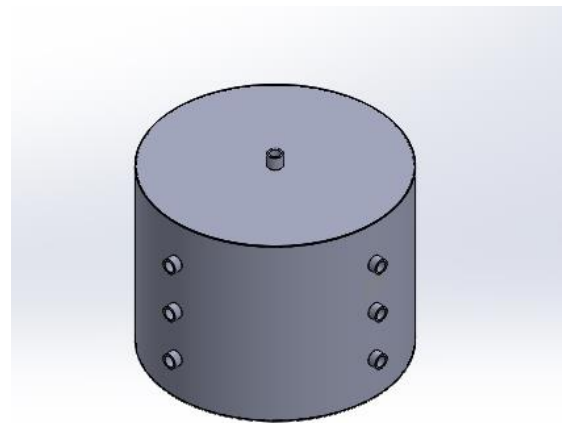
keluar, karena sifat bahan drum bekas (logam) yang mudah menghantarkan panas. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang “Analisis Kehilangan Panas Pada Dinding Alat Karbonisasi Tempurung Kelapa Menjadi Briket”

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya kehilangan panas pada dinding alat karbonisasi tempurung kelapa yang terisolasi.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah drum karbonisasi, *thermocouple* tipe E, *thermocouple* tipe K, *thermodigital*, timbangan analog, *hygrometer*, dan *bomb calorimeter*.



Gambar 1. Drum Karbonisasi Tempurung Kelapa

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tempurung kelapa, tanah liat, dan bensin.

Parameter yang dihitung dalam penelitian ini adalah:

1. Luas Penampang Alat

$$A = 2 \pi r (r + t) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

A adalah luas penampang (m²), nilai π adalah $\frac{22}{7}$, r adalah jari-jari alat (m), t adalah tinggi alat (m) (Hariady dkk, 2014).

2. Konduktivitas

$$k = \frac{q \cdot dx}{A (dT)} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

q adalah laju aliran panas (Watt), dx adalah ketebalan bahan (m), A adalah luas penampang perpindahan kalor (m²), dT adalah beda temperatur (°C) (Hariady dkk, 2014).

3. Kehilangan Panas Pada Dinding

$$q = \frac{T4-T1}{\frac{\Delta xa}{kaA} + \frac{\Delta xb}{kbA} + \frac{\Delta xc}{kcA}} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

q adalah Laju perpindahan panas (Watt), T4 adalah suhu ruang pembakaran (°C), T1 adalah suhu dinding luar (°C), Δxa adalah ketebalan plat dalam (m), Δxb adalah ketebalan tanah liat (m), Δxc adalah ketebalan plat luar (m), ka adalah konduktivitas termal plat dalam (W/m°C), kb adalah konduktivitas termal tanah liat (W/m°C), kc adalah konduktivitas termal plat luar (W/m°C), A adalah Luas penampang (m²).

4. Kehilangan Panas Pada Penutup

$$qk = -k \cdot A \frac{dT}{dx} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

qk : Laju perpindahan kalor konduksi (Watt)
 k : Konduktivitas bahan (W/m⁰C)
 A : Luas penampang (m²)
 dT/dx : Gradien suhu terhadap jarak (°C/m) (Hariady dkk, 2014).

5. Kehilangan Panas Menyeluruh

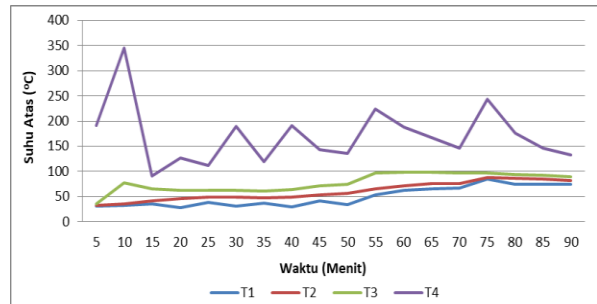
$$U = \frac{1}{\frac{\Delta x1}{k1} + \frac{\Delta x2}{k2}} \dots\dots\dots(3.5)$$

Data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis menggunakan program Microsoft Excel 2010 dan hasilnya ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

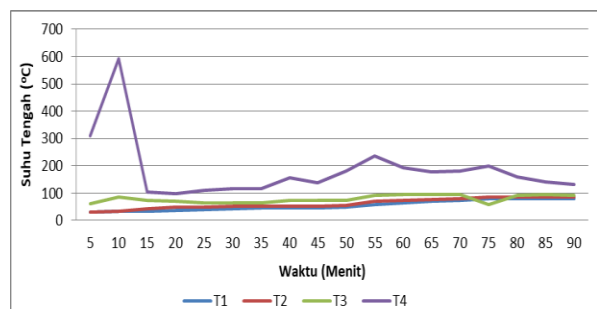
Suhu Karbonisasi

Berikut adalah perbandingan suhu setiap dinding alat terhadap waktu karbonisasi.



Gambar 2. Grafik Suhu Dinding Bagian Atas Alat Karbonisasi

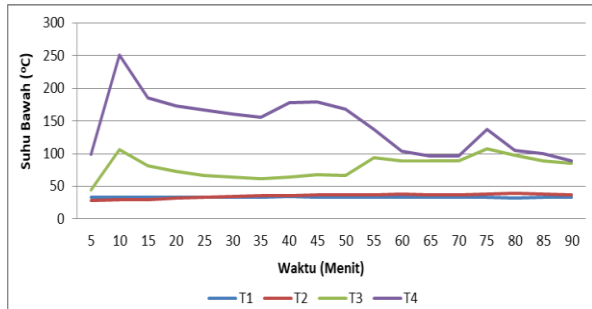
Titik ukur T1 (plat luar) dinding drum bagian atas memiliki rata-rata suhu 46,84°C dimana suhu tertinggi sebesar 86,9°C dan suhu terendah sebesar 19,8°C. Pada T2 (isolator) memiliki rata-rata suhu 59,46°C, dimana suhu tertinggi sebesar 89,1°C dan suhu terendah sebesar 31,8°C. T3 (plat dalam) memiliki rata-rata suhu 76,66°C, dimana suhu tertinggi sebesar 98,2°C dan suhu terendah sebesar 31,2°C. Kemudian pada T4 (ruang pembakaran) memiliki rata-rata suhu 176,45°C, dimana suhu tertinggi sebesar 345°C dan suhu terendah sebesar 86,3°C.



Gambar 3. Grafik Suhu Dinding Bagian Tengah Alat Karbonisasi

Dinding drum bagian tengah, T1 (plat luar) memiliki rata-rata suhu 54,26°C, dimana suhu tertinggi sebesar 81,5°C dan suhu terendah sebesar 31,8°C. Pada T2 (isolator) memiliki rata-rata suhu 60,50°C, dimana suhu tertinggi sebesar 86,8°C dan suhu terendah sebesar 30,6°C. T3 (plat dalam) memiliki rata-rata suhu 78,13°C, dimana suhu tertinggi sebesar 96,2°C dan suhu terendah sebesar

36,8°C. Kemudian pada T4 (ruang pembakaran) memiliki rata-rata suhu 179,25°C, dimana suhu tertinggi sebesar 591,6°C dan suhu terendah sebesar 92,3°C.

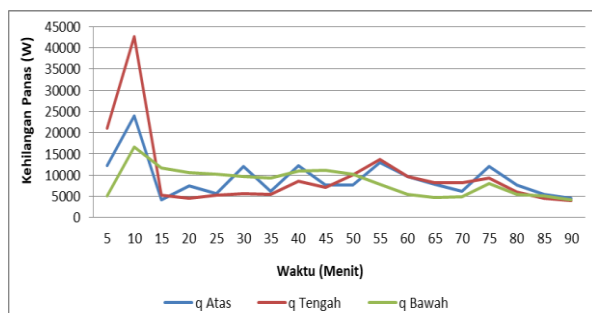


Gambar 4. Grafik Suhu Dinding Bagian Bawah Alat Karbonisasi

Suhu pada dinding drum bagian bawah yaitu T1 (plat luar) memiliki rata-rata suhu 32,95°C, dimana suhu tertinggi sebesar 33,9°C dan suhu terendah sebesar 32°C. Pada T2 (isolator) memiliki rata-rata suhu 35,04°C, dimana suhu tertinggi sebesar 39,6°C dan suhu terendah sebesar 28,6°C. T3 (plat dalam) memiliki rata-rata suhu 78,60°C, dimana suhu tertinggi sebesar 109,7°C dan suhu terendah 34,7°C. Kemudian pada T4 (ruang pembakaran) memiliki rata-rata suhu 143,89°C, dimana suhu tertinggi sebesar 327,2°C dan suhu terendah sebesar 83,5°C.

Kehilangan Panas

Laju Kehilangan panas pada dinding dapat dilihat pada gambar berikut.

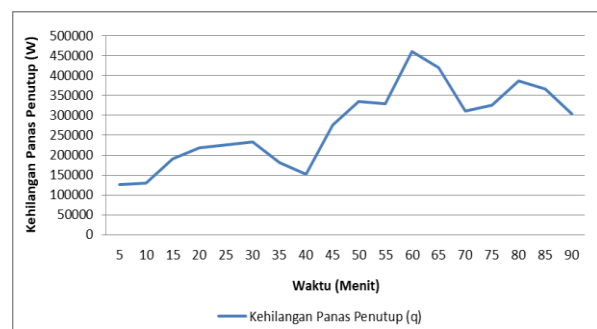


Gambar 5. Grafik Kehilangan Panas pada Dinding Alat Karbonisasi

Laju aliran panas pada dinding alat bagian atas memiliki rata-rata kehilangan panas sebesar 9.893,56 W, dimana kehilangan panas paling tinggi sebesar 29.755 W dan kehilangan panas terendah sebesar 3.816,70 W. Pada dinding bagian tengah memiliki rata-

rata kehilangan panas sebesar 9.541,15 W, dimana kehilangan panas tertinggi sebesar 42.647,81 W dan kehilangan panas terendah sebesar 3.999,90W. Sedangkan pada dinding bagian bawah memiliki rata-rata kehilangan panas sebesar 8.468,66 W, dimana kehilangan panas tertinggi sebesar 22.419,30 W dan kehilangan panas terendah sebesar 3.908,30 W. Kehilangan panas paling tinggi pada alat karbonisasi terjadi pada dinding bagian atas, sedangkan kehilangan panas paling rendah terjadi pada dinding bagian bawah.

Laju Kehilangan panas pada dinding dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6. Grafik Kehilangan Panas pada Penutup Alat Karbonisasi

Kehilangan tertinggi terjadi pada menit ke-60 yaitu sebesar 460.344,36 W, sedangkan kehilangan paling rendah terjadi pada menit ke-5 yaitu sebesar 126.074,21 W. Kehilangan panas pada penutup lebih besar daripada kehilangan panas pada dinding alat, hal ini disebabkan karena besarnya konduktivitas thermal pada penutup dan pada penutup tidak dilapisi dengan bahan isolator, sehingga kehilangan panas yang terjadi lebih besar dibandingkan pada dinding alat.

Kehilangan Panas Menyeluruh

Nilai U atau koefisien kehilangan panas menyeluruh pada dinding alat dapat dihitung dengan mengetahui koefisien perpindahan panas konduksi dan ketebalan dinding atau plat. Koefisien kehilangan panas menyeluruh pada dinding alat karbonisasi tempurung kelapa sebesar 45,943 J/m²°C, sedangkan koefisien kehilangan panas menyeluruh pada penutup alat karbonisasi sebesar 14.619,88 J/m²°C, sehingga kehilangan panas menyeluruh pada alat karbonisasi sebesar 14.665,823 J/m²°C

Sumber panas pada proses karbonisasi berasal dari tempurung kelapa, dimana massa bahan sebesar 6 kilogram dan nilai kalor bahan sebesar 4.019 kal/g sehingga panas yang diberikan pada proses karbonisasi sebesar 605.357,94 J. Nilai kalor untuk tempurung kelapa yang digunakan adalah sebesar 4.019 cal/gr sedangkan nilai kalor arang yang dihasilkan dari proses karbonisasi tempurung kelapa tersebut sebesar 6.555 cal/gr.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan yaitu perpindahan panas yang terjadi selama proses pembuatan arang tempurung kelapa menggunakan drum karbonisasi adalah perpindahan panas secara konduksi yang terjadi pada bagian dinding alat. Pada proses karbonisasi tempurung kelapa 6 kg dengan waktu 90 menit, kehilangan panas paling tinggi terjadi pada dinding alat bagian atas yaitu sebesar 9.893,56 W, kehilangan panas paling rendah terjadi pada dinding alat bagian bawah yaitu sebesar 8.468,66 W. Kehilangan panas tertinggi pada penutup alat terjadi pada menit ke-60 yaitu sebesar 460.344,36 W, sedangkan kehilangan panas paling rendah pada penutup alat terjadi pada menit ke-5 yaitu sebesar 126.074,21 W dengan rata-rata kehilangan panas sebesar 268.555,63 W. Koefisien kehilangan panas menyeluruh pada alat karbonisasi sebesar 14.665,823 J/m²°C.

Saran

Disarankan untuk penelitian selanjutnya agar mencoba menggunakan isolator selain tanah liat dan menambah variasi massa bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aman, A. W., Jading, A., & Meidodga, Y. 2014. Peningkatan Kinerja Tungku Biomassa Melalui Penambahan Sirip Dan Pipa Penukar Panas. *Seminar Nasional Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia*. Yogyakarta.
- Handayani, R. T., & Suryaningsih, S. 2019. Pengaruh Suhu Karbonisasi dan Variasi Kecepatan Udara Terhadap Laju

Pembakaran Briket Campuran. *Jurnal Wahana Fisika*. Vol.4 (2): 98-103.

- Hariady, S., Fauzie, A.M., & Sukarmansyah. 2014. Kaji Eksperimental Kemampuan Daya Hantar Kalor Campuran Styrofoam, Kulit Jengkol Dan Semen Putih Sebagai Alternatif Bahan Isolator. *Jurnal Desiminasi Teknologi*. Vol. 2 (2).

- Maryono, Sudding, & Rahmawati. 2013. Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji. *Jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia*. Vol. 4 (1): 74-83.

- Soolany, C. 2017. Analisis Kehilangan Panas Pada Proses Produksi Arang Tempurung Kelapa Dengan Drum Kiln. *Jurnal Teknologi*. Vol. 10 (2) : 121-127.

- Tobing, F. S., & Brades, A.C. 2008. *Pembuatan Briket Arang dari Eceng Gondok (Eichornia Crasipess Solm) dengan Sagu sebagai Pengikat*. Indralaya: Jurusan Teknik Kimia, Universit Universitas Sriwijaya, Palembang