

Optimalisasi Kinerja Alat Pirolisis pada Pembuatan Biochar dari Limbah Jengkok Tembakau

Hendra Banat¹, Sinar Perbawani Abrina Anggraini², Yeni Ulfi Rahayu³, Taufik Iskandar⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tunggaladewi Malang

email : Hendrabanat14@gmail.com

ABSTRACT

The pyrolysis process can convert biomass waste from various agricultural wastes into high value products, easy to operate, friendly of high environmental security standard and environment. This research aims to determine the optimization of pyrolysis machine performance based on temperature and combustion time in producing quality biochar. Variable pyrolysis temperature are (400, 450, 500, 550, 600) °C with combustion time (30, 35, 40) minutes and type of biomass waste in the form of tobacco waste. Tobacco waste is the remnants of the production process of cigarettes in the form of fine (powder), put in a sack or burlap and stored in certain warehouses to avoid undesirable things to the environment. Pursuant to result of research which have been done, the optimal performance of pyrolysis machine is at 500 °C and 30 minutes with biochar moisture content of 0,06%, biochar percentage 29,79%, loss components of 70,21%, heat loss of 304,50 KJ / Kg and machine performance of 17,06 Kg / m.h. So that can be concluded that a pyrolysis machine can be said to be optimal if the machine produces biochar with low moisture content, high biochar percentage (yield percentage), low loss components, low discharged energy and produce high machine performance with the lowest possible time.

Keywords : biochar, performance optimization machine, pyrolysis process, tobacco waste

1. PENDAHULUAN

Menurut hasil analisa PT. Bukit dhodo indah 2004 dan sucofindo 2009 dalam Abu Talkah (2010)^[1], jengkok memiliki kandungan unsur yang bersifat beracun berupa Arsen yang tinggi yaitu sebesar 24,29 ppm. Dalam hal ini perlu adanya penelitian mengenai limbah jengkok menjadi sesuatu yang bermanfaat, salah satunya adalah dengan mengkonversi jengkok menjadi biochar. Biochar merupakan arang hasil proses pirolisis dengan suhu yang digunakan sekitar 300-500 °C dalam kondisi tanpa oksigen (Lehmann *et al.*, 2006 dalam Gani, 2009)^[2].

Tirono dan Sabit (2011)^[3] menyatakan bahwa temperatur akan sangat berpengaruh terhadap arang yang dihasilkan sehingga penentuan temperatur yang tepat akan

menentukan kualitas arang. Selain itu, Debdoubi dkk (2005)^[4] dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur karbonisasi akan meningkatkan nilai kalor arang yang dihasilkan. Berdasarkan pernyataan tersebut, untuk mendapatkan optimalisasi hasil biochar, maka perlu di perhatikan dalam kinerja alat pirolisis yaitu pada kondisi temperatur dan waktu pembakaran.

Penelitian ini menggunakan metode *Manufacturing Experimental*, dengan pengamatan : berat awal bahan, suhu pirolisis, waktu pirolisis, kadar air bahan, kualitas biochar yang meliputi persentase biochar, suhu biochar, kadar air biochar, komponen yang hilang, energi yang dilepas serta efisiensi kinerja alat pirolisis.

Pengamatan

$$\% \text{ yield} = \frac{\text{bobot arang (Kg)}}{\text{bobot jengkok (Kg)}} \times 100\% \dots (1)$$

$$\text{Komponen Hilang} = 100\% - (\% \text{ yield}) \dots (2)$$

Besarnya energi yang dilepas dari pembentukan limbah jengkok tembakau menjadi biochar dihitung dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut (Nainggolan, 1987)^[5]:

$$\text{Heat Loss} = \frac{Q_1 - Q_2 + (V_2^2 - V_1^2)}{2 \times g_0 \times J} \dots (3)$$

Keterangan :

Q_1 = Energi yang di lepas oleh jengkok tembakau sebelum masuk pyrolisis (KJ/Kg)

Q_2 = Energi yang di lepas oleh arang jengkok tembakau setelah keluar pyrolisis (KJ/Kg)

V_1 = kecepatan alir jengkok tembakau (Kg/h)

V_2 = kecepatan alir arang jengkok tembakau (Kg/h)

g_0 = Kecepatan gravitasi standar = 981,46 cm/s²

J = Bilangan konversi; 778,16 ft. Lb.BTU = 101,97 m.kg/kJ

Energi yang dilepas oleh limbah jengkok tembakau (Q_1) dan biochar jengkok tembakau (Q_2) dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan :

$$Q_1 = C_p \text{ jengkok} \times T \text{ jengkok} \dots (4)$$

Keterangan :

$C_{p \text{ jengkok}}$ = panas jenis (*specific heat*) jengkok tembakau (1,81 J/g K)

T_{jengkok} = suhu jengkok tembakau (°C)

$$Q_2 = C_p \text{ biochar} \times T \text{ Biochar} \dots (5)$$

Keterangan :

$C_{p \text{ arang}}$ = panas jenis (*specific heat*) arang jengkok tembakau diasumsikan

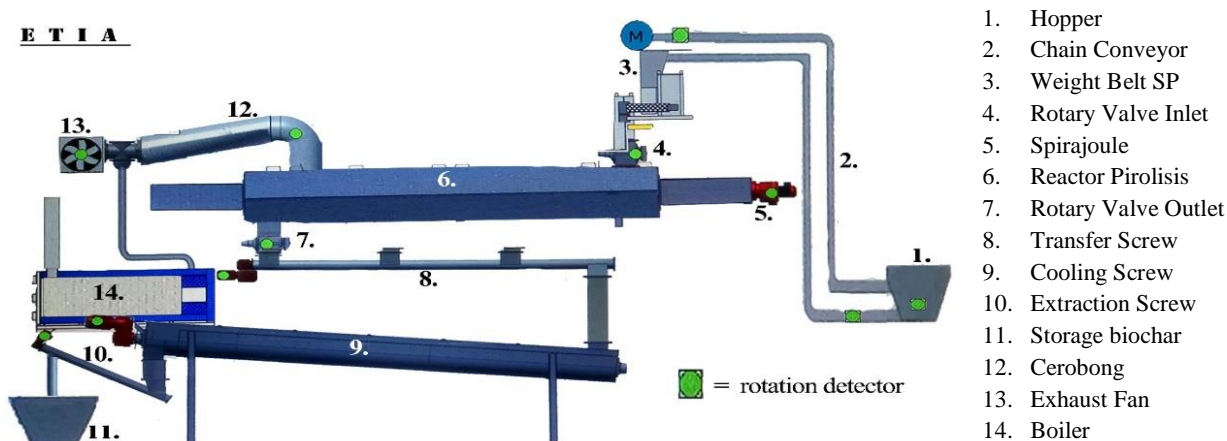
$C_{p \text{ arang sekam padi}}$
 T_{arang} = suhu jengkok tembakau (°C)

Kinerja alat penghasil biochar didasarkan pada bobot biochar yang tertampung setiap satu jam. Perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut (Hanendyo, 2005)^[6] :

$$\text{Kinerja Alat} = \frac{\text{bobot biochar tampung (Kg)}}{t. \text{pirolisis (jam)} \times l. \text{alat (m)}} \dots (6)$$

2. METODE PENELITIAN

Limbah jengkok tembakau dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis dengan menggunakan chain conveyor. Kemudian temperature proses di setting pada (400, 450, 500, 550, 600) °C dengan waktu tinggal (30, 35, 40) menit. Produk yang keluar dari reaktor pirolisis ditampung dalam storage biochar untuk fraksi padat (arang/ biochar) sedangkan fraksi ringan (gas) ditampung dalam cyclone kemudian di teruskan menuju boiler. Fraksi padat (biochar) diperoleh setelah melalui proses pembakaran dengan sedikit atau tanpa adanya oksigen (O₂) dalam reaktor pirolisis. Biochar yang dihasilkan didinginkan dengan menggunakan cooler (pendingin).



Gambar 1. Alat pirolisis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air Biochar, % Arang, Komponen Hilang, Heat Loss dan Kinerja Alat

Tabel 1. Kadar air biochar (%)

| suhu (°C) | waktu (menit) | | |
|-----------|---------------|-------------|-------------|
| | 30 | 35 | 40 |
| 400 | 1,50 | 1,95 | 0,77 |
| 450 | 1,76 | 1,35 | 1,78 |
| 500 | 0,06 | 1,43 | 1,61 |
| 550 | 1,18 | 0,6 | 1,59 |
| 600 | 0,9 | 1 | 0,75 |

Pada Tabel 1, kadar air biochar yang diperoleh tidaklah signifikan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: Faktor pertama berat jengkok tembakau yang masuk ke dalam alat pirolisis pada temperature yang sama dengan waktu proses tidaklah seragam, hal ini menyebabkan kerapatan luas permukaan yang berbeda sehingga reaksi pembakaran yang terjadi memerlukan waktu lebih lama untuk mendapatkan kadar air yang lebih rendah. Faktor kedua adalah disebabkan adanya *cracking* yang dikarenakan oleh faktor temperature pada saat proses pirolisis terjadi. Adanya *cracking* dapat

mempengaruhi kualitas biochar. *Cracking* yang dimaksud dalam hal ini adalah tersumbatnya pori-pori karbon oleh suatu partikel yang terjadi di saat rantai hidrokarbon mulai jenuh.

Tabel 2. Persentase biochar (%)

| suhu (°C) | waktu (menit) | | |
|-----------|---------------|--------------|--------------|
| | 30 | 35 | 40 |
| 400 | 20,7 | 15,85 | 22,93 |
| 450 | 31,6 | 27,45 | 29,98 |
| 500 | 29,79 | 27,82 | 24,59 |
| 550 | 25,11 | 34,64 | 20,91 |
| 600 | 32,16 | 30,01 | 27,34 |

Apabila dibandingkan dengan Tabel 1, diketahui persen biochar yang rendah memiliki kadar air yang tinggi sedangkan persen biochar yang tinggi memiliki kadar air yang rendah. Hal ini dikarenakan proses pendistribusian jumlah partikel yang tidak merata sehingga mempengaruhi proses evaporasi kadar air dimana hal tersebut juga berdampak pada persentase biochar yang didapat. Distribusi jumlah partikel yang tidak merata disebabkan oleh adanya kesalahan awal dimana berat bahan baku yang dimasukkan tidaklah seragam.

Tabel 3. Komponen yang hilang (%)

| suhu (°C) | waktu (menit) | | |
|--------------|---------------|--------------|--------------|
| | 30 | 35 | 40 |
| 400 | 79,3 | 84,15 | 77,07 |
| 450 | 68,4 | 72,55 | 70,02 |
| 500 | 70,21 | 72,18 | 75,41 |
| 550 | 74,89 | 65,36 | 79,09 |
| 600 | 67,83 | 69,99 | 72,66 |

Persentase komponen hilang yang tinggi disebabkan oleh banyaknya komponen teruapkan, banyaknya komponen yang terurai atau terdegradasi serta struktur kimia dari partikel tersebut banyak mengalami kerusakan. Oleh karena itu, komponen yang hilang berbanding terbalik dengan persentase biochar dengan kata lain semakin banyak komponen yang hilang maka persen biochar akan semakin sedikit begitu sebaliknya.

Tabel 4. Energi yang dilepas (KJ/Kg)

| suhu (°C) | waktu (menit) | | |
|--------------|---------------|---------------|---------------|
| | 30 | 35 | 40 |
| 400 | 302,99 | 267,83 | 285,60 |
| 450 | 259,92 | 281,90 | 275,22 |
| 500 | 304,50 | 262,98 | 245,31 |
| 550 | 275,22 | 251,43 | 274,50 |
| 600 | 245,31 | 277,03 | 284,97 |

Pada waktu proses 35 menit energi yang dilepas tertinggi dan terendah berturut-turut berada pada temperatur 450 °C dan 550 °C yaitu senilai -281,9050 KJ/Kg dan -251,4280 KJ/Kg serta pada waktu proses 40 menit energi yang dilepas tertinggi dan terendah berada pada temperatur 400 °C dan 500 °C senilai -285,6048 KJ/Kg dan -245,3060 KJ/Kg. Hal ini dikarenakan tidak terjadi *heat loss* pada

waktu proses 35 menit, sehingga tidak banyak energy yang dilepaskan. Selain itu, permukaan struktur akan bereaksi sempurna apabila pori-pori partikel yang terbuka semakin banyak serta perambatan panas secara konduksi terjadi apabila panas yang dibutuhkan maksimal sehingga energi panas yang dilepaskan tidaklah besar.

Tabel 5. Kinerja alat (Kg/m.jam)

| suhu (°C) | waktu (menit) | | |
|--------------|---------------|-------------|------|
| | 30 | 35 | 40 |
| 400 | 6,34 | 4,46 | 5,08 |
| 450 | 10,49 | 7,05 | 8,51 |
| 500 | 17,06 | 14,33 | 5,61 |
| 550 | 7,89 | 9,06 | 4,82 |
| 600 | 11,71 | 9,8 | 6,62 |

Pada Tabel 5 tersebut menunjukkan bahwa kinerja alat paling tinggi terdapat pada waktu 30 menit dengan temperatur 500 °C sebesar 17,0571 Kg/m.jam. hal ini dikarenakan pada waktu proses 30 menit mengandung kadar air lebih sedikit yaitu sebesar 0,06% (Tabel 2) jika dibandingkan dengan waktu proses 35 dan 40 menit yaitu sebesar 1,43% dan 1,61% (Tabel 2), sehingga alat dapat bekerja secara optimal dengan berkurangnya kadar H₂O pada partikel jengkok tembakau.

Tabel 7. Uji tukey HSD (waktu terhadap kinerja alat)

| Waktu | N | Subset | |
|----------|---|--------|----------------|
| | | 1 | 2 |
| 40 menit | 5 | 6.1284 | |
| 35 menit | 5 | | 8.9192 |
| 30 menit | 5 | | 10.6972 |
| Sig. | | 1.000 | .522 |

Tabel 6. Uji tukey HSD (suhu terhadap kinerja alat)

| (I) suhu | (J) suhu | Mean Difference | | | 70% Confidence Interval | |
|----------|----------|-----------------|------------|-------------|-------------------------|-------------|
| | | (I-J) | Std. Error | Sig. | Lower Bound | Upper Bound |
| 400 | 450 | -3.4217 | 2.02424 | .488 | -7.7033 | .8599 |
| | 500 | -7.0723* | 2.02424 | .047 | -11.3539 | -2.7907 |
| | 550 | -1.9957 | 2.02424 | .855 | -6.2773 | 2.2859 |
| | 600 | -4.1167 | 2.02424 | .331 | -8.3983 | .1649 |
| 450 | 400 | 3.4217 | 2.02424 | .488 | -.8599 | 7.7033 |
| | 500 | -3.6507 | 2.02424 | .432 | -7.9323 | .6309 |
| | 550 | 1.4260 | 2.02424 | .950 | -2.8556 | 5.7076 |
| | 600 | -.6950 | 2.02424 | .996 | -4.9766 | 3.5866 |
| 500 | 400 | 7.0723* | 2.02424 | .047 | 2.7907 | 11.3539 |
| | 450 | 3.6507 | 2.02424 | .432 | -.6309 | 7.9323 |
| | 550 | 5.0767* | 2.02424 | .181 | .7951 | 9.3583 |
| | 600 | 2.9557 | 2.02424 | .611 | -1.3259 | 7.2373 |
| 550 | 400 | 1.9957 | 2.02424 | .855 | -2.2859 | 6.2773 |
| | 450 | -1.4260 | 2.02424 | .950 | -5.7076 | 2.8556 |
| | 500 | -5.0767* | 2.02424 | .181 | -9.3583 | -.7951 |
| | 600 | -2.1210 | 2.02424 | .827 | -6.4026 | 2.1606 |
| 600 | 400 | 4.1167 | 2.02424 | .331 | -.1649 | 8.3983 |
| | 450 | .6950 | 2.02424 | .996 | -3.5866 | 4.9766 |
| | 500 | -2.9557 | 2.02424 | .611 | -7.2373 | 1.3259 |
| | 550 | 2.1210 | 2.02424 | .827 | -2.1606 | 6.4026 |

*. The mean difference is significant at the .3 level.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa optimalisasi kinerja alat pirolisis terdapat pada temperatur 500 °C dan waktu proses 30 menit dengan kadar air biochar sebesar 0,06%, persentase biochar 29,79%, komponen yang hilang 70,21%, energi yang dilepas 304,50 KJ/Kg dan kinerja alat sebesar 17,06 Kg/m.jam.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.
- [1] Talkah, Abu., 2010. *Prospek Limbah Jengkok Tembakau Lndustri Rokok Sebagai Pupuk Organic Dengan Baku Mutu Nasional*. Uniska Press. Kediri.
- [2] Gani, A., 2009, *Potensi Arang Hayati Biochar Sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Laban Pertanian*, Iptek Tanaman Pangan Vol. 4 No. 1, Peneliti
- [3] Tirono, M., dan Ali Sabit., 2011, *Efek Subu Pada Proses Pengarangan Terhadap Nilai Kalor Arang Tempurung Kelapa (Coconut Shell Charcoal*, Vol. 3, No. 2 hal. 143.
- [4] Debdoubi, A., El amarti, A., dan Colacio, E., 2005, *Production Of Fuel Briquettes From Esparto To Partially Pyrolized*, Energy Conversion and Management Journal Vol. 46, pp. 1877-1884.
- [5] Nainggolan, W.S., 1987. *Termodinamika*. CV. Armico. Bandung. p. 117–155.
- [6] Hanendyo, C., 2005. *Kinerja Alat Ekstraksi Asap Cair dengan Sistem Kondensasi*. Skripsi. Faperikan-IPB. Bogor. 36 pp.