**KAJIAN PENGUNAAN *DRUM KILN* PADA PROSES PRODUKSI ARANG DARI TEMPURUNG KELAPA**

Christian Soolany

*Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Nahdlatul Ulama Al - Ghazali Cilacap*

*christiansoolany@gmail.com*

Abstrak

Proses karbonisasi adalah proses meningkatkan nilai kalor biomassa dan menghasilkan pembakaran yang bersih dengan sedikit asap. Arang merupakan hasil dari proses karbonisasi sebagai alternatif bahan bakar. Proses pembuatan arang umunya menggunakan *drum kiln*, namun mempunyai beberapa kekurangan antara lain, waktu karbonisasi panjang, pengarangan tidak merata, dan banyak energi yang hilang. Penelitian ini bertujuan untuk merancang *drum kiln* yang efisien dengan performansi terbaik. Penelitian dimulai dari merancang *drum kiln* kemudian diuji perfomansi menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan kombinasi perlakuan sebanyak enam variasi percobaan. Ulangan dilakukan sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Faktor perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah lubang dalam *drum* *kiln* (L0 = Tungku dengan 9 lubang, L1 = Tungku dengan 4 lubang) dan volume tempurung kelapa (V0 = Volume tempurung kelapa 100% = 7 kg, V1 =Volume tempurung kelapa 90% = 6.3 kg, V2 = Volume tempurung kelapa 80% = 5.6 kg). Parameter yang diamati : efisiensi tungku pembakaran, jumlah arang matang, efisiensi kalor, kadar air, kadar abu, fixed carbon, volatile matter, dan waktu karbonisasi. Hasil penelitian diperoleh perlakuan terbaik L0V1  diperoleh nilai : kadar air 2.9 %, kadar abu 3 %, volatile matter 18.5 %, fixed carbon 75.4 %, waktu 32. 7 menit, efisiensi tungku pembakaran 87.11 %, efisiensi kalor 39.8 %, dan jumlah tempurung yang matang 100 %.

**Kata kunci**: karbonisasi, arang tempurung kelapa, *drum kiln*

REVIEW OF DRUM KILN USE IN PRODUCTION PROCESS OF CULTURE FROM COCONUT

*Abstract*

*This research aims to design efficient kiln drum with research performance starting from designing kiln drum perfomansi using Randomized Block Design (RAK) with combination of treatment as much as six experiment variation. Deuteronomy was done 3 times to obtain 18 units of experiment. The treatment factor used in this research is the number of holes in the kiln drum (L0 = furnance with 9 hole, L1 = furnance with 4 hole) and the volume of coconut shell (V0 = Volume coconut shell 100% = 7 kg, V1 =Volume coconut shell 90% = 6.3 kg, V2 = Volume coconut shell 80% = 5.6 kg). Parameters observed: furnance efficiency, amount of charcoal mature, efficiency of moisture content, ash content, carbon, volatile matter, and time result. The result of the research was obtained the best treatment L0V1 obtained value: moisture content 2.9%, ash content 3%, volatile matter 18.5%, fixed carbon 75.4%, time 32.7 minutes, furnance efficiency 87.11%, heat efficiency 39.8%, and number of mature sell 100%.*

Keywords: carbonization, coconut shell charcoal, kiln drum.

PENDAHULUAN

Energi mempunyai peranan yang penting dalam setiap segi kehidupan manusia. Kebutuhan energi yang semakin meningkat berbanding lurus dengan bertambahnya populasi pertumbuhan manusia. Menurut Robith (2004), Pemakaian sumber energi ini pada tahun 1984 di Indonesia mencapai 68,9 MTOE (setara dengan sejuta ton barel minyak) dengan rincian 57,9% dari minyak, 35,1% gas alam, serta 7% batubara dan geotermal atau *hydro energy*. Tingginya penggunaan sumber energi dari bahan bakar fosil mendorong perlu dilakukan pencarian terhadap sumber energi yang berasal bukan dari fosil, salah satu yang dapat digunakan sebagai alternatif energi yaitu penggunaan energi yang berasal dari biomassa. Biomassa adalah bahan – bahan organik berumur relatif muda dan berasal dari tumbuhan/hewan, produk dan limbah industri budidaya (pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan, perikanan) (Soerawidjaja, 2010).

Salah satu alternatif bahan bakar yang dapat digunakan saat ini adalah arang dari tempurung kelapa. Pemilihan arang dari tempurung kelapa dilandasi oleh keunggulan arang dari tempurung kelapa dibandingkan arang dari kayu dan batu bara adalah panas yang dihasilkan tinggi, asap yang dihasilkan tidak banyak, harga arang relatif murah, ketersediaan kelapa sendiri yang cukup banyak (Wijaya, 2007). Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kelapa utama di dunia. Luas panen areal tanaman kelapa Indonesia pada tahun 2003 mencapai 1.611.488 hektar dengan luas produksi mencapai 3.550.486 ton kelapa, yang sebagian besar (95%) merupakan perkebunan rakyat. Pemanfaatan buah kelapa saat ini masih terbatas pada kopra, minyak, dan santan untuk keperluan rumah tangga, sedangkan hasil samping lain seperti tempurung kelapa belum dimanfaatkan secara optimal. Sebagian besar tempurung kelapa hanya dimanfaatkan sebagai kayu bakar dan sebagian lainnya yang bentuk dan kualitas masih dalam kondisi baik digunakan sebagai bahan baku kerajinan.

Produk pengolahan tempurung kelapa yang lainnya adalah dibuat menjadi arang tempurung yang pada proses selanjutnya dapat diolah menjadi briket. Pembuatan arang tempurung kelapa belum banyak dilakukan, padahal potensi bahan baku, penggunaan, dan potensi pasar cukup besar, baik untuk dikonsumsi lokal maupun untuk industri besar, baik untuk penggunaan dalam negeri maupun ekspor ke luar negeri (Bank Indonesia, 2001).

Saat ini, pembuatan arang tempurung banyak menggunakan *drum kiln.* Namun *drum kiln* yang digunakan saat ini terdapat beberapa kekurangan antara lain : proses pembakaran yang lama, kualitas arang yang tidak memenuhi SNI, menghasilkan arang yang tidak merata, dan kehilangan energi pada proses pengarangan.

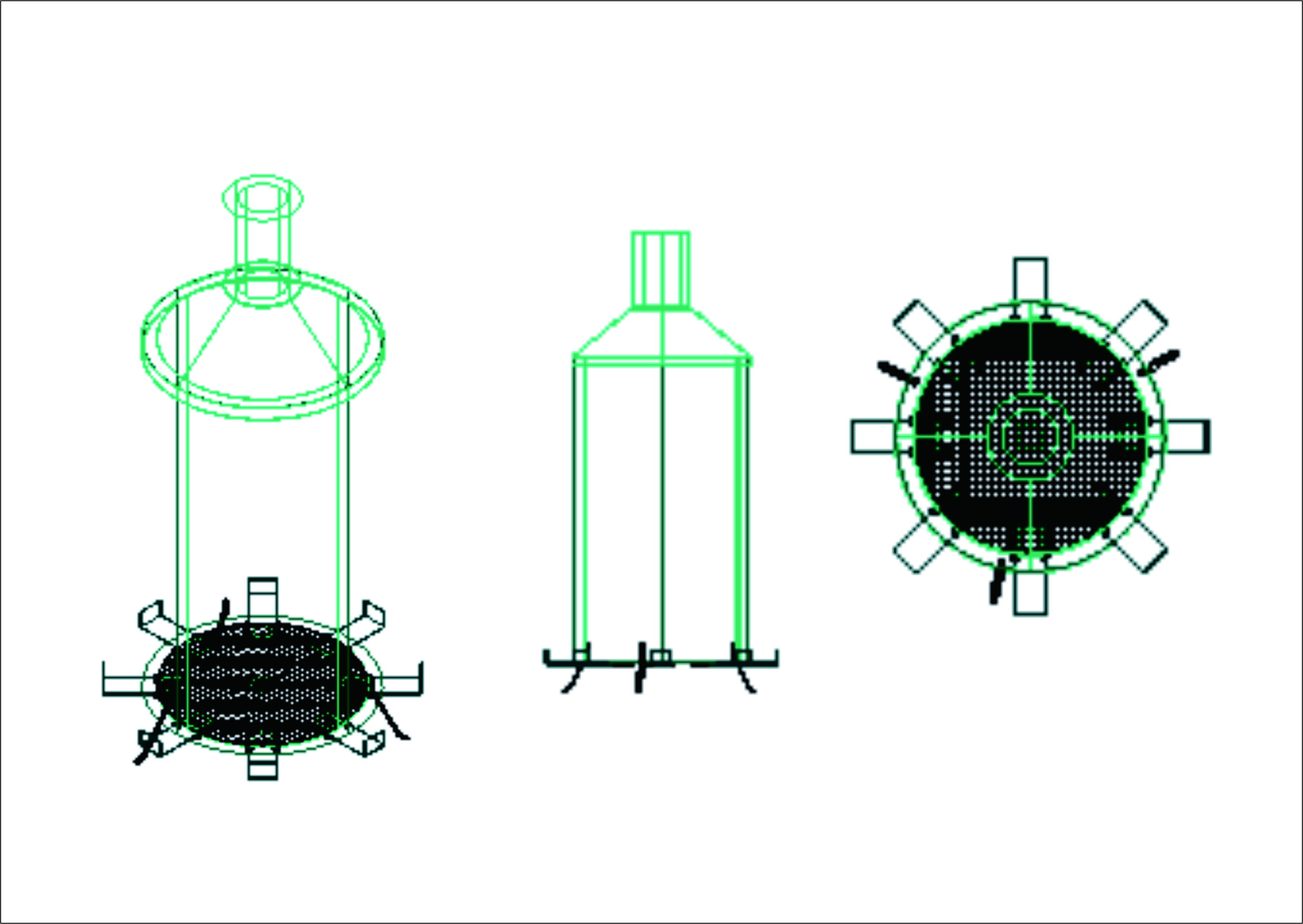
Berdasarkan hal tersebut, dapat dirumuskan beberapa masalah yaitu :

1. Bagaimana mendesain *drum kiln* yang efisien agar dapat menghasilkan arang tempurung kelapa yang berkualitas dan waktu karbonisasi yang singkat, berapa nilai efisiensi pembakaran yang dihasilkan oleh *drum kiln* dengan penambahan isolator.
2. Bagaimana performansi *drum kiln* yang dirancang untuk membuat arang dan kombinasi lubang udara yang tepat serta volume yang sesuai untuk *drum kiln* yang dirancang.

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah merancang tungku *drum kiln* yang efisien dan mengetahui performansi terbaik dari *drum kiln* tersebut. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberikan manfaat untuk proses pembuatan arang dari tempurung kelapa yang singkat dari proses sebelumnya dan menghasilkan arang tempurung kelapa yang memenuhi SNI.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian terhadap performansi *drum kiln* yang dirancang oleh Perwira (2010). Gambar prototipe *drum kiln* ditunjukan pada Gambar. 1.



Gambar 1. Prototipe drum kiln

Bahan yang digunakan pada penelitian yaitu plat besi dan asbestos untuk pembuatan prototipe *drum kiln*. Untuk uji performansi prototipe *drum kiln* menggunakan tempurung kelapa. Pengukuran suhu dilakukan pada bagian dinding *drum kilin* pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan *thermocouple* tipe K (CA) dan *hybrid recorder*.

Analisis desain pada tungku *drum kiln* meliputi perhitungan efisiensi sistem tungku pembakaran, efisiensi kalor, dan jumlah tempurung kelapa yang terbakar pada proses karbonisasi. Perhitungan efisiensi sistem tungku pembakaran dengan persamaan (1).

*Eft* = (1)

dimana :

Eft : efisiensi tungku pembakaran

(%)

Qe : panas efektif (J/s)

Qin : panas laten (J/s)

(Holman, 1993)

Perhitungan efisiensi kalor arang tempurung diperoleh dengan persamaan (2).

η = (2)

dimana :

η : Efisiensi (%)

mc : Massa arang (g)

mt : Massa tempurung kelapa (g)

Qc : Nilai kalor arang (kal/g)

Qt : Nilai kalor tempurung kelapa (kal/g)

Perhitungan jumlah tempurung kelapa yang terbakar pada saat proses karbonisasi dapat dilihat pada persamaan (3).

% kematangan = x 100% (3)

Perancangan *drum kiln* meliputi rancangan fungsional dan rancangan struktural. Rancangan fungsional bertujuan untuk menentukan komponen yang dapat menjalankan fungsi pada tungku *drum kiln*, sedangkan rancangan struktural bertujuan untuk menentukan tata letak dan ukuran dari komponen pada tungku *drum kiln*.

**Rancangan Fungsional**

Proses perancangan dilakukan yaitu pada bagian cerobong, ruang pembakaran dan lubang masuk udara. Setiap fungsi dari masing – masing bagian tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan fungsional tungku *drum kiln*

|  |  |
| --- | --- |
| Bagian alat (*Tool part*) | Fungsi alat (*function tool*) |
| Cerobong | Mengeluarkan asap dari ruang pembakaran pada saat proses karbonisasi |
| Ruang pembakaran | Tempat terjadinya proses karbonisasi tempurung kelapa |
| Lubang masuk udara | Tempat masuk udara kedalam ruang pembakaran |

**Rancangan Struktural**

Bahan, bentuk, tata letak, dan ukuran merupakan faktor penting pada proses perancangan tungku *drum kiln*. Rancangan struktural terdiri dari cerobong, ruang pembakaran, dan lubang masuk udara.

1. Cerobong

Cerobong tungku *drum kiln* terbuat dari pelat besi yang dilapisi asbestos dengan dimensi berbentuk silinder tinggi 15 cm dan diameter bagian dalam 7 cm. Cerobong *drum kiln* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Cerobong tungku drum kiln

1. Ruang pembakaran

 Ruang pembakaran terbuat dari plat besi yang dilapisi oleh asbestos, mempunyai ukuran dimensi berbentuk silinder dengan tinggi 60 cm dan diameter bagian dalam 30 cm. Ruang pembakaran tungku *drum kiln* ditunjukkan pada Gambar 3

Gambar 3. ruang pembakaran drum kiln

1. Lubang masuk udara

Lubang masuk udara terbuat dari plat besi, berbentuk persegi empat dengan dimensi 2.8 cm x 2.8 cm.

**Prosedur penelitian**

Proses produksi arang tempurung kelapa dilakukan secara manual oleh tenaga manusia dengan menyusun/memasukan tempurung kelapa kedalam ruang pembakaran dengan menyisakan ruang pada bagian tengah untuk penyalaan awal degan kertas dan minyak tanah. Variabel penelitian ini adalah lubang udara dan volume tempurung kelapa. Untuk mengetahui perfomansi dari tungku *drum kiln* dilakukan secara ekperimental menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan variabel yang dikaji ada dua yaitu jumlah lubang udara dalam *drum kiln* (L) dan volume tempurung kelapa (V). Untuk kombinasi perlakuan sebanyak enam variasi yang dijabarkan pada Tabel 2. Percobaan ini dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dengan total percobaan sebanyak 18 unit percobaan.

Tabel 2. Kombinasi perlakuan percobaan

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan | Variasi Percobaan | Keterangan |  |  |  |
| 1 | L0 V0 | 9 Lubang : volume tempurung kelapa 100% (7 kg) |  |  |  |
| 2 | L0 V1 | 9 Lubang : volume tempurung kelapa 90% (6,3 kg) |  |  |  |
| 3 | L0 V2 | 9 Lubang : volume tempurung kelapa 80% (5,6 kg) |  |  |  |
| 4 | L1 V0 | 4 Lubang : volume tempurung kelapa 100% (7 kg) |  |  |  |
| 5 | L1 V1 | 4 Lubang : volume tempurung kelapa 90% (6,3 kg) |  |  |  |
| 6 | L1 V2 | 4 Lubang : volume tempurung kelapa 80% (5,6 kg) |  |  |  |

Sampel arang yang dihasilkan dari unit percobaan selanjutnya dilakukan pengujian analisis laboratorium meliputi kadar air, kadar abu, *volatile matter*, *fixed carbon*, dan lamanya waktu proses karbonisasi. Selanjutnya data yang diperoleh dari hasil analisis laboratorium dianalisis menggunakan uji F. Apabila hasil menunjukkan pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan pada faktor tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancangan tungku drum kiln ditunjukkan pada Gambar 4. Tungku drum kiln terdiri dari cerobong, ruang pembakaran, dan lubang masuk udara. Konstuksi ruang pembakaran *drum kiln* berbentuk silinder terbuat dari plat besi dengan ketebalan 1,5 mm, dengan panjang 60 cm, dan diameter dalam 30 cm. Bagian dasar ruang pembakaran terdapat lubang udara yang berfungsi untuk suplai udara ke dalam ruang pembakaran, lubang udara berbentuk persegi empat dengan dimensi 2,8 cm x 2,8 cm. Di bagian lubang udara diberi penutup untuk mengatur suplai udara yang masuk ke ruang pembakaran, sekaligus untuk menutup lubang saat proses karbonisasi berakhir. Di atas *drum kiln* terdapat cerobong yang terbuat dari bahan yang sama, yaitu plat besi dengan ketinggian 15 cm dengan diameter dalam 7 cm. Keseluruhan drum kiln terdiri atas 3 lapis, yaitu berturut turut dari luar ke dalam adalah plat besi, asbestos dan plat besi. Asbestos digunakan sebagai isolator sehingga panas di ruang pembakaran tidak banyak yang hilang dan dapat dimanfaatkan seefektif mungkin. Ketebalan asbestos yang digunakan sebagai isolator sebesar 1,7 cm. Di bagian dasar ruang pembakaran diletakkan kawat ayakan yang berbentuk lingkaran, agar meminimalisir arang yang jatuh melalui lubang udara.

Tungku *drum kiln* ini dioperasikan secara manual oleh tenaga manusia, mulai dari pemasukan atau penyusunan tempurung kelapa, penyalaan api hingga pembongkaran/pengeluaran arang.



Gambar 4. Drum Kiln

Cara pengujian *drum kiln* dilakukan secara manual oleh tenaga manusia, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui waktu karbonisasi. Lamanya waktu karbonisasi dihitung mulai dari penyalaan api sampai berakhirnya proses karbonisasi yang ditandai dengan menipisnya asap yang keluar dari cerobong *drum kiln* (Wijaya, 2007). Pengujian yang dilakukan dengan mempersiapkan *drum kiln,* kemudian memasukan/menyusun tempurung kelapa dengan menyisakan ruang dibagian tengah untuk penyalaan awal dengan kertas dan minyak tanah. Setelah dinyalakan ruang pembakaran ditutup, dan diamati hingga asap menipis. Asap yang telah menipis menandakan proses karbonisasi telah berakhir, maka bagian atas cerobong ditutup dengan kain basah dan bagian dasar *drum kiln* ditutup pasir setelah lubang udara ditutup. Penutupan ini dimaksudkan agar udara tidak dapat masuk ke ruang pembakaran, sehingga bara api didalam ruang pembakaran dapat padam.

Perhitungan analisis desain pada tungku *drum kiln* didapatkan nilai untuk efisiensi sistem tungku pembakaran sebesar 87,11 %. Nilai untuk efisiensi kalor sebesar 39,8 %. Dan untuk nilai jumlah tempurung kelapa yang terbakar adalah 100%.

Perhitungan uji perfomansi tungku *drum kiln* meliputi kadar air, nilai kalor, jumlah tempurung kelapa yang terbakar pada saat proses karbonisasi, kadar abu, *volatile matter*, *fixed carbon*, lama waktu proses karbonisasi. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini berupa pengamatan, pengukuran, dan analisis statistik.

Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk grafik untuk melihat performansi *drum kiln* pada pengukuran masing-masing perlakuan yang diuji. Analisis dilakukan dengan menggunakan uji F dan apabila terdapat pengaruh yang nyata dan sangat nyata, maka akan dilakukan uji lanjut DMRT dengan taraf 5%. Hasil analisis yang dapat diuji dengan uji F yaitu, kadar air, kadar abu, *volatile matter*, *fixed carbon*, dan lamanya waktu proses karbonisasi. Hasil analisis dengan uji F dapat dilihat pada Tabel 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Variabel yang diuji | L | V | LxV |
| 1 | Kadar air | ns | ns | \* |
| 2 | Kadar abu | ns | ns | \* |
| 3 | *Volatile matter* | \* | ns | ns |
| 4 | *Fixed carbon* | \* | ns | ns |
| 5 | Lamanya waktu proses karbonisasi | \* | \* | ns |

Keterangan: ns = tidak nyata

V = volume

L = lubang udara

\* = berpengaruh nyata

**Kadar air**

Hubungan antara kadar air arang tempurung kelapa dengan perlakuan percobaan disajikan pada Gambar 5.

Gambar 5. Kadar air proses karbonisasi

Hasil analisis uji F yang terlihat pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kombinasi antara jumlah lubang udara (L) dengan volume (V) memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air arang tempurung kelapa yang dihasilkan, sedangkan jumlah lubang udara (L) dan volume (V) dalam pengujian berpengaruh tidak nyata terhadap kadar air, hal ini ditandai dengan simbol *ns* pada Tabel 6. Hasil uji DMRT 5% ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis kombinasi jumlah lubang udara dan volume terhadap kadar air

|  |  |
| --- | --- |
| Perlakuan | Kadar air (%) |
| L0V0  L0V1  L0V2  L1V0  L1V1  L1V2 | 4,3 b  2,9 b  3,9 b  3,9 b  5,9 a  3,5 b |

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Perlakuan empat lubang dengan volume 90% (L1V1) memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Perlakuan empat lubang mempunyai pengaruh terhadap kadar air yang dihasilkan, karena jumlah oksigen yang masuk ke dalam ruang pembakaran sedikit menyebabkan banyak material-material dalam tempurung kelapa selain karbon masih ada yang belum terbakar dan menjadi *volatile matter* (Wijaya, 2007), semakin banyak *volatile matter* mengindikasikan banyaknya karbon yang terbakar habis menjadi CO2 dan H2O (uap) sehingga arang yang dihasilkan mempunyai kadar air yang relatif lebih tinggi.

**Kadar Abu**

Hasil pengukuran kadar abu arang tempurung kelapa dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6. Kadar abu proses karbonisasi

Hasil analisis uji F yang terlihat pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kombinasi antara jumlah lubang udara (L) dengan volume (V) memberikan pengaruh nyata terhadap kadar abu arang tempurung kelapa yang dihasilkan, sedangkan jumlah lubang udara (L) dan volume (V) dalam pengujian berpengaruh tidak nyata terhadap kadar abu, hal ini ditandai dengan simbol *ns* pada Tabel 6. Hasil uji DMRT 5% ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis kombinasi jumlah lubang udara dan volume terhadap kadar abu

|  |  |
| --- | --- |
| Perlakuan | Kadar abu (%) |
| L0V0  L0V1  L0V2  L1V0  L1V1  L1V2 | 2,8 b  3,0 a  3,2 a  3,1 a  3,0 ab  2,8 b |

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Hasil uji DMRT dengan taraf 5% yang menganalisis hubungan antara kombinasi jumlah lubang udara (L) dengan volume (V) terhadap kadar abu menunjukan bahwa, kombinasi antara jumlah lubang udara sembilan lubang volume 80% (L0V2), L1V0, dan L0V1 mempunyai nilai kadar abu terbesar dibandingkan dengan perlakuan L1V2 dan L0V0. Sedangkan untuk perlakuan L1V1 termasuk perlakuan yang bisa dikatakan kedua-duanya menurut hasil uji DMRT.

Perlakuan lubang udara dan volume memberikan sedikit pengaruh terhadap kadar abu yang dihasilkan. Kadar abu yang dihasilkan setiap perlakuan lebih dipengaruhi oleh kandungan mineral dari tempurung kelapa yang digunakan. Berdasarkan hasil uji statistik nilai kadar abu dari arang tempurung kelapa yang dihasilkan secara umum sesuai dengan standar internasional yaitu 2%-5% (Palungkun, 2004).

***Volatile Matter***

Hasil pengukuran kandungan *volatile matter* disajikan pada Gambar 7. Hasil analisis uji F yang terlihat pada Tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah lubang udara berpengaruh nyata terhadap *volatile matter*, sedangkan volume dan kombinasi antara jumlah lubang udara dan volume berpengaruh tidak nyata terhadap *volatile matter* yang ditunjukkan dengan simbol *ns* pada Tabel 3. Hasil uji DMRT 5% ditunjukkan pada Tabel 6.

Gambar 7. Volatile matter proses karbonisasi

Tabel 6. Hasil analisis pengaruh jumlah lubang udara terhadap *volatile matter*

|  |  |
| --- | --- |
| Jumlah lubang udara | *Volatile matter* (%) |
| L0  L1 | 18,4 b  22,4 a |

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Perlakuan empat lubang udara (L1) memiliki nilai *volatile matter* yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan sembilan lubang udara (L0). Hal ini terjadi karena suplai udara yang lebih sedikit menyebabkan temperatur adiabatik pembakaran yang lebih rendah, sehingga material-material yang terkandung dalam tempurung kelapa selain karbon masih ada yang belum terbakar dan menjadi *volatile matter*. Suplai udara yang lebih sedikit ke dalam ruang pembakaran akan memberikan hasil jumlah arang tempurung kelapa yang banyak, namun memiliki kadar *fixed carbon* yang rendah.

***Fixed carbon***

Hasil pengukuran nilai *fixed carbon* disajikan pada Gambar 8. Hasil analisis uji F yang terlihat pada Tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah lubang udara berpengaruh nyata terhadap *fixed carbon*, sedangkan volume dan kombinasi antara jumlah lubang udara dan volume berpengaruh tidak nyata terhadap *fixed carbon* yang ditunjukkan dengan simbol *ns* pada Tabel 3. Hasil uji DMRT 5% ditunjukkan pada Tabel 7.

Gambar 8. Fixed Carbon proses karbonisasi

Tabel 7. Hasil analisis pengaruh jumlah lubang udara terhadap *fixed carbon*

|  |  |
| --- | --- |
| Jumlah lubang udara | *Fixed carbon* (%) |
| L0  L1 | 74,9 a  70,3 b |

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Hasil uji DMRT dengan taraf 5% menunjukan perlakuan jumlah lubang udara berpengaruh terhadap *fixed carbon* yang dihasilkan oleh arang tempurung kelapa. Perlakuan sembilan lubang udara (L0) memiliki kadar *fixed carbon* yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan empat lubang udara (L1). Hal ini disebabkan suplai udara yang masuk kedalam ruang pembakaran *drum kiln* lebih banyak, sehingga tempurung kelapa yang ada dalam *drum kiln* terbakar secara merata dan material-material yang terkandung dalam tempurung kelapa selain karbon akan terbakar habis

**Waktu proses karbonisasi**

Hasil pengukuran lamanya proses karbonisasi disajikan pada Gambar 9.

Gambar 9 Waktu proses karbonisasi

Hasil analisis uji F yang terlihat pada Tabel 3 menunjukkan jumlah lubang udara dan volume memberikan pengaruh nyata terhadap lamanya waktu karbonisasi. Sedangkan kombinasi jumlah lubang udara dengan volume tidak berpengaruh nyata terhadap lamanya waktu proses karbonisasi, hal ini ditandai dengan simbol *ns* pada Tabel 3. Hasil uji DMRT 5% ditunjukkan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Hasil analisis pengaruh jumlah lubang udara terhadap lamanya waktu proses karbonisasi

|  |  |
| --- | --- |
| Perlakuan | Lamanya waktu proses karbonisasi (menit) |
| L0  L1 | 32,2 b  37,1 a |

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Perlakuan sembilan lubang (L0) mempunyai waktu proses karbonisasi lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan empat lubang (L1) yang mempunyai waktu karboniasi lebih lama. Hal ini disebabkan jumlah oksigen yang masuk ke dalam ruang pembakaran untuk perlakuan sembilan lubang (L0) lebih banyak sehingga akan mempercepat proses karbonisasi yang terjadi di dalam *drum kiln*, sedangkan untuk perlakuan empat lubang (L1) lebih lama untuk waktu proses karbonisasi dikarenakan jumlah oksigen yang masuk ke dalam ruang pembakaran sedikit.

Tabel 9. Hasil analisis pengaruh volume terhadap lamanya waktu proses karbonisasi

|  |  |
| --- | --- |
| Perlakuan | Lamanya waktu proses karbonisasi (menit) |
| V0  V1  V2 | 36,0 a  35,8 a  32,2 b |

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Perlakuan volume 100% (V0) dan perlakuan volume 90% (V1) pada uji DMRT 5% tidak berbeda nyata terhadap lamanya waktu proses karbonisasi yaitu memiliki waktu yang lebih lama. Hal ini disebabkan banyaknya jumlah bahan tempurung kelapa yang dibuat arang pada ruang pembakaran mempengaruhi waktu proses karbonisasi. Sedangkan perlakuan volume 80% (V2) memiliki waktu karbonisasi yang cepat, semakin banyak volume bahan pada ruang pembakaran waktu karbonisasi relatif lebih lama dibandingkan dengan volume yang lebih sedikit yang ada pada ruang pembakaran.

SIMPULAN

1. Proses produksi arang dari tempurung kelapa dapat berjalan dengan baik menggunakan tungku *drum kiln* sesuai rancangan dan fungsional, diperoleh nilai efisiensi sistem tungku pembakaran sebesar 87,11 %, nilai efisiensi kalor sebesar 39,8 %, dan nilai jumlah tempurung kelapa yang terbakar adalah 100 %.
2. Performansi drum kiln yang dihasilkan yaitu kadar air 2,9 % - 5,9 % , kadar abu 2,8 % - 3,2%, *volatile matter* 18,6 % - 25,2 %, *fixed carbon* 68,5 % - 75,4 %, waktu proses karbonisasi 32,7 menit - 39 menit, dan jumlah tempurung kelapa yang terbakar pada proses karbonisasi adalah 100% untuk seluruh ulangan, dan diperoleh kombinasi terbaik yaitu pada perlakuan sembilan lubang udara dengan volume 90 % atau 6,3 kg (L0V1).

DAFTAR PUSTAKA

Bank Indonesia. 2001. *Pola Pembiayaan Usaha Kecil Pembuatan Arang Tempurung Kelapa*. Penerbit TPP BK Bank Indonesia. Jakarta.

Holman, J.P. (1993). Perpindahan Kalor, Edisi Keenam. *Erlangga*. Jakarta.

Palungkun, R. (2004). Aneka Produk Olahan Kelapa, *Penebar Swadaya*. Jakarta.

Perwira, F.P. 2010. Rancang Bangun *Drum Kiln* Menggunakan Isolator Untuk Pembuatan Arang Tempurung Kelapa. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

Robith. 2004. Tungku arang Thailand yang Sudah Ditingkatkan. (On-line). <http://www.tungku.or.id>.

Soerawidjaja, T.H. 2010. Peran Bioenergi dan Arah – arah Utama LitbangRap-nya di Indonesia. *Lokakarya Gasifikasi Biomassa*. Kampus ITB, Bandung. 16 – 17 Desember 2010. [http://www.lppm.itb.ac.id/wp- content/uploads/2011/01/THSPeranBioenergiDanArahUtamaLitbangrap.ppt](http://www.lppm.itb.ac.id/wp-%20content/uploads/2011/01/THSPeranBioenergiDanArahUtamaLitbangrap.ppt)..

Wijaya, H. 2007. Perencanaan Drum Kiln Untuk Karbonisasi Arang Tempurung Kelapa. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra, Surabaya.