



Rancang Bangun Alat Kompor Gasifikasi Biomassa Limbah Tongkol Jagung

Teguh Permadi^{1*}, Budy Wiryono¹, Karyanik¹, Asmawati¹

¹Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Muhammadiyah Mataram, Indonesia

*Co-author: permaditeguh79@gmail.com

Article History:

Received : 09-06-2022
Revised : 19-06-2022
Accepted : 29-06-2022
Online : 30-06-2022

Keywords:

Stove;
Energy;
Corncob;
Speed Variation;
Etc...

Kata Kunci:

Kompor;
Energi;
Tongkol Jagung;
Variasi Kecepatan;
Dst...



Abstract: Stoves are one of the technologies that play an important role in the use of energy on a household scale. Utilization of biomass waste as a fuel source is caused because the waste has a significant energy content. Based on BPS statistical data for corn production in 2016 the province of NTB reached 1,278,271 tons and experienced an increase in 2017 reaching 2,127,324 tons, based on this data it is possible that corn will produce corn cobs which have the potential to be developed into bioethanol and bioenergy. The purpose of this study was to design a household scale corncob waste biomass gasification stove, to determine the effect of variations in air flow velocity on room temperature in the corncob waste combustion process, to determine the ratio of boiling water temperature to variations in air flow velocity 5.0 m/s, 10.0 m/s, and 15.0 m/s. The research method used is an experimental method by conducting experiments and performance tests in the Agricultural Workshop Laboratory. The research was conducted by varying the speed of the air entering the reactor with variations in speed of 5.0 m/s, 10.0 m/s and 15.0 m/s. Parameters observed included combustion chamber temperature, water boiling temperature, and initial ignition time. The results showed that variations in air velocity of 15.0 m/s affected the highest combustion temperature with 359.13 with an ash weight of 100 grams, then the highest water boiling temperature was 60°C, and the initial ignition was recorded at 2:20:31 minutes. From the results of these studies it can be said that by using the highest speed variation can produce perfect combustion.

Abstrak: Kompor menjadi salah satu teknologi yang berperan penting dalam pemanfaatan energi pada skala rumah tangga. Pemanfaatan limbah biomassa sebagai sumber bahan bakar disebabkan karena limbah tersebut mempunyai kandungan energi yang cukup signifikan. Berdasarkan data statistik BPS untuk produksi jagung tahun 2016 provinsi NTB mencapai 1.278.271 ton dan mengalami peningkatan ditahun 2017 mencapai 2.127.324 ton, berdasarkan data tersebut tidak menutup kemungkinan jagung akan menghasilkan tongkol jagung yang potensial untuk dikembangkan menjadi bioetanol dan bioenergi. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang bangun alat kompor gasifikasi biomassa limbah tongkol jagung skala rumah tangga, mengetahui pengaruh variasi kecepatan aliran udara terhadap temperatur ruang pada proses pembakaran limbah tongkol jagung, mengetahui perbandingan temperatur pendidihan air pada variasi kecepatan aliran udara 5.0 m/s, 10.0 m/s, dan 15.0 m/s. Metode penelitian yang digunakan adalah metode experimental dengan melakukan percobaan dan uji performansi di Laboraturium Perbengkelan Pertanian. Penelitian dilakukan dengan cara memvariasikan kecepatan udara yang masuk kedalam reaktor dengan variasi kecepatan 5,0 m/s, 10,0 m/s dan 15,0 m/s. Parameter yang diamati meliputi temperatur ruang pembakaran, temperatur pendidihan air, dan waktu penyalaan awal. Hasil penelitian menunjukkan variasi kecepatan udara 15.0 m/s berpengaruh terhadap temperatur pembakaran tertinggi dengan 359,13 dengan berat abu 100 gram, kemudian temperatur pendidihan air tertingginya 60°C, dan penyalaan awal tercatat pada menit ke 2:20:31. Dari hasil penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa dengan menggunakan variasi kecepatan tertinggi dapat menghasilkan pembakaran yang sempurna.



A. LATAR BELAKANG

Indonesia saat ini mengalami pertumbuhan penduduk yang terus bertambah menyebabkan konsumsi bahan bakar yang tidak terbarukan seperti minyak bumi, gas alam dan batu bara semakin meningkat, sedangkan ketersediaannya semakin menipis. Berdasarkan data statistik, Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2015 di Indonesia, sebanyak 41,747 desa masih menggunakan Liquified Petroleum Gas (LPG) dan sebanyak 4,278 desa masih menggunakan minyak tanah sebagai bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan dan menunjang kegiatannya, misal kegiatan memasak dalam kebutuhan rumah tangga.

Kompore menjadi salah satu teknologi yang berperan penting dalam pemanfaatan energi pada skala rumah tangga. Pemanfaatan limbah biomassa sebagai sumber bahan bakar disebabkan karena limbah tersebut mempunyai kandungan energi yang cukup signifikan. Sebagai contoh produksi jagung di Indonesia tahun 2016 mencapai 23.578.413 ton, dari luasan panen 4.444.368.9 ha, dengan produktivitasnya 53.05 kg/ha. Kemudian tahun 2017 mengalami kenaikan mencapai 28.924.015 ton dari luasan area 5.533.169 ha (Statistik 2018). Pada tahun berikutnya, diperkirakan kebutuhan akan jagung pipilan akan terus meningkat, sejalan dengan meningkatnya jumlah pertumbuhan penduduk.

Sentra produksi jagung di Indonesia berdasarkan luas panen dan produksinya berada di 10 Provinsi dengan salah satunya yaitu Nusa Tenggara Barat, produksi jagung tahun 2016 mencapai 1.278.271 ton dengan luasan area panen jagung 206.885 ha kemudian mengalami peningkatan pada tahun 2017 dengan produksi jagung 2.127.324 ton luasan area 310.990 ha. Pada tahun 2016 Badan Pusat Statistik mencatat produktivitas jagung pipilan menurut Provinsi di Indonesia, Nusa Tenggara Barat mendapatkan produktivitas rata-rata 61.79 kg/ha dan tahun 2018 mengalami peningkatan mencapai 68.40 kg/ha (Statistik 2018)

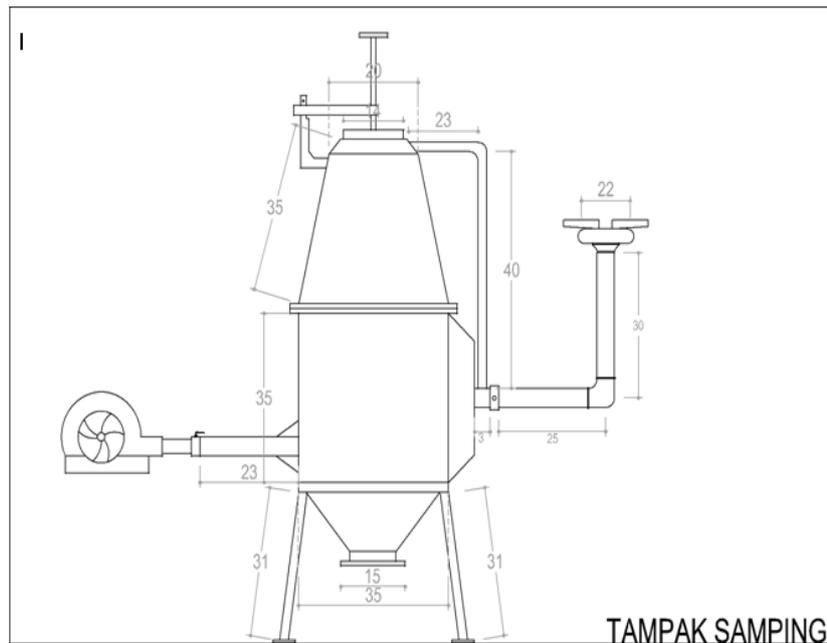
Berdasarkan data yang di keluarkan oleh BPS tidak menutup kemungkinan jagung menghasilkan tongkol jagung yang merupakan salah satu limbah pertanian yang mengandung bahan lignoselulosa yang potensial untuk dikembangkan menjadi bioetanol dan bioenergi. Keberadaan limbah tongkol jagung ini melimpah dan kontinyu setelah pasca (Suciyanto, Z., Kuniarsih, A., dan U. 2006) dengan kadar air 9,60% (Lorenz, K. J., dan K. 1991). Komponen utama limbah tongkol jagung yaitu selulosa (32,3-45,6%), hemiselulosa (39,8%), dan lignin (6,7-13,9%) (Menon, V., dan M. 2012).

Berdasarkan uraian diatas, maka dari itu perlu diadakan sebuah penelitian untuk pengembangan energi bersih yang berkelanjutan yang dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak (BBM). Salah satu alternatif teknologi untuk skala rumah tangga, khususnya di wilayah pedesaan dengan kondisi diatas adalah kompor gasifikasi biomassa limbah tongkol jagung, dengan pemanfaatan biomassa tongkol jagung atau janggal

B. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode experimental dengan melakukan percobaan secara langsung di Laboraturium Perbengkelan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram yang terdiri atas :

1. Rancang Bangun Alat Kompor Gasifikasi Biomassa



Gambar 1. Rancangan Kompor Gasifikasi Biomasa

2. Uji Performance Alat Kompor Gasifikasi Biomassa

Penelitian ini menggunakan perhitungan analisis teknik sebagai perhitungan data analisisnya dimana variasi kecepatan udara terhadap proses pembakaran limbah tongkol jagung dengan berat bahan bakar 3 kg yaitu dengan persamaan sebagai berikut :

P1 = Variasi Kecepatan Udara 5.0 m/s pada Proses pembakaran Limbah Tongkol Jagung.

P2 = Variasi Kecepatan Udara 10.0 m/s pada Proses pembakaran Limbah Tongkol Jagung.

P3 = Variasi Kecepatan Udara 15.0 m/s pada Proses pembakaran Limbah Tongkol Jagung.

Tabel 1. Parameter Pengamatan

| VKU | Waktu (<i>t</i>) | Temperatur Didih Air (°C) |
|-----------------|--------------------|---------------------------|
| P1 VKU 5.0 m/s | Menit | Derajat Celcius |
| P2 VKU 10.0 m/s | Menit | Derajat Celcius |
| P3 VKU 15.0 m/s | Menit | Derajat Celcius |

Keterangan : Variasi Kecepatan Udara (VKU)

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Kerja Alat

Hasil pengamatan dan analisa variasi kecepatan udara pada alat kompor gasifikasi biomassa limbah tongkol jagung terhadap lama waktu pembakaran dan pengoperasian kompor gasifikasi biomassa dapat dilihat pada gambar tabel 2 Berikut :

Tabel 2. Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Terhadap Proses Pembakaran Limbah Tongkol Jagung.

| Parameter | | | |
|-----------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| No | Variasi Kecepatan Udara | Lama Waktu Pembakaran (Menit) | Temperatur Air Tertinggi °C (Menit) |
| 1 | 5.0 m/s | 64 t | 46 °C (menit ke 24) |
| 2 | 10.0 m/s | 32 t | 73 °C (menit ke 24) |
| 3 | 15.0 m/s | 20 t | 80 °C (menit ke 13) |

Sumber : Data Primer Diolah 2020.

Berdasarkan tabel 2. Menunjukkan bahwa setiap variasi kecepatan udara 5.0 m/s memerlukan waktu 28 menit untuk menaikkan temperatur air setinggi 46 °C dan berpengaruh terhadap lamanya waktu pembakaran, sementara untk variasi kecepatan udara 15.0 m/s membutuhkan waktu yang sangat cepat terlihat pada temperatur air tertinggi 80 °C hanya memerlukan waktu sekitar 13 menit. Dengan kata lain untuk setiap variasi kecepatan udara memberikan pengaruh terhadap lama waktu pembakaran limbah tongkol jagung dan sangat berpengaruh pada tingginya temperatur didih air.

1.1. Hasil Pengamatan Dan Analisis Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Terhadap Temperatur uang Pembakaran dan Pendidihan Air.

Tabel 3. Hasil rerata setiap temperatur yang diuji pada proses pembakaran limbah tongkol jagung.

| Perlakuan | Rerata | |
|--------------|----------------------------------|--------------------------------|
| | Temperatur Ruang Pembakaran (°C) | Temperatur Pendidihan Air (°C) |
| VKU 5.0 m/s | 557,35 | 43 |
| VKU 10.0 m/s | 523,98 | 57 |
| VKU 15.0 m/s | 359,13 | 60 |

Sumber : Data Primer Diolah 2020.

Keterangan : VKU = Variasi Kecepatan Udara

Berdasarkan tabel 3. Menunjukkan bahwa perlakuan I dengan menggunakan variasi kecepatan udara 5.0 m/s memiliki rata – rata tempeatit ruang pembakarannya yaitu 557,35°C dengan rata – rata temperatur air tertingginya 43°C, tidak jauh berbeda pada perlakuan II dengan variasi kecepnan udara 10.0 m/s dengan rata – rata temperatur ruang pembakarannya adalah 523,98°C, dengan rata – rata temperatur air tertingginya 57°C, akan tetapi untuk perlakuan III dengan variasi kecepatan udara 15.0 m/s rata rata temperatur pembakarannya adalah 359,13°C dengan temeperatur airnya sebesar 60°C. Hal ini disebabkan oleh perbedaan tekanan udara primer yang diberikan oleh blower yang dihantarkan menuju ruang pembakaran, semakin besar udara blower makan semakin cepat untuk menaikkan suhu pada setiap pengukuran pada pembakaran limbah tongkol jagung.

1.2. Analisis Rerata Pada Setiap Temperatur Limbah Tongkol Jagung Dengan Batok Kelapa

Tabel 4. Perbandingan Rerata Temperatur Antara Limbah Tongkol Jagung Dengan Batok Kelapa.

| Perlakuan | Tongkol Jagung | | Batok Kelapa | |
|--------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| | Rerata Temperatur | | | |
| | Ruang Pembakaran (°C) | Pendidihan Air (°C) | Ruang Pembakaran (°C) | Pendidihan Air (°C) |
| VKU 5.0 m/s | 557.35 | 43 | 618.2 | 43 |
| VKU 10.0 m/s | 523.98 | 57 | 668.5 | 67 |
| VKU 15.0 m/s | 359.13 | 60 | 566.5 | 67 |

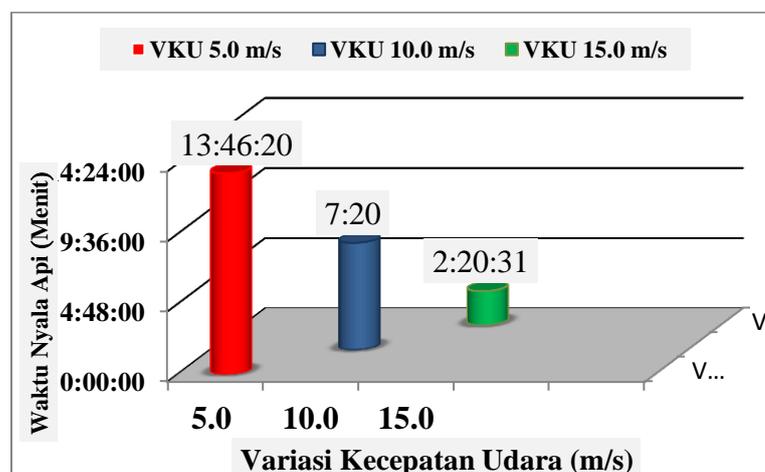
Sumber : Data Primer Diolah 2020.

Keterangan : VKU = Variasi Kecepatan Udara

Berdasarkan tabel 4. Menunjukkan bahwa untuk setiap temperatur memiliki perbedaan masing – masing baik batok kelapa ataupun tongkol jagung. Untuk perlakuan I variasi kecepatan udara 5.0 m/s untuk perbandingan rata – rata temperatur ruang pembakaran limbah tongkol jagung yaitu 557,35 sedangkan limbah batok kelapa dengan rata – ratanya yaitu 618,2, sedangkan untuk temperatur pendidihan air pada masing - masing bahan bakar mempunyai nilai yang sama yaitu 43. Untuk perlakuan II pada variasi kecepatan udara 10.0 m/s temperatur ruang pembakaran limbah batok kelapa yaitu 668,5 > dari limbah tongkol jagung yaitu sebesar 523,98, diikuti dengan temperatur pendidihan air yaitu sebesar 67 untuk batok kelapa > dari limbah tongkol jagung yaitu dengan rata – ratanya yaitu 57. Kemudian untuk perlakuan III pada variasi kecepatan udara 15.0 m/s temperatur ruang pembakaran limbah batok kelapa yaitu 566,5 > dari limbah tongkol jagung yaitu sebesar 359,13, diikuti dengan temperatur pendidihan air yaitu sebesar 67 untuk batok kelapa > dari limbah tongkol jagung yaitu dengan rata – ratanya yaitu 67. Hal ini disebabkan oleh perbedaan tiap variasi kecepatan udara primer blower yang dihantarkan kedalam ruang pembakaran dan berdampak terhadap setiap temperatur, baik untuk temperatur ruang pembakaran ataupun temperatur pendidihan air.

2. Pembahasan

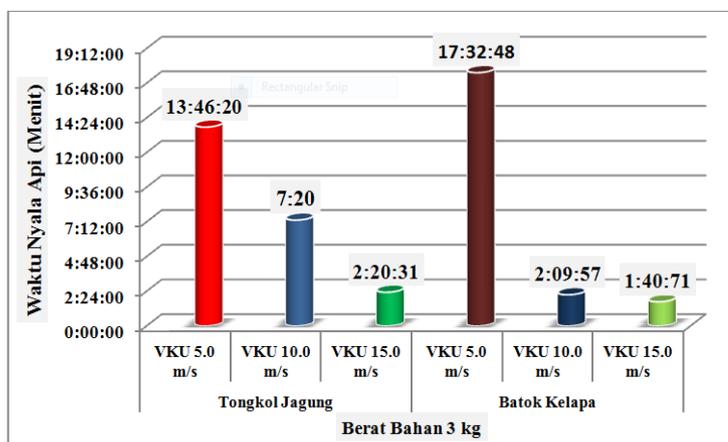
2.1 Perbandingan Variasi Kecepatan Udara Terhadap Waktu Nyala Api (Startup)



Gambar 1. Grafik Perbandingan Waktu Nyala Api Pada Variasi Kecepatan Udara 5.0 m/s, 10.0 m/s dan 15.0 m/s.

Berdasarkan gambar 1. Menunjukkan bahwa pada proses pembakaran limbah tongkol jagung sebanyak 3 kg dari variasi kecepatan udara 5.0 m/s berlangsung lama dari penyalaan awal didalam ruang reaktor, yaitu pada menit ke 13:46.20, sedangkan pada variasi kecepatan udara 15.0 m/s waktu penyalaan api lebih cepat yaitu pada menit ke 2:20.31 akan tetapi berdampak pada nyala efektif api yang singkat. Jika mengacu grafik diatas menunjukkan bahwa setiap variasi kecepatan udara berpengaruh pada waktu nyala api pada proses pembakaran limbah tongkol jagung. Hal ini didukung oleh literatur (Ridwan dkk., 2018), karena udara adalah agen *gasifying*, suhu reaktor tergantung pada laju aliran udara dan laju umpan biomassa. Semakin rendah udara masuk ke hasil sistem sangat rendah suhunya sehingga gas yang dihasilkan lebih rendah, dan hasil tar yang lebih tinggi, dalam literatur. Hal ini terjadi karena semakin banyak kadar air biomassa maka akan semakin besar energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air dalam biomassa hingga bahan bakar bereaksi pada reaksi pembakaran, (Zulfansyah, Hermanto, dan M. I. 2011). Densitas unggun (kadar air biomassa) dapat mempengaruhi waktu *startup* kompor gasifikasi. Semakin rendah densitas unggun bahan bakar maka semakin singkat waktu *startup*, (Yuntenwi, E.A.T., MacCarty, N., Still, D. 2008). Semakin tinggi ruang bakar kompor maka akan semakin lama kompor dapat beroperasi, (Umogbai, V.I., and J.G. 2011).

2.2.Perbandingan Waktu Nyala Api Limbah Tongkol Dengan Limbah Batok Kelapa



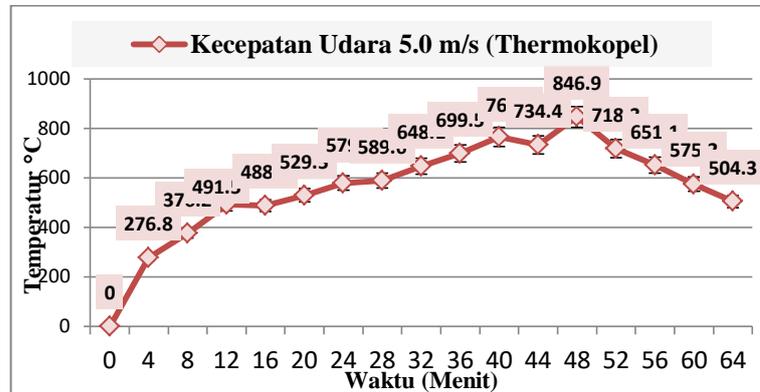
Gambar 2. Grafik Perbandingan Waktu Nyala Api Limbah Tongkol Dengan Limbah Batok Kelapa Pada Setiap Variasi Kecepatan Udara.

Berdasarkan gambar 2. Menunjukkan perbedaan yang jelas disetiap variasi kecepatan udara pada pembakaran limbah tongkol jagung dengan limbah batok kelapa, perbedaan tersebut dapat dilihat pada masing masing perlakuan pada setiap variasi kecepatan udara 15.0 m/s, dimana limbah batok kelapa lebih cepat terbakar, tercatat waktu 1:40,71 menit dibandingkan limbah tongkol jagung dengan catatan waktu tercepatnya yaitu 2:20,31 menit.

Perbedaan waktu nyala api pada perlakuan pertama dengan variasi kecepatan udara 5.0 m/s, limbah tongkol jagung dengan limbah batok kelapa. Dimana limbah tongkol jagung tercatat waktu untuk waktu nyala api yaitu 13:40,20 menit lebih cepat sedikit dibandingkan dengan limbah batok kelapa. Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan kecepatan udara primer yang digunakan yaitu dimana batok kelapa lebih keras sehingga butuh waktu sedikit lebih lama untuk terbakar, jika menggunakan variasi kecepatan udara 5.0 m/s berbanding terbalik dengan limbah tongkol jagung dengan bahan yang lebih mudah terbakar. Perbedaan waktu nyala api pada uji coba kedua bahan bakar diatas sesuai dengan literatur (Suliono, Dionisui, F., Rohmat, Y. N., Canra, D., dan R. B. 2017),

semakin tinggi EFR maka semakin cepat pula daya hisap blower sehingga proses terjadinya pembakaran didalam reaktor lebih cepat, kemudian didukung oleh pernyataan (Belonio 2005), tinggi ruang reaktor pada kompor berpengaruh terhadap lama proses gasifikasi, semakin tinggi ruang pembakaran maka semakin lama waktu kompor beroperasi.

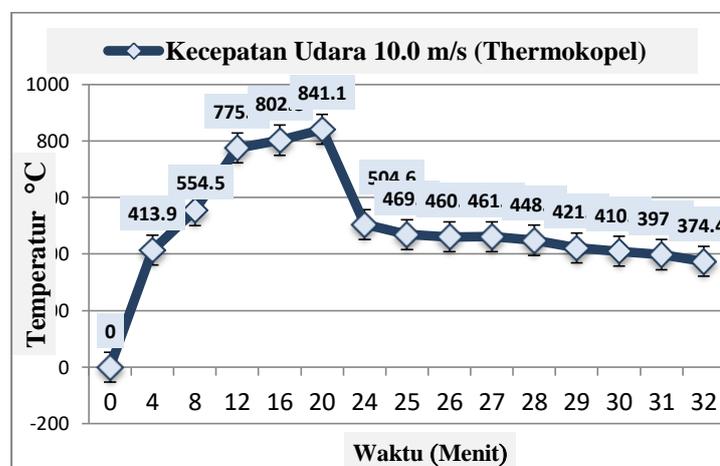
2.3. Temperatur Pembakaran Limbah Tongkol Jagung Dengan Variasi Kecepatan 5.0 m/s.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Waktu dan Temeperatur, Variasi Kecepatan Udara 5.0 m/s.

Berdasarkan gambar 3. Menunjukkan bahwa variasi kecepatan udara 5.0 m/s dengan temperatur awalnya adalah 276,8°C pada menit ke 4, kemudian temperatur tertinggi pada proses pembakaran limbah tongkol jagung mulai mengalami peningkatan pada menit ke 48 yaitu dengan 846,9°C, akan tetapi temperatur mulai menurun secara terus menerus dan berakhir pada menit ke 64 dengan temperatur terendahnya adalah 504,3°C. Hal ini terjadi karena percampuran udara dan bahan bakar masih kurang baik (Suliono, Dionisiu, F., Rohmat, Y. N., Canra, D., dan R. B. 2017), Temperatur kompor menunjukkan bahwa proses gasifikasi sudah terjadi karena berdasarkan literatur (Higman, C., and M. 2003), temperatur gasifikasi berlangsung diatas 800°C.

2.4. Temperatur Pembakaran Limbah Tongkol Jagung Dengan Variasi Kecepatan 10.0 m/s.

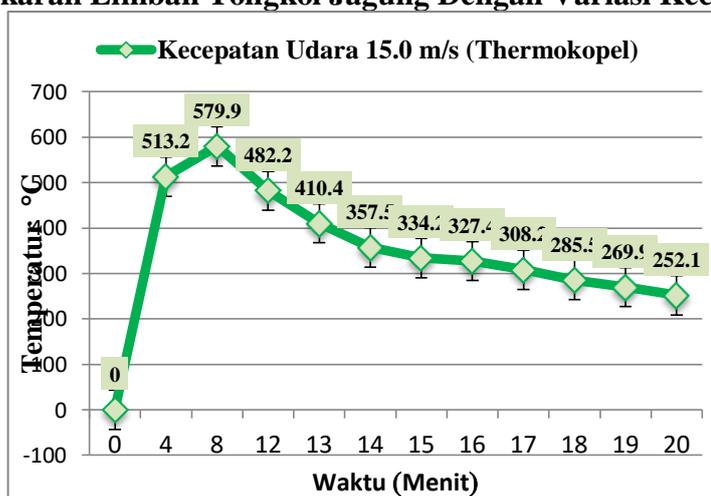


Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Waktu dan Temeperatur, Variasi Kecepatan Udara 10.0 m/s.

Berdasarkan gambar 4. Menunjukkan berdasarkan variasi kecepatan udara 5.0 m/s dengan temperatur awalnya adalah 413,9°C pada menit ke 4, kemudian temperatur tertinggi pada proses pembakaran limbah tongkol jagung mulai mengalami peningkatan

pada menit ke 20 yaitu dengan $841,1^{\circ}\text{C}$, penurunan secara signifikan terjadi di menit ke 24 dengan temperaturnya yaitu $504,6^{\circ}\text{C}$ dan kemudian menurun secara terus menerus dan berakhir pada menit ke 32 dengan temperatur terendahnya adalah $374,4^{\circ}\text{C}$. Hal ini disebabkan oleh udara primer yang berikan blower yang besar sehingga berpengaruh terhadap proses pembakaran limbah tongkol jagung yang mulai menurun bersamaan dengan menurunnya suhu pada ruang pembakaran. Berdasarkan hasil pengujian diatas sesuai dengan studi literatur (Setiawan 2014), bahwa variasi kecepatan udara berpengaruh terhadap temperatur pembakaran, kemudian didukung oleh pernyataan (Handoyo 2013), pengujian menggunakan variasi kecepatan yang berbeda tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan udara primer yang dipasok kedalam reaktor maka semakin tinggi temperatur yang dihasilkan.

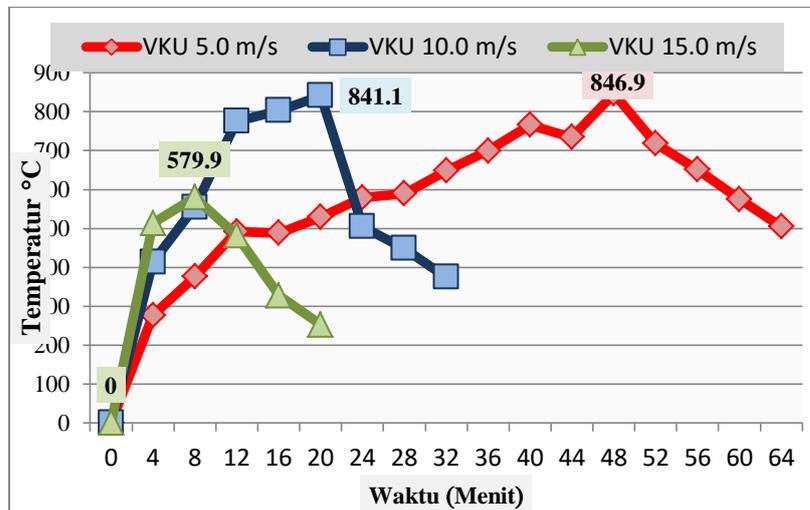
2.5. Temperatur Pembakaran Limbah Tongkol Jagung Dengan Variasi Kecepatan 15.0 m/s.



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Waktu dan Temperatur, Variasi Kecepatan Udara 15.0 m/s.

Berdasarkan gambar 5. Menunjukkan bahwa variasi kecepatan udara 15.0 m/s dengan temperatur awalnya adalah $513,2^{\circ}\text{C}$ terjadi pada menit ke 4, kemudian selang 4 menit kemudian tepatnya di menit ke 8 dengan temperatur tertinggi pada proses pembakaran limbah tongkol jagung yaitu $579,9^{\circ}\text{C}$, akan tetapi temperatur mulai menurun secara terus menerus dan berakhir pada menit ke 20 dengan temperatur terendahnya adalah $252,1^{\circ}\text{C}$. Hal ini disebabkan oleh udara primer yang berikan blower yang besar sehingga berpengaruh terhadap proses pembakaran limbah tongkol jagung yang mulai menurun bersamaan dengan menurunnya suhu pada ruang pembakaran. Kemudian didukung oleh pernyataan (Najib, Lailun, Darsopuspito 2012), hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar AFR maka semakin kecil komposisi flammable gas (gas yang mudah terbakar), hal ini dikarenakan besarnya laju aliran udara yang masuk kedalam reaktor tidak sebanding dengan laju aliran biomassa yang dihasilkan sehingga udara yang masuk kedalam tungku gasifikasi menjadi berlebih.

2.6. Perbandingan Antara Waktu Dan Temperatur Pada Variasi Kecepatan 5.0 m/s, 10.0 m/s Dan 15.0 m/s.



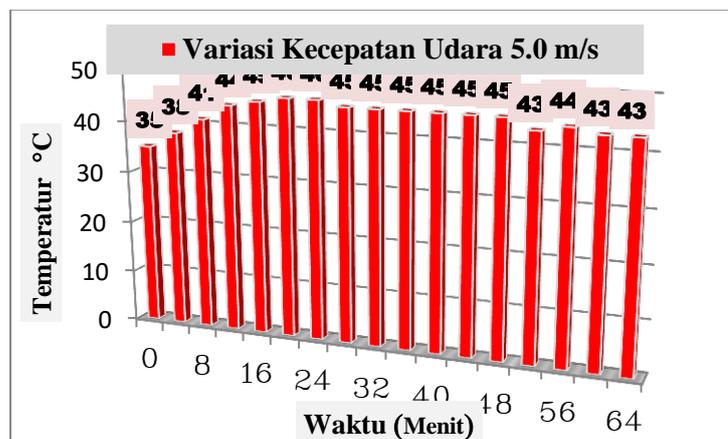
Gambar 6. Perbandingan Antara Waktu Dan Temperatur Pada Variasi Kecepatan 5.0 m/s, 10.0 m/s Dan 15.0 m/s.

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa untuk setiap variasi kecepatan udara memiliki temperatur yang berbeda beda, ini terlihat pada variasi kecepatan udara 5.0 m/s temperatur tertingginya adalah 846,3°C terjadi dimenit ke 48, sedangkan pada variasi kecepatan udara 10.0 m/s dengan temperatur tertingginya 841,1°C menit ke 20, kemudian variasi kecepatan udara 15.0 m/s temperatur tertingginya adalah 579,9°C menit ke 8. Terlihat bahwa grafik distribusi diatas mengalami *fluktuasi*, sesuai dengan literatur (Suhandi, E., Rosyadi, I., dan Tb. A. 2016), hal ini dapat disebabkan oleh ketidak seragaman ukuran bahan bakar sehingga mempengaruhi laju turunya temperatur bahan bakar kedaerah oksidasi dan pirolisis.

Hal ini terjadi karena semakin tinggi ruang pembakaran kompor maka semakin banyak jumlah biomassa yang dapat diumpankan dalam satu *batch* (Ariho D., Tumutegyereize P. 2011).

Selain itu, kadar air bahan bakar yang semakin kecil memudahkan biomassa bereaksi dengan udara dan kemudian terbakar. Kompor dengan biomassa berkadar air 7.26% hanya mampu beroperasi selama 24.41 menit. Sedangkan penggunaan biomassa berkadar air 12.58% mampu menghasilkan nyala api selama 27.9 menit (Zulfansyah, Hermanto, dan M. I. 2011).

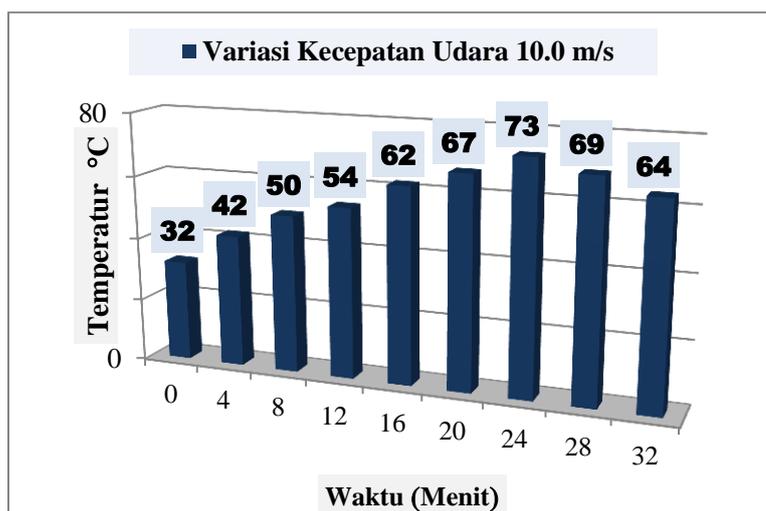
2.7. Temperatur Air Tertinggi Variasi Kecepatan 5.0 m/s Pada Proses Pembakaran Limbah Tongkol Jagung



Gambar 7. Grafik Temperatur Air Tertinggi Variasi Kecepatan 5.0 m/s Pada Proses Pembakaran Limbah Tongkol Jagung.

Dilihat dari grafik temperatur air tertinggi dengan variasi kecepatan udara 5.0 m/s yaitu 46°C dan 45°C terjadi dimenit ke 20 sampai menit ke 48, kemudian temperatur air yang diukur menggunakan thermometer mulai mengalami penurunan secara terus menerus secara perlahan ke 43°C sampai berhenti ke menit 64 dan ditandai dengan berakhirnya proses pembakaran limbah tongkol jagung. Terlihat bahwa grafik distribusi diatas mengalami *fluktuasi*, sesuai dengan literatur (Saputra, N., Subroto 2016), semakin kecil kecepatan udara primer yang diberikan blower maka waktu untuk menaikkan temperatur akan semakin lama, kemudian didukung oleh pernyataan lain yaitu tinggi ruang raktor pada kompor berpengaruh terhadap lama proses gasifikasi. Semakin tinggi reaktor maka semakin lama waktu kompor beroperasi (Belonio 2005).

2.8. Temperatur Air Tertinggi Variasi Kecepatan 10.0 m/s Pada Proses Pembakaran Limbah Tongkol Jagung

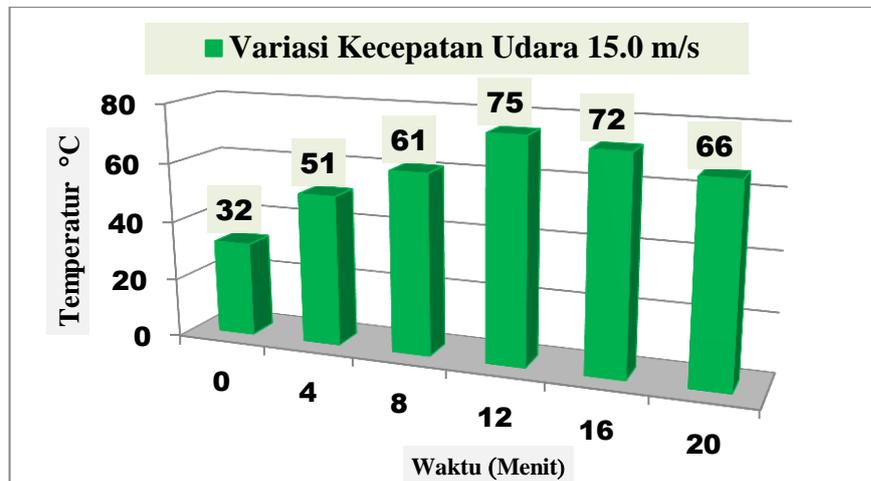


Gambar 8. Grafik Temperatur Air Tertinggi Variasi Kecepatan 10.0 m/s Pada Proses Pembakaran Limbah Tongkol Jagung.

Pada grafik diatas menunjukkan trend yang berbeda dengan grafik pada variasi kecepatan udara 5.0 m/s, ini terjadi karena perbedaan tekanan udara primer yang disuplai oleh blower lebih besar dibandingkan variasi kecepatan udara 5.0 m/s. Pada variasi kecepatan udara 10.0 m/s temperatur tertingginya adalah 73°C terjadi dimenit ke 24, kemudian selang beberapa menit setelahnya temperatur air mulai menunjukkan penurunan sampai berakhir pada menit ke 32, ditandai dengan berakhirnya proses pengukuran temperatur air tertinggi pada pembakaran limbah tongkol jagung.

Terlihat bahwa grafik distribusi diatas mengalami *fluktuasi*, sesuai dengan literatur (Zulfansyah, Hermanto, dan M. I. 2011), hal ini terjadi karena semakin banyak kadar air biomassa maka akan semakin besar energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air dalam biomassa hingga bahan bakar bereaksi pada reaksi pembakaran. Kemudian didukung oleh pernyataan lain yaitu (Handoyo 2013), semakin tinggi temperatur maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur tertinggi.

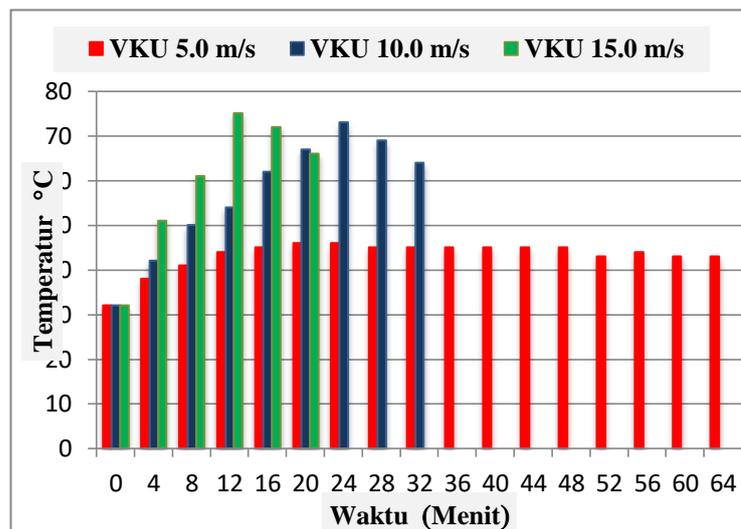
2.9. Temperatur Air Tertinggi Variasi Kecepatan 15.0 m/s Pada Proses Pembakaran Limbah Tongkol Jagung



Gambar 9. Grafik Temperatur Air Tertinggi Variasi Kecepatan 15.0 m/s Pada Proses Pembakaran Limbah Tongkol Jagung

Pada variasi kecepatan udara 15.0 m/s temperatur tertingginya adalah 75°C terjadi dimenit ke 12, kemudian selang 4 menit setelahnya temperatur air mulai menunjukkan penurunan sampai berakhir pada menit ke 20 dengan temperatur terendahnya yaitu 66°C dan ditandai dengan berakhirnya proses pengukuran temperatur air tertinggi pada pembakaran limbah tongkol jagung. Terlihat bahwa grafik distribusi diatas mengalami *fluktuasi*, sesuai dengan literatur (Sumantri, K., dan Aklis 2016), semakin tinggi temperatur pada proses pembakaran bahan bakar didalam reaktor maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur didih air tertinggi.

2.10. Perbandingan Temperatur Air Tertinggi Variasi Kecepatan 5.0 m/s, 10.0 m/s dan 15.0 m/s Pada Proses Pembakaran Limbah Tongkol Jagung



Gambar 10. Grafik Perbandingan Temperatur Air Tertinggi Variasi Kecepatan 5.0 m/s, 10.0 m/s dan 15.0 m/s Pada Proses Pembakaran Limbah Tongkol Jagung.

Grafik diatas menunjukkan trend bahwa waktu tercepat untuk mencapai temperatur tertinggi adalah dengan variasi kecepatan udara 15.0 m/s yaitu dengan waktu 12 menit, kemudian untuk variasi kecepatan 10.0 m/s mampu menaikkan temperatur tertingginya adalah 73°C dengan waktu 24 menit, selanjutnya temperatur air tertinggi pada variasi kecepatan udara 5.0 m/s yaitu 48°C dengan waktu 20 sampai 48 menit. Hal ini disebabkan perbedaan temperatur pembakaran di tiap variasi kecepatan udara dan perbedaan suplai udara primer yang diberikan oleh blower. Dari

penjelasan grafik atas sesuai dengan literatur (Saputra, N., Subroto 2016). Semakin besar kecepatan udara yang digunakan maka temperatur rata-rata yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Kemudian didukung oleh pernyataanlainya menyebutkan bahwa Perbedaan temperatur rata-rata air pada setiap pengujian dipengaruhi oleh temperatur pembakaran selama proses pengoperasian *gasifier* (Santosa 2016).

D. SIMPULAN DAN SARAN

Kelebihan kompor gasifikasi biomassa yaitu pembakarannya lebih sempurna dibandingkan dengan kompor konvensional (Tradisional), efisien terhadap waktu pengoperasian serta asap yang dihasilkan lebih sedikit pada proses pembakaran limbah tongkol jagung. Variasi kecepatan udara 15.0 m/s menghasilkan pembakaran lebih sempurna, abu yang dihasilkan lebih sedikit, waktu penyalan awal dan untuk menaikkan temperatur ruang pembakaran serta temperatur didih air tertinggi lebih cepat dibandingkan dengan 2 variasi kecepatan udara lainnya. Semakin kecil variasi kecepatan udara yang digunakan maka semakin lama waktu yang dibutuhkan bahan bakar untuk tergasifikasi dan berpengaruh terhadap temperatur pembakaran serta temperatur pendidihan air.

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan desain alat (kompor) serta ruang pembakaran (reaktor) disesuaikan dengan bahan bakar yang digunakan. Diperlukan untuk penelitian lebih lanjut tentang kompor gasifikasi biomassa limbah tongkol jagung.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Ariho D., Tumutegereize P., K. Bechtel. 2011. "Evaluation of Energy Efficiencies of Commonly Available Biomass Fuels in Uganda in a 'Champion-2008' Top Lit Updraft Gasifier Stove."
- Belonio, A. .. 2005. "Rice Husk Gas Stove Handbook." (Department of Agricultural Engineering and Environmental Management, College of Agriculture, Central Philippine University, Iloilo City : Philippines).
- Handoyo. 2013. "No TitlePengaruh Variasi Kecepatan Udara Terhadap Temperatur Pembakaran Pada Tungku Gasifikasi Sekam Padi." *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.*
- Higman, C., and M., Van Der Berg. 2003. "Gasification." *Elsevier Science.*
- Lorenz, K. J., dan K., Kulp. 1991. "Handbook Of Cereal Science And Technology. New York USA : Marcel Dekker Inc. 882."
- Menon, V., dan M., Rao. 2012. "Trends in Bioconversion of Lignosellulose: Biofuels, Platform Chemicals & Biorefinery Concept"." *Progress in Energy and Combustion Science. 38. 522-550.*
- Najib, Lailun, Darsopuspito, dan Sudjud. 2012. "Karakterisasi Proses Gasifikasi Biomassa Tempurung Kelapa Sistem Downdraft Kontinyu Dengan Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar (Afr) Dan Ukuran Biomassa." *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.*
- Santosa, Giri. 2016. "Pengaruh Pemanasan Awal Udara Terhadap Performa Crossdraft Gasifier Dengan Bahan Bakar Sekam Padi." *Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.*
- Saputra, N., Subroto, dan N. Aklis. 2016. "Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Terhadap Kinerja Tungku Gasifikasi Sekam Padi Tipe Downdraft Kontinu." *Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.*
- Setiawan, Budi. 2014. "Studi Gasifikasi Batu Bara Lignite Dengan Variasi Kecepatan Udara Untuk Keperluan Karbonasi." *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.*
- Statistik, Badan Pusat. 2018. "Data Produksi Jagung Menurut Provinsi, 2014-2018."
- Suciyanto, Z., Kuniarsih, A., dan U., Slamet. 2006. "Pengolahan Jagung Tongkol Menjadi Jagung Pipil." *Universitas Mercubuana : Yogyakarta.*
- Suhandi, E., Rosyadi, I., dan Tb. A., Nesorudin. 2016. "Uji Kualitas Syngas Bahan Bakar Bonggol Jagung Terhadap Air Fuel Ratio (Afr) Dan Kadar Air Dengan Gasifikasi Downdraft." *Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Jurnal Integrasi Proses 6(2):95-99.*
- Suliono, Dionisiu, F., Rohmat, Y. N., Canra, D., dan R. B., Karisma. 2017. "Unjuk Kerja Reaktor Gasifikasi Sekam Padi Sebagai Alat Pembuatan Gas Pengganti Elpiji Pada Rumah Tangga." *Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Indramayu. Seminar Nasional Teknologi Dan Rekayasa (SENTRA). E-ISSN □ 2527-6050.*

- Sumantri, K., dan Aklis, N. 2016. "Kinerja Crossdraft Gasifier Dengan Bahan Bakar Tongkol Jagung Dengan Kecepatan Udara 3.0, 4.0, 5.0 M/s." *Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Umogbai, V.I., and J.G., Orkuma. 2011. "Development and Evaluation Of A Biomass Stove." *Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences*, 2 (3): 514-520.
- Yuntenwi, E.A.T., MacCarty, N., Still, D., and J. Ertel. 2008. "Laboratory Study Of The Effects Of Moisture Content On Heat Transfer And Combustion Efficiency Of Three Biomass Cook Stoves." *Energy for Sustainable Development*, Vol. No. 2.
- Zulfansyah, Hermanto, dan M. I., Fermi. 2011. "Pengaruh Dimensi Kompor Dan Kadar Air Biomassa Terhadap Kinerja Kompor Gasifikasi Forced Draft." *Laboratorium Pengendalian Dan Perancangan Proses Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kampus Binawidya. Jurnal Teknik Kimia Indonesia Vol. 1*.