

## UJI KINERJA TUNGKU PANGGGANGAN PERFORMANCE TEST OF THE FURNACE GRILLS

Asep Irawan<sup>1</sup>, Budianto Lanya<sup>2</sup>, Agus Haryanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

<sup>2</sup>Dosen Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

✉ komunikasi penulis, e-mail: aseps31irawan@gmail.com

Naskah ini diterima pada 03 Mei 2016; revisi pada 22 Mei 2016;  
disetujui untuk dipublikasikan pada 4 Juni 2016

### ABSTRACT

*The purpose of barbequing is to cook food and provide a distinctive smoke aroma. This research aims at testing and performing of a furnace grill. The furnace grill was fabricated with main components including combustion chamber, roasting rack, nozzle pipe, and a blower. The grill was designed with a roasting rack of 1800 cm<sup>2</sup> and had a capacity of 16 pieces of chicken parts. Grill testing was conducted with and without roasting load. The parameter to observe included fuel capacity, roasting temperature, weight loss, amount of fuel consumption, air consumption, and roasting duration. Results using coconut shell charcoal showed that the grill working good with roasting temperature of 416.3°C. The grill had a fuel capacity of 2 kg with coconut shell charcoal and air consumption of 25.44 kg. The roasting capacity was 16 pieces of chicken breast and was 16 pieces of chicken leg. The average roasting duration was 4.84 minutes with 2.3 minutes pause for preparation and serving. Working capacity of the grill was 144 pieces per hour for chicken breast and 142 pieces per hour for leg. Average weight loss was 20.5% and 11.3% for chicken breast and chicken leg, respectively. Fuel consumption for each roasting process was 395.5 gram of coconut shell charcoal, equivalent to 13.441 kJ. Electric power consumption was 150.13 kJ for each roasting process.*

*Keywords: Furnace grill, design, performance, charcoal, cost.*

### ABSTRAK

Tujuan pemanggangan adalah untuk memasak bahan makanan dan memberikan aroma khas panggang. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja tungku panggang. Tungku panggang dibuat dengan komponen utama rangka dan ruang bakar, rak pemanggangan, pipa nozel, dan kipas (*blower*). Tungku didesain dengan luas rak pemanggangan 1800 cm<sup>2</sup> dan kapasitas pemanggangan 16 potong ayam. Pengujian tungku dilakukan baik tanpa beban maupun dengan beban pemanggangan. Parameter yang diamati meliputi kapasitas bahan bakar, suhu, penurunan bobot, jumlah bahan bakar, kebutuhan udara dan lama pemanggangan. Hasil pengujian menggunakan bahan bakar arang batok kelapa menunjukkan bahwa tungku bekerja dengan baik dan menghasilkan suhu rata-rata 416,3°C di rak pemanggangan. Tungku memiliki kapasitas bahan bakar arang batok kelapa 2 kg dan kebutuhan udara 25,44 kg. Kapasitas rak panggang mencapai 16 potong untuk bagian paha ayam dan 18 potong untuk bagian dada ayam. Lama pemanggangan rata-rata 4,84 menit dengan waktu jeda persiapan dan penyajian 2,3 menit. Kapasitas kerja tungku panggang untuk bagian dada adalah 144 potong/jam dan bagian paha 142 potong/jam. Susut masak pemanggangan rata-rata mencapai 20,5% untuk bagian paha ayam dan 11,3% untuk bagian dada ayam. Jumlah bahan bakar rata-rata untuk sekali proses pemanggangan adalah 395,5 gram arang batok yang setara dengan 13.441 kJ. Penggunaan energi listrik untuk sekali proses pemanggangan mencapai 150,13 kJ.

Kata Kunci: tungku panggang, rancang bangun, kinerja, arang, biaya.

## I. PENDAHULUAN

Menu makanan bakar banyak diminati di masyarakat dengan banyaknya rumah makan yang menyediakan menu makanan bakar seperti ayam bakar, ikan bakar, daging panggang, bebek bakar, jagung bakar dan lain sebagainya. Rasa yang khas dan aroma pembakaran mempunyai kelebihan tersendiri.

Pada umumnya alat panggang menggunakan bahan bakar arang. Arang adalah bahan bakar biomassa padat yang memiliki nilai kalor berkisar 25.000 – 32.000 kJ/kg. Komposisi kimia arang kayu terdiri atas 92,04% C, 2,45% H, 2,96% O, 0,53% N, 1,00 S, dan 1,02% abu dengan kadar air alami 0,5-6% (Haryanto, 2009).

Alat pemanggangan umumnya memiliki ruang penampung bahan bakar dengan asupan udara yang diberikan secara manual menggunakan kipas untuk mempercepat pembakaran. Pengoprasian alat ini memiliki kekurangan yaitu asupan udara pembakaran tidak dapat dikontrol. Asupan udara yang berlebih akan menyebabkan bahan bakar cepat habis, sedangkan asupan udara yang kurang akan menyebabkan pembakaran arang menjadi lambat dan menghasilkan kondisi pemanggangan yang tidak optimal.

Secara kimiawi proses pembakaran adalah reaksi oksidasi antara senyawa hidrokarbon dan sulfur yang terkandung di dalam biomassa dengan oksigen dari udara. Jika karbon dibakar dengan jumlah oksigen yang cukup akan dihasilkan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) disertai dengan pelepasan sejumlah panas. Oksigen untuk pembakaran umumnya berasal dari udara, yang sebagian besar mengandung unsur nitrogen dan oksigen serta sejumlah kecil karbon dioksida dan unsur-unsur lainnya (Yunus, 2002). Udara adalah gas yang dapat mengalir karena sifat molekulnya. Udara pembakaran (*combustion air*) adalah udara yang dibutuhkan untuk proses pembakaran yang terdiri dari udara primer, udara sekunder, dan udara tersier.

Teknologi untuk mempercepat pembakaran arang menjadi bara adalah dengan cara memberikan suplai udara sesuai dengan kebutuhan massa bahan bakar. Tungku panggangan merupakan teknologi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi pembakaran bahan bakar arang.

Proses pembakaran arang membutuhkan asupan udara untuk mempercepat arang menjadi bara. Kecepatan udara mempengaruhi besarnya nyala api dan temperatur pembakaran (Subroto, 2013). Oleh karena itu, perlu dilakukan rekayasa untuk menghasilkan udara yang cukup dengan menggunakan blower yang mengalirkan udara tambahan sebagai kebutuhan pembakaran arang. Blower yang dibutuhkan disesuaikan dengan kapasitas masa bahan bakar yang

akan dipanggang. Penelitian ini bertujuan menguji kinerja tungku panggangan.

## II. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September 2015 di Laboratorium Alat dan Mesin Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Seketsa tungku panggangan secara skematis diberikan dalam Gambar 1. Pengujian tungku panggangan yaitu memanggang ayam 16 potong dengan 3 kali ulangan. Bagian-bagian penting dari tungku panggangan ini antara lain: rangka dan ruang bakar, rak pemanggang, pintu pembuangan abu, pipa pemasok udara, pipa nozel, sok blower, engsel dan blower. Pasokan udara dilakukan menggunakan blower 150 watt

### 2.1. Uji Kinerja Alat

Uji kinerja alat dilakukan untuk mengetahui kebutuhan bahan bakar, baik menggunakan beban maupun tanpa beban pemanggangan. Pengujian pemanggangan dilakukan menggunakan bahan bakar arang tempurung kelapa dan ayam potong. Parameter yang diamati terdiri dari:

- Warna proses pembakaran arang dan pemanggangan. Warna proses pembakaran arang dan pemanggangan diamati secara visual dan didokumentasi menggunakan kamera.
- Suhu  
Suhu yang diukur meliputi suhu pada rak panggangan (!) pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termokopel selama pengujian.
- Kebutuhan bahan bakar  
Jumlah bahan bakar adalah jumlah kapasitas ruang bakar arang (kg) dan jumlah arang yang terpakai selama proses pemanggangan, diukur menggunakan timbangan (neraca).
- Waktu pembakaran  
Waktu pembakaran adalah lama pembakaran (menit) bahan bakar sampai habis dan lama pemanggangan ayam hingga masak (menit), diukur menggunakan alat ukur stopwatch.
- Penurunan bobot bahan  
Penurunan bobot bahan sampel (gram) menggambarkan jumlah air yang menguap atau dapat menunjukkan kadar air saat itu. Sampel ditimbang sebelum pemanggangan dan sesudah pemanggangan.

### 2.2. Perhitungan

Kebutuhan energi pemanggangan dihitung dari energi bahan bakar arang dan energi listrik untuk *blower* dan dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$E = E_{bba} + E_{blow} + E_{starter}$$

(1)

$$E_{bba} = m_{bb} \times N_{bb}$$

(2)

$$E_{blow} = P_{blow} \times t \times 10^{-3}$$

(3)

$$E_{stater} = m_{stater} \times N_{stater}$$

(4)

$E_{stater}$  = Energi penyalaan awal (kJ)

$m_{stater}$  = massa bakar bakar (spiritus) untuk penyalaan awal (kg)

$N_{stater}$  = Nilai kalor spiritus (kJ/kg)

dimana:

$E$  = energi total pemangangan (kJ)

$E_{bba}$  = kalor hasil proses pembakaran (kJ)

$N_{bb}$  = nilai kalor bahan bakar arang (28500kJ/kg)

$m$  = massa bahan bakar (kg)

$E_{blow}$  = energi untuk pemakaian blower (kJ)

$P_{blow}$  = ukuran daya blower (W)

$t$  = waktu pembakaran (detik)

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Spesifikasi Tungku Panggang

Tungku panggang berbahan bakar arang didesain untuk memiliki dua komponen, yaitu komponen tetap dan portabel. Komponen tetap tungku ini terdiri rangka, pintu pembuangan abu, pipa pengeluran udara (nozel), engsel, rak panggang, pipa saluran udara



Gambar 1. Sketsa tungku panggang



Gambar 2. Prototipe tungku panggang

dan sok. Komponen portable terdiri dari kipas (*blower*). Komponen tungku panggangan dapat dilihat pada Gambar 2 dan spesifikasi rinci tungku dapat dilihat pada Tabel 1.

### 3.2. Kinerja Alat Tanpa Beban

Alat tungku panggangan ini telah memenuhi kriteria desain yaitu mampu menghasilkan suhu untuk memasak 230-450°C. Alat tungku panggangan ini diuji

Tabel 1. Spesifikasi prototipe alat panggangan

No	Spesifikasi	Satuan	Nilai
1	Bobot unit alat	(kg)	24
2	Luas rak pemanggan	(cm <sup>2</sup> )	1800
3	Diameter nozel	(mm)	2
4	Diameter blower	(inch)	2
5	Daya blower	(watt)	150
6	Kapasitas bahan bakar	(kg)	2
7	Kapasitas kerja	(potong/jam)	143
8	Kapasitas rak	(potong)	18

Ruang pembakaran terbuat dari plat besi berukuran panjang 60 cm lebar 30 cm dan tinggi 12,5 cm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ruang pembakaran memiliki kapasitas 2 kg bahan bakar arang batok kelapa. Arang batok kelapa memiliki nilai energi sebesar 34.000 kJ/kg.

dengan menggunakan bahan bakar arang tempurung kelapa sebanyak 2 kg dengan 3 kali ulangan data hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 3.

Luas rak pemanggangan pada alat ini adalah 1800 m<sup>2</sup>. Bahan yang digunakan pada pengujian kapasitas menggunakan ayam bagian dada dengan luas rata-rata 84 cm<sup>2</sup> berat rata-rata 144,6 gram dan untuk bagian paha berukuran dengan luas 105 cm<sup>2</sup> dan berat 116,7 gram. Secara teori berdasarkan luas rak panggangan dibagi luas rata-rata ayam dihasilkan kapasitas rak panggangan adalah 21 potong untuk bagian dada dan 17 potong untuk bagian paha. Kapasitas real rak panggangan adalah 18 potong untuk dada ayam dan 16 potong paha ayam seperti terlihat pada Tabel 2. Hal ini disebabkan karena perbedaan dan ketidakseragaman ukuran ayam.

Perlakuan yang diberikan dengan penambahan udara yang dihasilkan blower. Starter awal atau penyulut untuk pembakaran arang menggunakan 100 ml spritus, suhu pada awal pembakaran yang dihasilkan rata-rata 62,1°C. Suhu sangat berpengaruh dalam proses pemanggangan, suhu yang tinggi akan menyebabkan bahan yang dihasilkan cepat matang. Uji tanpa beban menghasilkan pada menit ke 10 suhu dirak adalah 263,3 dari starter awal. Suhu maximum yang dihasilkan 416,3 setelah perubahan waktu dengan waktu lebih 20 menit. Suhu mengalami penurunan dikarenakan bahan bakar yang terbakar berkurang. Waktu pembakaran berakhir saat suhu mulai menurun berkisar 76 dan sisa bahan bakar beserta abu sebanyak 124,6 gram. Lama pembakaran arang 2 kg adalah 110

Tabel 2. Kapasitas rak pemanggang

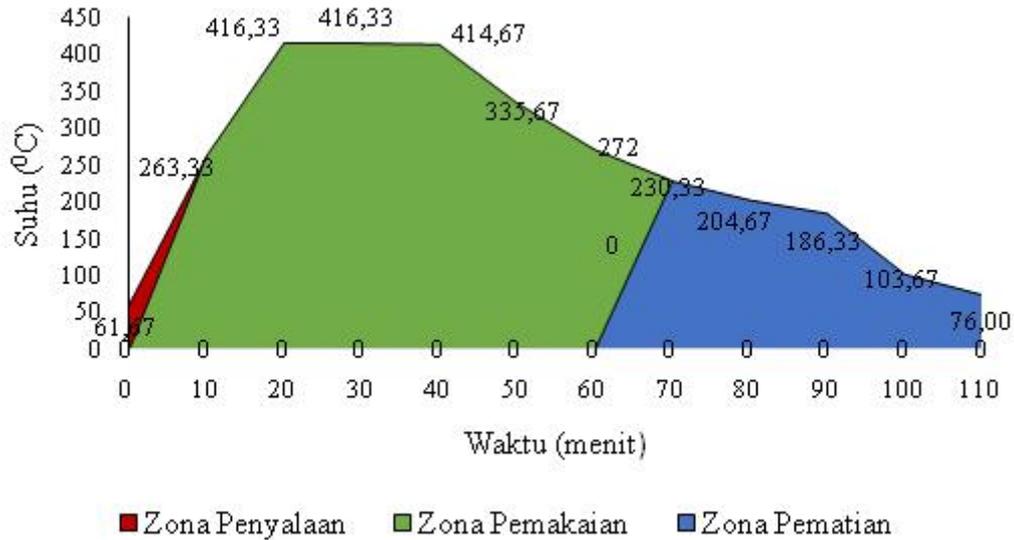
Jenis bahan	Luas bahan (cm <sup>2</sup> )	Kapasitas tampung	Tebal (cm)
Dada Ayam	84	18	4
Paha Ayam	105	16	2

Tabel 3. Data hasil pengamatan tanpa beban

No	Parameter	Satuan	Rata-rata
1	Kapasitas bahan bakar	kg	2
2	Massa spritus	ml	100
3	Suhu awal pada rak	?	61,7
4	Suhu max pada rak	?	475,7
5	Suhu akhir pada rak	?	76
6	Lama starter	menit	11,4
7	Lama pembakaran	menit	110
8	Massa sisa abu	g	124,6

menit. Grafik suhu dalam uji pembakaran tanpa beban dapat dilihat pada Gambar 3.

$$W = M \text{ (kgUdara)} \times N \text{ (kg)} \quad (9)$$



Gambar 3. Perkembangan suhu pada rak sebagai fungsi waktu pembakaran

Perkembangan suhu pada rak terhadap waktu pembakaran menunjukkan bahwa pada menit 0-20 adalah zona starter awal pembakaran arang sampai menjadi bara dan siap untuk dipakai. Pada zona starter berlangsung selama 10 menit bahan ayam dapat langsung diumpungkan ke rak. Proses pemanggangan pada zona ini berlangsung lama dikarenakan suhu yang dihasilkan masih rendah. Menit ke 20-60 adalah zona pemakaian, dimana suhu yang dihasilkan akan mempercepat pemanggangan bahan. Waktu yang dimanfaatkan pada zona ini berkisar 60 menit. Zona pematian berlangsung selama 40 menit. Pada menit 70-90 pemanggangan masih dapat dilakukan, pemanggangan akan berlangsung lama dikarenakan berkurnagnya suhu pada zona ini. Pemanggangan akan berlangsung secara terus menerus dengan dilakukanya penambahan baha bakar pada zona pematian.

Volume udara(V) pembakaran dengan ( $\bar{n}$  udara=1,29 kg/m<sup>3</sup>)

$$V = W \times \bar{n} \quad (10)$$

Debit udara (Q) pembakran selama pembakaran berlangsung.

$$Q = V/t \quad (11)$$

Kecepatan udara di nozel(v nozzel)

$$v \text{ nozel} = Q / (1/4(\pi)(d)^2) \quad (12)$$

Kecepatan udara di blower (v blower)

$$v \text{ blower} = Q / (1/4Q)(d)^2 \quad (13)$$

Proses pembakran arang berlangsung dengan adanya bantuan suplay udara pembakaran tambahan. Unsur penyusun arang tempurung kelapa dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi kimia arang/kg

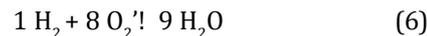
Unsur penyusun	% Unsur	Masa unsur kg
C	92,04	0,9204
H	2,45	0,0245
O	2,96	0,0296
S	1,00	0,0100

Secara teoritis kebutuhan oksigen dihitung atas dasar stoikometri reaksi kimia pembakaran berikut ini :

Reaksi pembakaran karbon dengan oksigen adalah



Reaksi pembakaran antara hidrogen dengan oksigen adalah



Reaksi pembakaran antara sulfur dengan oksigen adalah



Jumlah oksigen teoritis dihitung dengan penjumlahan molar molekul oksigen

Karena komposisi udara adalah 21% O<sub>2</sub> dan 79%N<sub>2</sub> maka jumlah udara (M) total untuk pembakaran arang :

$$M = (O_2/0,21) \times M_{\text{arang}} \quad (8)$$

Kebutuhan udara (W)pembakaran bahan bakar per kg arang dihitung sebagai berikut :

Udara yang dibutuhkan untuk menghasilkan pembakaran 2 kg bahan bakar sampai habis terbakar berkisar 25,44 kg udara menurut perhitungan. Kebutuhan udara pembakaran dihasilkan dari komposisi udara dilingkungan dikalikan kebutuhan oksigen yang dibutuhkan. Perhitungan kebutuhan udara pembakaran disajikan pada Tabel 5.

### 3.3. Kinerja Pemanggangan Ayam

Hasil analisis data dari pengujian dengan beban yang telah dilakukan disajikan pada Tabel 6. Parameter pengujian meliputi bahan bakar yang terpakai, susut

masak, lama pemanggangan dan suhu saat pemanggangan berlangsung. dapat dilihat secara visual. Kriteria tungku panggangan yang diharapkan adalah mampu

Tabel 5. Kebutuhan udara pembakaran

Variabel	Satuan	Nilai
Jumlah bahan bakar	kg	2
Kebutuhan udara pembakaran	kg	25,44
Volume udara	m <sup>3</sup>	19,73
Debit udara	m <sup>3</sup> /s	0,00299
Kecepatan udara nozel	m/s	21,7
Kecepatan udara blower	m/s	1,46

Tabel 6. Data hasil pengamatan dengan beban

No	Parameter	Satuan	Rata-rata
1	Massa bahan bakar (kg)	kg	2
2	Massa spritus (mm)	mm	100
3	Suhu pemanggangan (C)	?	381,5
4	Kapasitas rak(potong)	Potong	17,4
5	Massa awal paha (g)	g	116,7
6	Massa akhir paha (g)	g	92,7
7	Massa awal dada (g)	g	141,7
8	Massa akhir dada (g)	g	128,4
9	Lama pemanggangan (menit)	menit	4,84
10	Massa bahan bakar terpakai (g)	g	1186
11	Massa sisa arang (g)	g	814

### 3.3.1. Ayam Hasil Panggangan

Proses pengolahan daging ayam dapat dilakukan dengan cara digoreng, dipanggang, dibakar, diasap atau diolah menjadi produk lain (Soeparno, 2005). Proses pengolahan daging ayam sebelumnya dilakukan proses perebusan kemudian proses pemanggangan atau pengasapan (*curing*). *Curing* adalah proses penambahan bahan bumbu seperti garam, gula serta rempah-rempah pada daging ayam.

Perubahan warna pada proses pemanggangan merupakan indikasi bahwa bahan telah matang yang

memanggang ayam dalam priode penyajian waktu singkat dan ayam panggang yang dihasilkan alat ini matang seragam. Gambar 4 adalah perubahan warna ayam sebelum dan setelah pemanggangan.

Kriteria matang suatu bahan dapat dilihat secara visual dengan perubahan warna dari kuning menjadi coklat dan hitam. Warna hitam yang tampak adalah bagian kulit ayam yang terbakar, pengaruh panas yang tinggi mengakibatkan kulit ayam yang tipis ini cepat sekali kering dan menjadikan hitam sebelum bagian daging matang.



Gambar 4. Warna ayam sebelum dan sesudah pemanggangan

**3.3.2. Suhu dan Lama Pemanggangan**

Pengujian kapasitas kerja dilakukan pada zona pemakaian ketika arang terbakar secara merata menjadi bara. Suhu rata-rata rak pada uji pemanggangan dengan beban dihasilkan 381,5°C. Tingginya suhu pada rak berpengaruh terhadap lama pemanggangan. Waktu pemanggangan sebanyak 18 potong ayam rata-rata berkisar selama 4,84 menit. Faktor lama pemanggangan berpengaruh terhadap tinggi rak, jumlah bahan bakar, luas permukaan dan ketebalan bahan. Untuk pemanggangan pada bagian paha berlangsung selama 4,5 menit dan 5 menit untuk bagian dada. Waktu untuk menyiapkan bahan ke rak panggangan dan pengambilan hasil panggangan berkisar 2 menit dalam satu kali proses pemanggangan. Waktu optimum proses pemanggangan yang telah dikurangi dengan waktu jeda persiapan dan pengambilan hasil panggangan adalah berkisar 40 menit dengan waktu jeda 20 menit dalam 1 jam. Diperoleh kapasitas kerja tungku panggangan ini untuk bagian dada adalah 144 potong/jam dan bagian paha 142 potong/jam.

**3.3.3. Penurunan Bobot Bahan**

Perubahan berat sampel menggambarkan jumlah air pada bahan yang menguap. Kandungan zat gizi daging ayam yaitu kadar air daging dada 72,19%, paha 71,82%, kadar protein daging dada 22,14%, paha 19,09%; Kadar lemak daging dada 0,59% dan paha 4,48% (Triyantini dkk. 2000). Soeparno (2005), menyatakan bahwa pada

umumnya nilai susut masak daging sapi bervariasi antara 1,5–54,5% dengan kisaran 15–40%. Penurunan bobot bahan setelah pemanggangan rata-rata mencapai 20,5% untuk bagian paha dan 11,3% untuk bagian dada, ini tidak jauh menyimpang dari standar susut masak daging pada umumnya. Daging ayam pada rak panggangan secara perlahan semakin panas dan mengeluarkan kandungan minyak serta penguapan air. Perbedaan penurunan bobot ini dipengaruhi oleh luas permukaan dan tebal pada tiap bagian bahan ayam potong. Gambar 5 adalah diagram perbedaan penurunan bobot bahan tiap bagian daging ayam.

**3.3.4. Jumlah Bahan Bakar yang Terpakai**

Karbonisasi atau pembuatan arang adalah konversi energi dari biomassa yang tujuan utamanya peningkatan nilai kalor (Yokayama, 2008). Jumlah bahan bakar yang terpakai selama proses pembakaran adalah 1186 gram arang. Proses pembakaran arang berlangsung selama 50 menit dari waktu starter awal sampai berakhir pemanggangan. Dengan jumlah bahan bakar yang terpakai membutuhkan 15,09 kg udara menurut perhitungan dari udara yang disuplai blower. Kebutuhan udara pembakaran dengan bahan dapat dilihat pada Tabel 7.

Blower menghasilkan volume udara selama pembakaran adalah 11,7 m<sup>3</sup>, debit udara sebanyak 0,0039 m<sup>3</sup>/s dan kecepatan udara pada nozel adalah 28,3 m/s dan kecepatan udara pada blower adalah 1,84



Tabel 7. Kebutuhan udara pembakaran uji dengan bahan

Variabel	Satuan	Nilai
Jumlah arang	kg	1,186
Kebutuhan udara pembakaran	kg udara	15,09
Volume udara	m <sup>3</sup>	11,7
Debit udara	m <sup>3</sup> /s	0,0039
Kecepatan udara nozel	m/s	28,3
Kecepatan udara blower	m/s	1,84

m/s. Energi yang dihasilkan dari 1186 gram arang adalah 40324kJ. Energi penggunaan listrik selama proses pemanggangan mencapai 450,36 kJ. Warna nyala api dapat dilihat pada Gambar 6.

kombinasi penggunaan blower dan nozel serta bahan yang dipanggang.



Gambar 6. Warna pembakaran arang

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah:

1. Telah dihasilkan alat panggangan ayam dengan kapasitas bahan bakar arang batok kelapa sebanyak 2 kg yang habis terbakar selama 110 menit dengan suhu tertinggi  $416,3^{\circ}\text{C}$  di rak panggangan. Kapasitas tampung rak panggangan mencapai 16 potong paha ayam dan 18 potong dada ayam. Rata-rata waktu untuk sekali proses pemanggangan adalah 4,84 menit dengan waktu jeda 2,3 menit untuk penyiapan bahan dan penyajian.
2. Kapasitas kerja tungku panggangan adalah 144 potong/jam untuk bagian dada ayam dan 142 potong/jam untuk bagian paha ayam.
3. Penurunan bobot bahan setelah pemanggangan rata-rata mencapai 20,5% untuk bagian paha dan 11,3% untuk bagian dada.
4. Konsumsi bahan bakar untuk sekali proses pemanggangan adalah 395,5 gram arang batok yang setara dengan 13.441 kJ. Proses pembakaran arang membutuhkan udara pembakaran sebanyak 15,27 kg udara per kg arang.
5. Biaya pokok untuk pemanggangan ayam adalah Rp. 96,5/potong paha atau dada.

##### 4.2. Saran

1. Diperlukan pengembangan alat tungku pemanggangan guna meningkatkan kinerja.
2. Diperlukan penelitian lanjutan dengan fokus kombinasi bahan bakar yang digunakan,

#### DAFTAR PUSTAKA

- Haryanto, A. 2012. *Energi Terbarukan. Buku Ajar.* Jurusan Teknik Pertanian. FP.UNILA. Bandar Lampung. Hal 16.
- Subroto, D . 2013. Unjuk Kerja Tungku Gasifikasi Dengan Bahan Bakar Sekam Padi Melalui Pengaturan Kecepatan Udara Pembakaran. *Jurnal Media Mesin.* Vol. 14, No. 2 Hal 51 - 58.
- Soeparno. 2005. *Ilmu dan Teknologi Daging.* Cetakan Ke-5. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 346 hlm
- Triyantini, Abubakar, S. Roswita, dan H. Setiyanto. 2000. Mutu Karkas Ayam Hasil Teknik Pemotongan Berbeda. Seminar Nasional Peternakan clan Veteriner 2000. Balai Penelitian Ternak P.O. Box. 221, Bogor 16002
- Yokayama, S. 2008. *Asian Biomass Handbook.* The Japan Institute of Energy. Japan. 351 hlm.
- Yunus, D. 2002. *Thermodinamika Teknik II.* Universitas Darma Persada. Jakarta. [www.ft.unsada.ac.id](http://www.ft.unsada.ac.id). 31 Desember 2014