

DOI: doi.org/10.21009/0305020612

OPTIMASI ANALISIS DAN EFISIENSI ENERGI TERMAL MENGUNAKAN TUNGKU SEKAM SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF RUMAH TANGGA (STUDI KASUS : PRAKTIKUM TERMODINAMIKA)

Zahra Syahira^{1,a)}, Dwiky Agung Adi Nugroho¹, Royyan Faizin¹, Fajrul Kamil Ramadhan¹,
Sejahtera¹, Salahuddin Perdana¹, Muhammad Ahyad¹, Angga Khalifah Tsauqi¹, Alif Musthafa
Thariq¹, Ahmad Yani², Irzaman^{1,b)}

¹Departemen Fisika FMIPA Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680

²Laboratorium Departemen Fisika FMIPA Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680

Email:^{a)} zahrasyahira88@gmail.com, ^{b)} irzaman@apps.ipb.ac.id

Abstrak

Penggunaan bahan bakar pada rumah tangga lazim digunakan pada semua lapisan masyarakat. Sudah menjadi kebutuhan sehari-hari pada rumah tangga dalam penggunaan bahan bakar terutama untuk memasak. Keterbatasan persediaan bahan bakar gas menyebabkan peralihan ke bahan bakar alternatif seperti penggunaan tungku sekam. Tungku sekam merupakan media bahan bakar yang menggunakan bahan baku sekam dan pada penelitian ini diterapkan dalam praktikum termodinamika di Departemen Fisika FMIPA IPB semester 3. Dalam mengoptimasikan analisis dan efisiensi energi termal menggunakan tungku sekam sebagai bahan bakar alternatif rumah tangga dilakukan pada tiga perlakuan (1 kg, 1.5 kg, dan 2 kg) air yang dididihkan pada tungku sekam. Tungku sekam menghasilkan rata-rata nilai efisiensi energi termal sebesar 4.64% ketika air yang dididihkan sebesar 1 kg, 4.16% pada 1.5 kg air yang dididihkan dan 6.57% ketika air yang dididihkan sebesar 2 kg. Berdasarkan hasil penelitian ini bila diterapkan di masyarakat, akan sangat membantu pemerintah dalam ketahanan energi nasional.

Kata kunci: *Bahan bakar, sekam, tungku sekam, efisiensi energi termal, ketahanan energi*

Abstract

Fuel usage in households commonly used in all levels of society. Has become a daily needs of households in the use of fuels, especially for cooking. Limited supply of fuel gas causes the transition to alternative fuels such as rice husk furnace. Rice husk furnace is a medium that uses materials rice husk and in this study applied in thermodynamics experiment in the Department of Physics, IPB semester 3. In optimizing analysis and the efficiency of thermal energy using rice husk furnace as an alternative fuel of households conducted in three treatments (1 kg, 1.5 kg and 2 kg) of water boiling on the rice husk furnace. Rice husk furnace produces average value of thermal energy efficiency of 4.64% when the boiled water for 1 kg, 4.16% for 1.5 kg in the boiled water and 6.57% when water boil for 2 kg. Based on these results when applied in the community, will greatly assist the government in the national energy endurance.

Keywords: *Fuel, rice husk, rice husk furnace, efficiency of thermal energy, energy endurance*

1. Pendahuluan

Sekam padi dapat digolongkan sebagai limbah buangan hasil pertanian. Proses penguraian limbah secara alami berlangsung sangat lambat [1]. Pada setiap proses penggilingan padi akan terlihat tumpukan sekam padi sisa gilingan yang cukup tinggi [2]. Hal ini membuktikan bahwa sekam padi merupakan limbah yang proses penguraiannya memakan waktu yang cukup lama sedangkan

pemanfaatan limbah sekam padi menjadi komoditas lain masih relatif sedikit [3].

Indonesia termasuk negara penghasil padi terbesar yang artinya juga menghasilkan jumlah limbah sekam padi yang cukup banyak [4]. Jika produksi gabah kering giling (GKG) menurut press release Badan Pusat Statistik 1 November 2005 sekitar 54 juta ton maka jumlah sekam yang dihasilkan lebih dari 10,8 juta ton, hasil ini bertambah di tiap tahunnya [5].

Hal inilah yang mendasari perlu adanya upaya pemanfaatan limbah sekam padi menjadi komoditas yang lebih bermanfaat [6]. Penelitian kali ini bertujuan untuk meneliti efisiensi dari tungku sekam padi sebagai alternatif bahan bakar rumah tangga. Harga minyak bumi dan gas yang semakin meningkat juga menjadi salah satu pendorong penggunaan tungku sekam yang menggunakan bahan baku utama limbah sekam padi sebagai bahan bakar alternatif rumah tangga di Indonesia [7].

Tungku sekam yang digunakan adalah tungku sekam dengan spesifikasi komponen utama tubuh tungku sekam dari drum besi yang berukuran diameter 56,0 cm dan tinggi 98,0 cm, tandon sekam yang berbentuk kerucut yang berdiameter dasar 86,0 cm dan tinggi 65,0 cm, cerobong berlubang sebagai pembatas aliran api yang berdiameter 12,0 cm dan tinggi 45,0 cm, isolator agar panasnya lebih terfokus di sekitar cerobong berlubang berdiameter 20,0 cm dan tinggi 36,0 cm, tatakan penahan abu sementara dari bahan seng dan berlubang-lubang diameternya 26,0 cm [8]. Dudukan penahan beban dari bahan besi. Lubang utama aliran udara pada tubuh tungku yang ukurannya dapat divariasikan [9].

Tungku Sekam sebagai energi alternatif

Tungku sekam merupakan bahan bakar alternatif yang termasuk dalam energi biomassa [10]. Bahan-bahan yang termasuk dalam kategori biomassa adalah produk-produk tumbuhan, baik terestrial maupun akuatik dan material yang dihasilkan dari pengolahan tumbuhan tersebut oleh manusia atau hewan [11].

2. Tujuan

1. Mengetahui potensi limbah sekam padi.
2. Mengetahui alternatif pemanfaatan limbah sekam padi menjadi energi.
3. Mengetahui efisiensi tungku sekam sebagai bahan bakar alternatif rumah tangga.

3. Efisiensi Tungku Sekam

Efisiensi adalah ukuran tingkat sumberdaya dalam suatu proses [12]. Efisiensi tungku akan naik ke nilai tertentu seiring bertambahnya jumlah udara yang masuk ke dalam ruang bakar tungku, tetapi turun kembali ketika jumlah udara yang masuk terus ditingkatkan [13].

4. Metode Penelitian

Alat yang digunakan terdiri atas alat utama dan alat bantu. Alat utama berupa seperangkat tungku sekam. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dan bahan bakar berupa sekam. Tahapan penelitian ini meliputi persiapan alat dan bahan, tahapan memasak air, dan melakukan pengambilan data.

Perhitungan efisiensi bahan bakar

Untuk menghitung efisiensi bahan bakar perlu dicari *heat value fuel* (HVF) dan *fuel consumption rate* (FCR) dengan menggunakan persamaan: [14]

$$\text{HVF} = 1386000 \text{ J/kg} \quad (1)$$

$$\text{FCR} = \frac{m}{t} \quad (2)$$

Keterangan:

t = Waktu yang dibutuhkan untuk memasak (jam)

m = Massa sekam terpakai (kg)

Daya masuk dapat dicari dengan menggunakan persamaan: [14]

$$P_{in} = \text{HVF} \times \text{FCR} \quad (3)$$

Daya keluar dapat dicari dengan menggunakan persamaan: [15]

$$P_{out} = \frac{(m_1 \times c \times (T_2 - T_1)) + (m_2 \times Lu) + (m_2 \times c_2 \times (T_3 - T_2))}{t} \quad (4)$$

Keterangan :

m₁ = Massa air

c = Kalor jenis air (4200 J/kg.°C)

T₂ = Suhu air mendidih (100°C)

T₁ = Suhu lingkungan (28°C)

m₂ = Massa uap air (kg)

Lu = Kalor uap air (2268000 J/kg)

c₂ = Kalor jenis uap air (1470 J/kg°C)

T₃ = Suhu uap air (102°C)

Efisiensi bahan bakar dapat dihitung menggunakan persamaan berikut: [16]

$$E_f = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \quad (5)$$

Keterangan:

E_f = Efisiensi

P_{in} = Daya Masuk

P_{out} = Daya Keluar

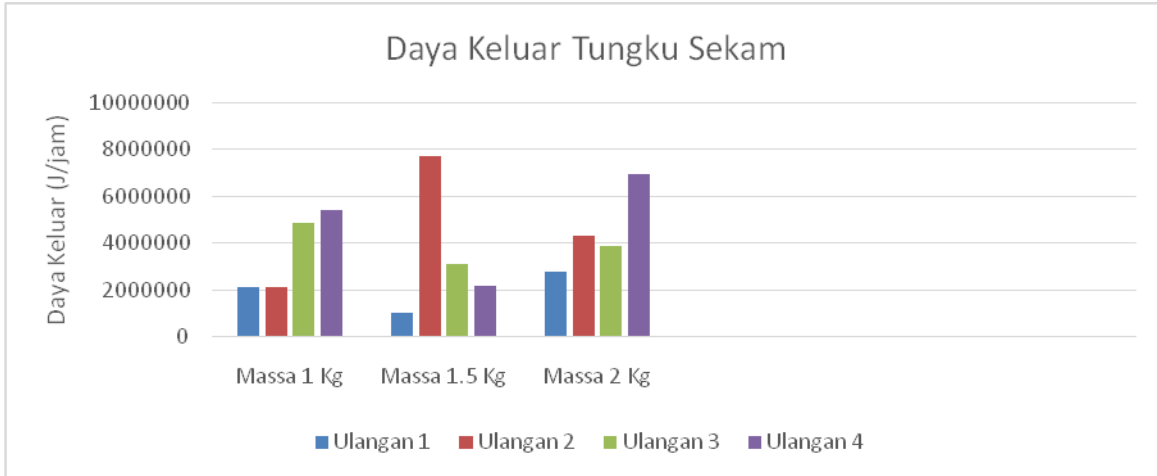
5. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Data hasil uji coba penggunaan tungku sekam untuk massa air yang berbeda-beda.

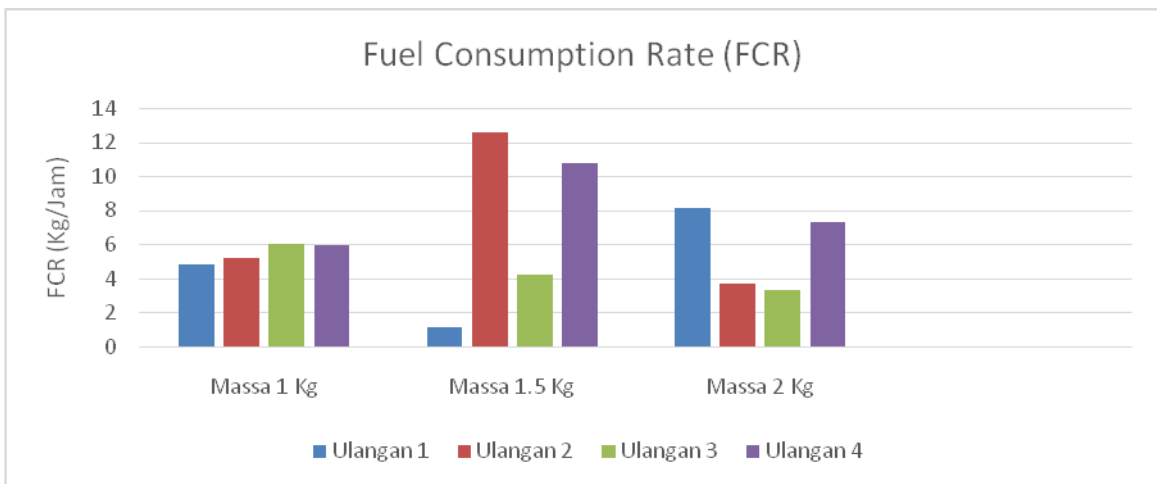
Massa air (kg)	Ulangan	Waktu Memasak (jam)	Massa sekam terpakai (kg)	HVF/Heat value fuel (J/kg)	FCR/Fuel consumption rate (kg/jam)
1	1	0.25	1.2	13,860,000	4.8
	2	0.25	1.3	13,860,000	5.2
	3	0.067	0.4	13,860,000	6
	4	0.203	1.2	13,860,000	5.92
1.5	1	0.483	0.55	13,860,000	1.14
	2	0.103	1.3	13,860,000	12.58
	3	0.275	1.2	13,860,000	4.24
	4	0.24	1.8	13,860,000	10.78
2	1	0.383	2	13,860,000	8.14
	2	0.246	1.4	13,860,000	3.65
	3	0.167	0.8	13,860,000	3.34
	4	0.283	2	13,860,000	7.27

Tabel 2. Data hasil perhitungan efisiensi tungku sekam untuk massa air yang berbeda-beda

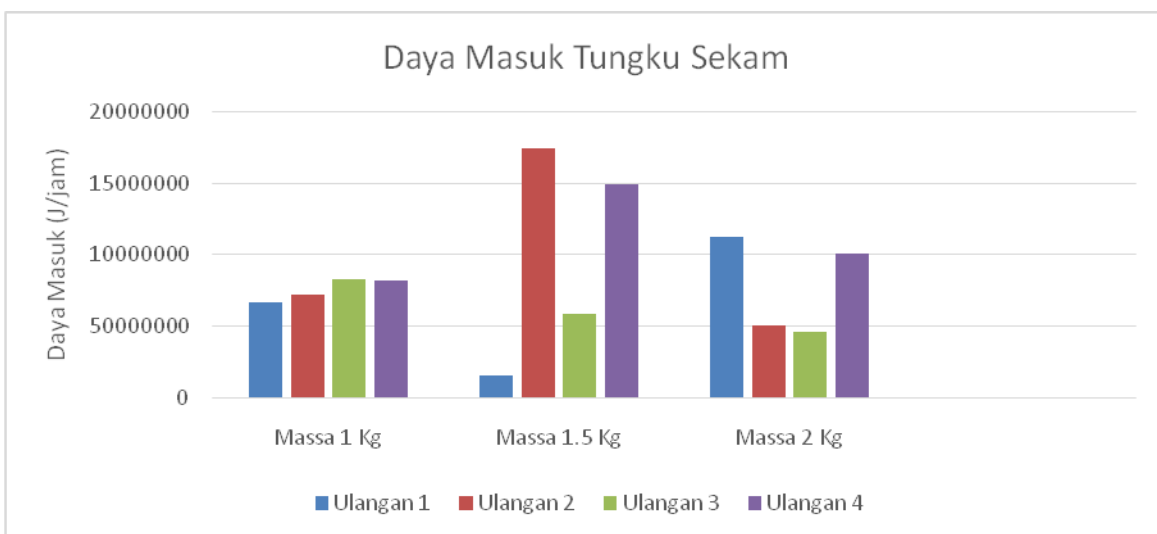
Massa air (kg)	Ulangan	Daya masuk (J/jam)	Daya Keluar (J/jam)	Efisiensi (%)	Rata-Rata Efisiensi (%)
1	1	66,528,000	2,117,976	3.18	4.64
	2	72,072,000	2,117,976	2.94	
	3	83,160,000	4,852,379.104	5.84	
	4	82,051,200	5,405,068.966	6.59	
1.5	1	15,800,400	1,033,165.217	6.54	4.16
	2	174,358,800	7,711,077.67	4.42	
	3	58,766,400	2,475,250.909	4.21	
	4	149,410,800	2,173,867.5	1.46	
2	1	112,820,400	2,764,981.723	2.46	6.57
	2	50,589,000	4,304,829.268	8.51	
	3	46,292,400	3,893,525.749	8.41	
	4	100,762,200	6,951,816.254	6.90	
Rataan Umum					5.12



Grafik 1. Daya keluar tungku sekam



Grafik 2. Fuel Consumption Rate (FCR)



Grafik 3. Daya masuk tungku sekam

Berdasarkan (Tabel 1) terlihat bahwa *fuel consumption rate* (FCR) dipengaruhi oleh massa sekam terpakai. Semakin besar massa sekam yang terpakai mengakibatkan peningkatan nilai *fuel consumption rate* (FCR) [17]. Nilai FCR ini akan mempengaruhi efisiensi tungku sekam seperti terlihat pada (Tabel 2). Semakin besar nilai *fuel consumption rate* (FCR) maka semakin besar pula nilai daya masuk sehingga mengakibatkan turunnya nilai efisiensi tungku sekam mengingat bahwa nilai efisiensi berbanding terbalik dengan nilai daya masukan [18].

Rata-rata nilai efisiensi tungku sekam mencapai 4,64% ketika air yang digunakan sebesar 1 kg, 4.16% pada 1.5 kg air dan 6.57% ketika air yang digunakan seberat 2 kg.

6.Simpulan

Tungku sekam merupakan bahan bakar alternatif yang termasuk dalam energi biomassa. Berdasarkan data hasil uji penggunaan tungku, nilai efisiensi tungku sekam bergantung pada seberapa banyak massa sekam padi yang terpakai, nilai *fuel consumption rate* (FCR) dan nilai daya yang masuk. Massa sekam yang terpakai mempengaruhi peningkatan nilai *fuel consumption rate* (FCR). Semakin besar nilai *fuel consumption rate* (FCR) maka semakin besar pula nilai daya masuk sehingga mengakibatkan turunnya nilai efisiensi tungku sekam. Rata-rata nilai efisiensi tungku sekam mencapai 4,64% ketika air yang digunakan sebesar 1 kg, 4.16% pada 1.5 kg air dan 6.57% ketika air yang digunakan seberat 2 kg.

Daftar Acuan

- [1] Irzaman, Darmasetiawan H, Alatas H, Irmansyah, Husin A. D, Indro M. H, Development of cooking stove with rice husk fuel, Workshop on Renewable Energy Technology Applications Support E3 Village (Energy, Economics and Environment), Universitas Persada Jakarta (2008), p.82-85.
- [2] Irzaman, Darmasetiawan H, Alatas H, Irmansyah, Husin A. D, Indro M. N, Hardhienata H, Abdullah K, Mandang T, Tojo S, Optimization of thermal efficiency of cooking stove with rice-husk fuel in supporting the proliferation of alternative energy in Indonesia, Proceeding Symposium on Advanced Technology Development of Biomass Utilization , Southeast Asia (2009), p.40-41.
- [3] Husin A. D, Misbakhussunhudur M, Irzaman, Juansah J, Effendy S, Pemanfaatan dan kajian termal tungku sekam untuk penyulingan minyak atsiri dari daun cengkeh sebagai pengembangan produk dan energi alternatif terbarukan, Prosiding Seminar Nasional Sains II, (2010), p.364-372.
- [4] Casnan, Irzaman, Untoro P, Efisiensi energi dari tungku sekam dengan kompor bahan bakar campuran air, minyak dan gas karbon (asap) dengan metode kavitasi, Prosiding Pertemuan Ilmiah XXV HFI, (2012), p.123-125.
- [5] Firdaus F. H, Fitriana A, Nurmaniah I, Risanti M, Setiawan A. A, Irzaman, Analisis efisiensi termal kompor berbahan bakar sekam dan limbah baglog pada sterilisasi jamur tiram, Jurnal Fisika dan Aplikasinya. 16 (2015), p. 64-76.
- [6] Rifky M, Irzaman, Alatas H, Optimasi efesiensi tungku sekam dengan ventilasi lubang utama pada badan kompor, Prosiding Seminar Nasional Sains, FMIPA IPB (2008), p.155-161.
- [7] Husin A. D, Irzaman, Juansyah J, Umrih T, Hendratno K. P, Rahmadani E, Effendy, Efisiensi energi bahan bakar sekam dan kayu pada proses sterilisasi media tumbuh jamur tiram putih, Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia. 17 (2012), p. 65-69.
- [8] Husin A. D, Irzaman, Juansyah J, Effendy S, Kajian efisiensi energi tungku sekam padi untuk media tanam jamur tiram (*Pleurotus otreatus*). (2013), p.197-198.
- [9] Mukhlis. Rodianawati I, Syafutra H, Alatas H, Irzaman, Analisis efisiensi energi pada tungku berbahan bakar sekam padi, Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains, (2013), p.321-325.
- [10] Irzaman, Electrical properties of Indonesian hardwood case study: acacia mangium switenia macrophylla eminii, Wood Research. 5 (2014), p. 695-704.
- [11] Syah, Alam A. N. *Biodiesel jarak pagar*. Jakarta, Agromedia Pustaka (2006), p. 153-154.
- [12] Aminullah, Rohaeti E, Irzaman, 2015. Reduction of high purity silicon from bamboo leaf as basic material in development of sensors manufacture in satellite technology, Procedia Environmental Sciences, (2015), p.308-316.
- [13] Suhandi, D. Rusdiana, Irzaman, Kajian dan terapan konsep fisika dalam desain tungku sekam, Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia. 9(2013), p.184-190.
- [14] Sonip A, Aprilina E, Sagala L. A. B, Risanti M, Kurniati M, Irzaman, Analisis ikatan molekul

protein (gugus fungsi C-N) pada miselium jamur tiram dengan metode fourier transform infra-red (FTIR), Seminar Nasional Fisika, Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Negeri Jakarta (2015).

- [15] Masitoh, Ariyanti L, Firdaus F. H, Irma A, Apriliana E, Kurniati M, Risanti M, Irzaman, Formulasi minuman kesehatan ekstrak jamur tiram putih (*Pleurotus ostratus*) kaya β -Glukan (health drink formulation from oyster mushroom extract (*Pleurotus ostratus*) that Rich of β -glukan), *Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*. 1 (2015), p. 96-100.
- [16] Desna, Puspita R. D, Dermansyah H, Irzaman, Siswadi, Kajian proses sterilisasi media jamur tiram putih terhadap mutu bibit yang dihasilkan, *Berkala Fisika*. 13 (2010), p.45-48.
- [17] Masrur, Irmansyah, Irzaman, Optimasi kelajuan pemanasan pada ekstraksi silicon dioksida (SiO_2) dari sekam padi, *Jurnal Biofisika*. 9 (2013), p.13-20.
- [18] Nawafi F, Puspita R. D, Desna, Irzaman, Optimasi tungku sekam skala industri kecil dengan sistem boiler, *Berkala Fisika*. 12 (2010), p. 77-84.