

PENERAPAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA KOMPOR ROKET BIOMASSA SEBAGAI SOLUSI UNTUK PENGHEMATAN PENGGUNAAN KAYU BAKAR

Oleh:

Ahmad Nayan, Adi Setiawan, Mulkia Farhan, Yogi Arieandi.

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

adis@unimal.ac.id

Abstrak

Kompur merupakan salah satu peralatan yang menghasilkan panas yang tinggi yang dihasilkan dari proses pembakaran untuk kebutuhan rumah tangga seperti memasak dan memanaskan bahan makanan. Di daerah terpencil dan sering mengalami kelangkaan bahan bakar gas, diperlukan suatu teknologi tepat guna kompor roket biomassa sebagai alternatif alat memasak yang murah dan aman dalam pengoperasian. Desa Pantan Sinaku, Kabupaten Bener Meriah, Aceh merupakan salah satu daerah terpencil yang membutuhkan teknologi ini. Melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat, permasalahan ini coba diatasi melalui beberapa tahapan yaitu (i) menyusun desain dan kebutuhan material untuk kompor roket, (ii) menguji-coba kompor dengan metode *water boiling test* (WBT) dan (iii) memperkenalkan teknologi kompor roket ke masyarakat. Pada pengujian awal kompor roket biomassa, diambil nilai hasil uji pembakaran tempurung kelapa dengan metode *hot start*, *cold start* dan *simmer*. Selanjutnya saat di lokasi, diuji penggunaan bahan bakar berupa kayu mangga dan kayu ranting kering. Dari hasil uji kompor roket diperoleh bahan bakar kayu mangga memiliki nilai efisiensi thermal paling tinggi yaitu 36% saat *cold start*, 42% saat *hot start*, dan 41% saat *simmer*. Nilai efisiensi termal terendah didapat saat memasak air menggunakan bahan bakar tempurung kelapa dengan nilai efisiensi 22% *cold start*, 18% *hot start*, dan 25% *simmer*. Memasak dengan kayu ranting memiliki nilai efisiensi termal mencapai 31% *cold start*, 25% *hot start*, dan 50% *simmer*. Teknologi yang diperkenalkan ini mendapat minat dan respon yang positif dari warga Desa Pantan Sinaku.

Kata Kunci: *bahan bakar, biomassa, kompor roket, Desa Pantan Sinaku*

Abstract

The stove is one of the equipment that produces high heat generated from the combustion process for household needs such as cooking and heating food ingredients. In remote areas and often experiencing a scarcity of gas fuel, appropriate technology is needed for the biomass rocket stove as an alternative to cooking tools that are cheap and safe to operate. Pantan Sinaku Village, Bener Meriah Regency, Aceh is one of the remote areas that require this technology. Through community service activities, this problem is tried to be overcome through several stages, namely (i) compiling the design and material requirements for rocket stoves, (ii) testing stoves with the water boiling test (WBT) method and (iii) introducing rocket stove technology to the community. Public. In the initial testing of the biomass rocket stove, the value of the coconut shell combustion test results was taken using the hot start, cold start and simmer methods. Furthermore, when at the location, tested the use of fuel in the form of mango wood and dry twigs. From the rocket stove test results, mango wood fuel has the highest thermal efficiency value, namely 36% at cold start, 42% at the hot start, and 41% at a simmer. The lowest thermal efficiency value is obtained when cooking water using coconut shell fuel with an efficiency value of 22% cold start, 18% hot start, and 25% simmer. Cooking with twigs has a thermal efficiency value of 31% cold start, 25% hot start, and 50% simmer. The technology introduced has received positive interest and response from the residents of Pantan Sinaku Village.

Keywords: *fuel, biomass, rocket stove*

PENDAHULUAN

Biomassa merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang banyak digunakan dan ketersediaannya masih melimpah di seluruh dunia (Musabbikhah & Bakri, 2019), khususnya di Indonesia. Mayoritas pedagang

terutama usaha kecil menengah di Kabupaten Bener Meriah, masih banyak yang menggunakan tungku konvensional yang terbuat dari bahan tanah liat atau batu bata, namun material-material ini memiliki nilai konduktivitas termal yang tinggi sehingga kalor yang dihasilkan dari pembakaran kayu

akan banyak terbuang melewati dinding-dinding tungku dan terbuang ke udara luar. Mitra pada kegiatan pengabdian ini yaitu rumah makan kari kambing di Desa Pantan Sinaku, Kecamatan Pintu Rime Gayo, Kabupaten Bener Meriah.

Faktor utama yang mempengaruhi pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan di rumah tangga adalah kemampuan membeli, ketersediaan, dan kemudahan untuk mendapatkan dan budaya. Sekitar 40% total konsumsi energi nasional yang digunakan oleh rumah tangga (terutama di pedesaan) berasal dari biomassa (Primadita, Kumara, & Ariastina, 2020). Survei sosial ekonomi nasional yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik pada tahun 2016 menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar biomassa jenis kayu di Aceh sebanyak 17,43% dan di Indonesia sebanyak 21,57% (BPS, 2016).

Kompur merupakan salah satu teknologi yang memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan proses memasak (Hidayat et al., 2020). Prinsip dasar kompor adalah sebagai media proses pembakaran bahan bakar. Proses pembakaran bergantung dari sifat fisik-kimia bahan bakar serta mode penyediaan udara dan kondisi lingkungan sekitar (Clauser et al., 2021). Pada umumnya masyarakat pedagang makanan di Desa Pantan Sinaku menggunakan kompor dengan bahan bakar minyak dan gas LPG sebagai bahan bakar. Kedua sumber energi tersebut memiliki kelebihan dalam hal emisi buang yang bersih, efisiensi yang tinggi, dan praktis sehingga banyak digunakan oleh negara berkembang salah satunya Indonesia yang banyak menggunakan minyak tanah dan LPG, sedangkan masyarakat yang ekonomi menengah ke bawah, pemakaian tungku tanah liat masih banyak digunakan (Widawati et al., 2019). Penggunaan tungku tanah liat atau yang biasa disebut dengan tungku tiga batu (*three stone stove*) memiliki beberapa kekurangan seperti panas yang terbuang dari sistem ke lingkungan dan kadar CO yang tinggi, tentu ini sangat tidak efisien jika terus digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan memasak.

Rancangan kompor biomassa yang saat ini banyak digunakan masyarakat masih sangat sederhana sehingga emisi hasil pembakaran sangat berbahaya bagi kesehatan dan efisiensinya rendah. Saat ini ada beberapa upaya yang telah dilaksanakan untuk meningkatkan efisiensi pembakaran tungku biomassa (Faisal, Setiawan, Wusnah, Khairil, Luthfi, et al., 2018). Salah satu upaya yang

dilakukan adalah dengan mengembangkan desain tungku biomassa jenis roket. Tungku jenis roket ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar dengan efisiensi termal, kombinasi dari efisiensi pembakaran yang ditingkatkan dan transfer panas yang terkait dengan pembakaran bahan bakar (Faisal, Setiawan, Wusnah, Khairil, & Luthfi, 2018).

Water Boiling Test merupakan pengujian terhadap suatu jenis bahan bakar dimana untuk menghasilkan rasio perbandingan kalor yang dihasilkan oleh bahan bakar terhadap kalor yang diterima oleh air untuk menaikkan suhu air dan menguapkannya (Emissions, 2014). *Water boiling test* dilakukan dengan tiga tahap, yaitu *cold start*, *hot start*, dan *simmer*. *Cold start* merupakan tahap pertama dalam melakukan *water boiling test*, dimana pengujian dengan menggunakan sejumlah bahan bakar untuk mendidihkan sejumlah air dalam sebuah panci dengan temperatur panci, air dan kompor sama dengan temperatur ruangan. *Hot start* merupakan tahap kedua dimana air dididihkan dengan kompor yang telah panas dengan tujuan untuk mengidentifikasi perbedaan daya guna kompor ketika sedang dingin dan ketika sudah panas. Dalam pengujian ini, pengukuran dan perhitungan sama dengan pengujian pada kondisi *cold start*, yang membedakan hanyalah keadaan awal pada kompor dan panci. Pada *hot start* kompor dan panci masih dalam temperatur yang lebih tinggi dari pada temperatur ruangan karena baru selesai digunakan. Pengujian tahap ketiga adalah *simmer*, dimana pengujian menggunakan panci dan air yang telah mendidih pada tahap dua. Dengan menggunakan sejumlah bahan bakar, air yang telah mendidih tersebut dipanaskan selama 45 menit dan suhu air harus tetap terjaga sekitar 3°C di bawah titik didih

METODE

Kajian ini dilaksanakan melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PkM) yang dilaksanakan di desa Pantan Sinaku, Kabupaten Bener Meriah, Aceh. Pelaksanaan kegiatan ini diadaptasi dari langkah kerja yang diuraikan melalui literatur (Sutiadiningsih, Budijono, & Bawono, 2016). Pada kegiatan ini dilaksanakan pengenalan dan pembekalan cara penggunaan kompor roket biomassa. Adapun tahapan pelaksanaan kegiatan ini adalah sebagai berikut.

1. Kegiatan awal yang terdiri dari perancangan dan pabrikasi kompor roket biomassa.
2. Pengujian awal dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari kompor roket biomassa tersebut dengan metode water boiling test.
3. Pengenalan teknologi kompor biomassa sekaligus pembekalan tentang cara pengoperasian kompor kepada masyarakat.
4. Analisa data, evaluasi pelaksanaan PKM dan penyusunan kaporan serta publikasi.



Gambar 1. Desain kompor roket biomassa

Gambar 1 menampilkan bentuk hasil rancangan kompor roket biomassa. Sementara pada Gambar 2 ditampilkan foto kompor roket biomassa hasil pabrikasi. Setelah kompor dipabrikasi, maka selanjutnya dilakukan pengujian. Dari hasil uji tersebut diketahui bahwa kompor roket dapat berfungsi dengan baik dan layak untuk diterapkan kepada masyarakat di pedesaan. Selanjutnya teknologi ini diperkenalkan ke masyarakat melalui kegiatan PKM dengan membakar dua jenis biomassa, yaitu kayu manga dan dahan ranting kering yang ada di lokasi. Kegiatan ini

dilaksanakan dengan tujuan diseminasi teknologi kompor roket kepada masyarakat. Selama kegiatan ini berlangsung, diadakan juga *sharing* informasi dan diskusi tentang cara penggunaan kompor biomassa, beserta kelebihan dan kekurangannya dibandingkan dengan jenis tungku tradisional. Pengujian awal dengan metode WBT terhadap tiga jenis biomassa yaitu pelepah daun kelapa, tempurung kelapa dan bambu (Almuzakkir, Muhammad, & Setiawan, 2021).



Gambar 2. Hasil pabrikasi kompor roket biomassa

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kompor roket biomassa dilaksanakan dengan metode *water boiling test* (WBT). Metode WBT ini memiliki tiga tahap pengujian, yaitu *cold start*, *hot start*, dan *simmer*. Untuk data hasil pengujian di lapangan disajikan *cold start* pada Tabel 1 dengan membandingkan hasil uji awal di laboratorium berbahan bakar tempurung kelapa.

Tabel 1. Hasil Pengujian WBT pada Tahap *Cold Start*

No.	High Power Test (Cold Start)	Units	Jenis Bahan Bakar		
			Kayu Manggas	Tempurung Kelapa ^a	Kayu Ranting
1	<i>Time to boil pot #1</i>	min	9.3	8.33	5.3
2	<i>Burning rate</i>	g/min	14	22	31
3	<i>Thermal efficiency</i>	%	0.36	0.22	0.31
4	<i>Specific fuel consumption</i>	g/liter	79	139	135
5	<i>Temp-corrected specific energy cons</i>	kJ/liter	1572	2600	2817
6	<i>Firepower</i>	watts	4175	6545	5790

^aSumber: (Almuzakkir et al., 2021)

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa perbandingan nilai hasil pengujian water boiling test WBT terhadap tiga jenis bahan bakar, yaitu kayu mangga, tempurung kelapa dan kayu ranting pada tahap cold start. Dari ketiga jenis bahan bakar yang digunakan efisiensi panas tertinggi adalah kayu mangga dengan efisiensi termalnya, yaitu 36%, sedangkan nilai efisiensi termal yang rendah, yaitu pada bahan bakar tempurung kelapa, yaitu 22 % dan bahan bakar kayu ranting memiliki efisiensi termalnya 31%. Namun dari segi waktu, bahan bakar yang mampu mendidihkan air sebanyak satu liter paling cepat adalah kayu ranting dengan waktu 5.3 menit kemudian tempurung kelapa 8.33 menit dan kayu mangga selama 9.3 menit. Untuk

hasil data pengujian water boiling test pada tahap hot start dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 menyajikan data hasil pengujian water boiling test pada tahap hot start, pada tahap ini penggunaan jenis bahan bakar kayu mangga mengalami peningkatan efisiensi panas dari tahap cold start yang hanya 36% menjadi 42%, namun pada jenis bahan bakar tempurung kelapa dan kayu ranting mengalami penurunan efisiensi panas, berdasarkan analisa dilapangan penurunan efisiensi yang dialami kedua jenis bahan bakar tersebut diakibatkan oleh panas yang terbuang kelingkrungan. Untuk data hasil pengujian water boiling test pada tahap simmer dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Pengujian WBT pada Tahap *Hot Start*

No.	High Power Test (Cold Start)	Units	Jenis Bahan Bakar		
			Kayu Manggas	Tempurung Kelapa ^a	Kayu Ranting
1	<i>Time to boil pot #1</i>	min	9	5.33	6.3
2	<i>Burning rate</i>	g/min	12	37	51
3	<i>Thermal efficiency</i>	%	0.42	0.18	0.25
4	<i>Specific fuel consumption</i>	g/liter	66	147	121
5	<i>Temp-corrected specific energy cons.</i>	kJ/liter	1340	2755	2584
6	<i>Firepower</i>	watts	3709	11032	7966

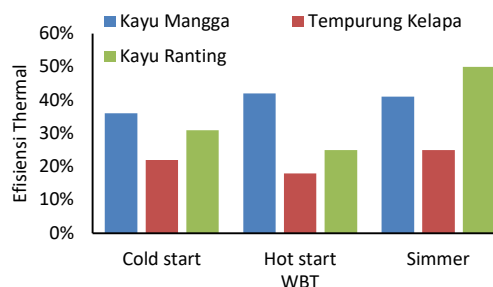
^aSumber: (Almuzakkir et al., 2021)

Tabel 3. Hasil Pengujian WBT pada Tahap *Simmer*

No.	High Power Test (Cold Start)	Units	Jenis Bahan Bakar		
			Kayu Manggas	Tempurung Kelapa ^a	Kayu Ranting
1	<i>Burning rate</i>	g/min	7	22	9
2	<i>Thermal efficiency</i>	%	0.41	0.25	0.50
3	<i>Specific fuel consumption</i>	g/liter	138	280	234
4	<i>Temp-corrected specific energy cons.</i>	kJ/liter	2546	4951	4513
5	<i>Firepower</i>	Watts	2089	6420	2976
6	<i>Turn down ratio</i>	--	2	1	3

^aSumber: (Almuzakkir et al., 2021)

Data pengujian pada tahap simmer dapat dilihat pada Tabel 3. Efisiensi thermal selama proses pengujian tahap simmer yang paling tinggi adalah bahan bakar kayu ranting, yaitu sebesar 50% dengan konsumsi bahan bakar paling sedikit, yaitu 127 g/liter. Konsumsi bahan bakar terbanyak pada bahan bakar jenis bambu, yaitu 290 g/liter. Perbandingan efisiensi thermal dari seluruh tahap pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pengaruh jenis biomassa terhadap efisiensi termal

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui proses penyuluhan dan pendampingan dilakukan dengan terstruktur dimulai dengan proses perubahan perilaku pemanfaatan teknologi tepat guna yang sampai pada pemanfaatan produk teknologi tersebut untuk meningkatkan pendapatan pelaku bisnis kuliner skala UMKM (Azizah & Mauliana, 2020). Tahapan tersebut meliputi demo dan pendampingan bagaimana cara penggunaan kompor roket biomassa disertai pemaparan keunggulan yang dimiliki kompor roket kepada pedagang kari kambing selaku mitra pada pengabdian, seperti pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Proses pemasangan dan prosedur penyalaan kompor roket biomassa




Gambar 4. Pendampingan penggunaan kompor roket biomassa

Tim pengabdian memberikan penyuluhan dan pembekalan tentang kompor roket biomassa yang dilakukan pada awal kegiatan kepada pedagang kari kambing. Selanjutnya dilakukan kegiatan penyuluhan dan pembekalan dengan melakukan demo penggunaan kompor biomassa. Penyuluhan teknis yang dilakukan yaitu bagaimana produk tersebut dapat dikembangkan secara mandiri oleh masyarakat dengan memanfaatkan material (limbah biomassa) yang tersedia disekitar tempat tinggal masyarakat Desa Pantan Sinaku. Dari identifikasi masalah yang dihadapi mitra maka, hasil target luaran yang dilakukan dari permasalahan yang ditemukan pada Tabel 4 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Target luaran yang terwujud

No.	Solusi	Luaran yang terwujud
1	Pembuatan kompor biomassa jenis roket	<ul style="list-style-type: none"> a) Kompor biomassa terbuat dari material besi. Hal ini bertujuan agar kompor biomassa memiliki ketahanan dan keawetan lebih kuat dari material batu bata. b) Sumber energi utama kompor biomassa adalah kayu bakar. Selain tidak memerlukan biaya untuk mendapatkannya dan juga sebagai solusi kelangkaan tabung gas LPG.
2	Peningkatan pemahaman dan keterampilan	<ul style="list-style-type: none"> a) Sosialisasi tentang pemahaman sekaligus praktek penggunaan kompor roket biomassa.



No.	Solusi	Luaran yang terwujud
		
3	<p>Pemasaran multidimensional. Hal ini bermakna, proses pemasaran kompor roket biomassa dilakukan secara tradisional melalui sistem jual langsung, dan secara modern melalui toko online atau website</p>	<p>a) Pemasaran melalui online dengan media online</p>

Adapun upaya yang harus dilakukan dalam kegiatan ini yaitu dengan melakukan perbaikan desain tungku dan material

penyusun tungku, sehingga didapatkan nilai efisiensi pembakaran yang lebih maksimal dan pengeluaran biaya yang lebih sedikit.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari pengujian kompor roket biomassa, secara umum dapat disimpulkan yaitu:

perlu dievaluasi dan diambil pelajaran (lesson learnt) untuk perbaikan berkelanjutan.

Simpulan

- Teknologi ini sangat sesuai untuk diterapkan kepada masyarakat karena efisiensinya yang lebih tinggi dan penggunaan bahan bakar yang lebih rendah.
- Bahan bakar berupa kayu mangga memiliki nilai efisiensi termal paling tinggi yaitu 36% saat *cold start*, 42% *hot start* dan 41% *simmer*. Sedangkan nilai efisiensi termal terendah didapat saat memasak air menggunakan bahan bakar tempurung kelapa dengan nilai efisiensi 22% *cold start*, 18% *hot start* dan 25% *simmer*.
- Memasak dengan kayu ranting memiliki nilai efisiensi termal mencapai 31% *cold start*, 25% *hot start* dan 50% *simmer*.
- Teknologi yang diperkenalkan ini mendapat minat dan respon yang positif dari warga Desa Pantan Sinaku.

Saran

Untuk kegiatan PKM berikutnya perlu dilanjutkan dengan pelatihan pembuatan kompor roket dengan memanfaatkan bahan baku/ material yang mudah diperoleh di lokasi kegiatan. Tingkat daya serap (adaptability) masyarakat terhadap teknologi kompor roket

DAFTAR PUSTAKA

- Almuzakkir, Muhammad, & Setiawan, A. (2021). Performance Test of a Household Rocket Stoves Fired with Coconut Frond , Coconut Shell and Bamboo. *International Journal of Research and Review*, 8(1), 59–64.
- Azizah, N. L., & Mauliana, M. I. (2020). Program Pengabdian Masyarakat Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) Mengenai Desain Komersialisasi dan Promosi Produk Makanan Inovasi. *Jurnal ABDI*, 6(1), 58–64.
- BPS. (2016). *Statistik Indonesia 2016*. (S. P. dan K. Statistik, Ed.). Badan Pusat Statistik.
- Clauser, N. M., González, G., Mendieta, C. M., Krueyanski, J., Area, M. C., & Vallejos, M. E. (2021). Biomass waste as sustainable raw material for energy and fuels. *Sustainability (Switzerland)*, 13(2), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su13020794>
- Emissions, C. (2014). The Water Boiling Test, 2(March).
- Faisal, F., Setiawan, A., Wusnah, W., Khairil, K., Luthfi, L., & Fajriana, M. (2018). Experimental Study of the Chimney Height Variation Against Double Pots Biomass Stove Performance. *Makara Journal of Technology*, 21(3), 109. <https://doi.org/10.7454/mst.v21i3.3393>

- Faisal, Setiawan, A., Wusnah, Khairil, & Luthfi. (2018). Effective height of chimney for biomass cook stove simulated by computational fluid dynamics. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (pp. 1–13). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/308/1/012043>
- Hidayat, R., Sidiq, M. F., Teknik, F., Tegal, U. P., Situasi, A., Slawi, K., ... Tengah, J. (2020). Pemanfaatan Energi dari Kompor Roket, *1*(2), 9–14.
- Musabbikhah, & Bakri, S. (2019). Rekayasa mesin pengolah limbah pertanian dan perkebunan sistem rotary untuk pembuatan pakan alternatif ternak entok yang ekonomis. *Jurnal ABDI*, *6*(2), 75–79.
- Primadita, D. S., Kumara, I. N. S., & Ariastina, W. G. (2020). A Review on Biomass for Electricity Generation in Indonesia. *Journal of Electrical, Electronics and Informatics*, *4*(1), 1. <https://doi.org/10.24843/jeei.2020.v04.i01.p01>
- Sutiadiningsih, A., Budijono, A. P., & Bawono, M. N. (2016). Penerapan mesin pengaduk adonan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi ukm produsen petis. *Jurnal Abdi*, *2*(1), 16–20.
- Widawati, E., Octaviani, S., Lauwrence, L., Sudharma, L. R. P., Teknik, F., Katolik, U., ... Roket, K. (2019). Kompor roket berbahan bakar briket biomassa, 23–24.