

**UJI KINERJA KOMPOR BIOMASSA SKALA RUMAH TANGGA
MENGUNAKAN EMPAT JENIS BAHAN BAKAR**

(Skripsi)

**Oleh
NURUL ISTIQOMAH
NPM 1914071043**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2026

**UJI KINERJA KOMPOR BIOMASSA SKALA RUMAH TANGGA
MENGUNAKAN EMPAT JENIS BAHAN BAKAR**

Oleh
NURUL ISTIQOMAH

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2026

ABSTRAK

UJI KINERJA KOMPOR BIOMASSA SKALA RUMAH TANGGA MENGUNAKAN EMPAT JENIS BAHAN BAKAR

Oleh

Nurul Istiqomah

Seiring dengan kebijakan pemerintah dalam mengurangi subsidi Liquefied Petroleum Gas (LPG), pengembangan dan pemanfaatan kompor berbahan bakar biomassa menjadi salah satu alternatif sumber energi rumah tangga yang perlu diperhatikan. Kompor biomassa memiliki potensi untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil sekaligus memanfaatkan sumber daya biomassa yang tersedia secara lokal. Namun, kinerja kompor biomassa sangat dipengaruhi oleh desain kompor serta karakteristik bahan bakar biomassa yang digunakan. Perbedaan desain kompor dapat memengaruhi proses pembakaran, distribusi panas, efisiensi termal, dan konsumsi bahan bakar. Selain itu, setiap jenis biomassa memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda, seperti kadar air, nilai kalor, densitas, dan kandungan abu, yang turut menentukan kualitas pembakaran dan performa kompor. Oleh karena itu, diperlukan pengujian kinerja kompor biomassa dengan berbagai jenis bahan bakar untuk memperoleh desain dan bahan bakar yang memberikan kinerja terbaik.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja kompor biomassa skala rumah tangga menggunakan empat jenis bahan bakar, yaitu arang, biopellet, limbah kayu, dan sabut kelapa muda pada dua tipe kompor biomassa. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yaitu jenis kompor dan jenis bahan bakar, masing-masing diulang sebanyak tiga kali. Pengujian dilakukan menggunakan metode Water Boiling Test (WBT) dengan parameter

karakteristik bahan bakar, konsumsi bahan bakar, efisiensi termal, daya kompor, dan suhu pembakaran.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis bahan bakar berpengaruh nyata terhadap karakteristik bahan bakar dan kinerja kompor biomassa. Arang memiliki kadar air terendah (1,89%), nilai kalor tertinggi (27,48 MJ/kg), dan nilai fixed carbon tertinggi (69,11%). Sabut kelapa muda memiliki kadar abu dan volatile matter tertinggi, masing-masing sebesar 2,79% dan 84,06%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa bahan bakar arang menghasilkan performa pembakaran yang lebih baik dibandingkan bahan bakar lainnya. Jenis bahan bakar menjadi faktor utama yang memengaruhi efisiensi dan daya kompor biomassa skala rumah tangga.

Kata kunci: Biomassa, Kompor Biomassa, Biopellet, Arang, Efisiensi Termal, Water Boiling Test

ABSTRACT

PERFORMANCE TESTING OF HOUSEHOLD-SCALE BIOMASS STOVES USING FOUR TYPES OF FUEL

By

Nurul Istiqomah

In line with the government's policy to reduce Liquefied Petroleum Gas (LPG) subsidies, the development and utilization of biomass-fueled stoves have become a promising alternative household energy source. Biomass stoves have the potential to reduce dependence on fossil fuels while utilizing locally available biomass resources. However, the performance of biomass stoves is highly influenced by stove design and the characteristics of the biomass fuel used. Differences in stove design can affect the combustion process, heat distribution, thermal efficiency, and fuel consumption. In addition, each type of biomass possesses distinct physical and chemical properties, such as moisture content, ash content, volatile matter, fixed carbon, and calorific value, which significantly influence combustion quality and stove performance. Therefore, performance testing is necessary to determine the effects of stove type and fuel type on the performance of household-scale biomass stoves.

This study aimed to evaluate the performance of two types of household-scale biomass stoves using four different fuels: charcoal, wood pellets, wood waste, and young coconut husk. The experiment employed a factorial Completely

Randomized Design (CRD) with two factors, namely stove type and fuel type, each replicated three times. Performance testing was conducted using the Water Boiling Test (WBT) method. The observed parameters included fuel characteristics, fuel consumption, thermal efficiency, stove power output, and combustion temperature.

The results showed that fuel type significantly affected both fuel characteristics and biomass stove performance. Charcoal exhibited the lowest moisture content (1.89%), the highest calorific value (27.48 MJ/kg), and the highest fixed carbon content (69.11%). Meanwhile, young coconut husk had the highest ash content and volatile matter, at 2.79% and 84.06%, respectively. Based on the WBT results, charcoal demonstrated superior combustion performance compared with the other fuels, as indicated by higher thermal efficiency and stove power output. Therefore, fuel type was identified as the primary factor influencing the performance of household-scale biomass stoves, with charcoal being the most effective fuel for enhancing stove performance.

Key words: biomass, biomass stove, charcoal, wood pellets, thermal efficiency, Water Boiling Test.

Judul Skripsi : **UJI KINERJA KOMPOR BIOMASSA SKALA
RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN EMPAT
JENIS BAHAN BAKAR**

Nama Mahasiswa : Nurul Istiqomah

No. Pokok Mahasiswa : 1914071043

Jurusan : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian



1. Komisi Pembimbing


Prof. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.

NIP. 196505271993031002


Dr. Ir. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.

NIP. 197007031998022001

2. Sekretaris Jurusan Teknik Pertanian

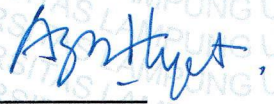

Dr. Ir. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.

NIP. 197007031998022001

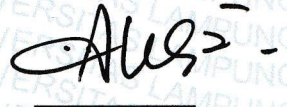
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.

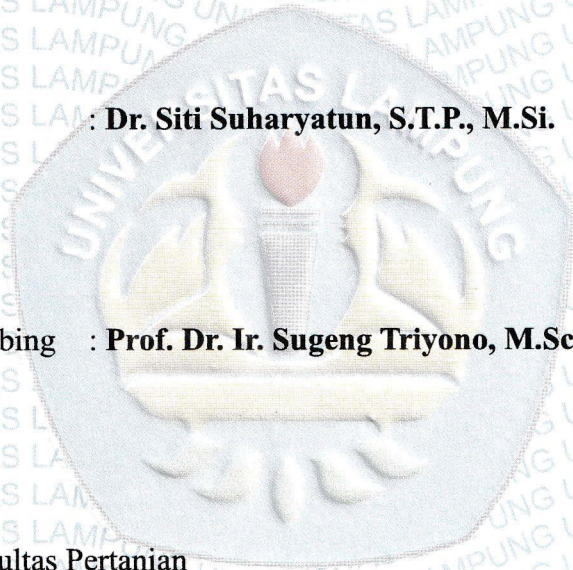
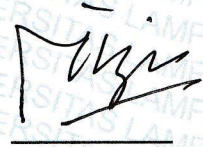


Sekretaris : Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.

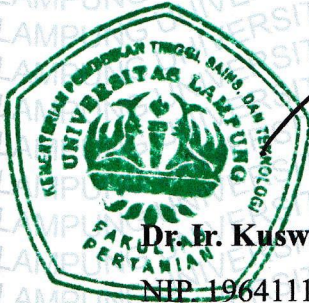


Penguji

Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.

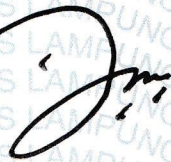


2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP 196411181989021002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 10 Juni 2026

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya Nurul Istiqomah dengan Nomor Pokok Mahasiswa (NPM) 1914071043. Dengan ini saya menyatakan bahwa semua yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang telah dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Prof. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.** dan 2) **Dr. Ir. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.**, berdasarkan pengetahuan serta informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi materi yang saya buat sendiri dan juga merujuk pada beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya, atau dengan kata lain, bukan merupakan hasil plagiat dari karya orang lain. Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, saya siap untuk mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 10 Juni 2026

Yang membuat pernyataan



Nurul Istiqomah

NPM 1914071043

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Taman Cari pada tanggal 03 Februari 2001. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara yang lahir dari pasangan Bapak Suryono dan Ibu Ngatemi. Pendidikan dasar ditempuh di SDN 1 Panca Marga dan diselesaikan pada tahun 2013. Pendidikan sekolah menengah pertama dilanjutkan di SMP Tri Bhakti dan diselesaikan pada tahun 2016. Selanjutnya, penulis menempuh pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Gunung Terang dan lulus pada tahun 2019.

Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2019. Selama masa studi, penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan di Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) pada tahun 2021-2022 sebagai Anggota Bidang Pemberdayaan Sumber Daya Manusia (PSDM) di Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung. Pada bulan Januari hingga Februari 2022, Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 Tahun 2022 di Desa Karta, Kecamatan Tulang Bawang Udik, Kabupaten Tulang Bawang Barat selama 40 hari. Pada bulan Juni hingga Agustus 2022, Penulis telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Benih Ikan (BBI) Purbolinggo Kabupaten Lampung Timur. Dengan judul “Teknik Pemijahan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Secara Alami Di Balai Benih Ikan Sentral Purbolinggo Lampung”. Penulis juga aktif dalam kegiatan eksternal dalam organisasi Tim Sosial Berbagi (TSB) dan Ikatan Keluarga Silat Putra Indonesia (IKSPI) Kera Sakti sebagai anggota.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'aalamiin...

Segala puji dan syukur saya haturkan kepada Allah SWT, dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang kupersembahkan karya ini sebagai wujud rasa syukur, cinta kasih, dan sebagai tanda bakti kepada :

Orang tuaku tercinta (Bapak Suryono dan Mamak Ngatemi)

Terima kasih Bapak, Mamak, atas segala kasih sayang dan perjuangan dalam membesarkan ku. Terima kasih selalu sabar dan selalu mendukung segala kegiatanku, baik dukungan moril maupun materil yang senantiasa diberikan untuk keberhasilan dan kebahagiaanku. Terimakasih telah mengajarkan ku menjadi Perempuan yang kuat. Tanpa doa dan restu Bapak dan Mamak, aku belum tentu sampai di titik ini.

Serta Adikku (Rohmah Fitri Lestari)

Dek, terimakasih banyak sudah kebersamai selama ini, terimakasih atas pengetahuan mu, semangat dan dukungan untuk ku.

SANWACANA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan berupa penyusunan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada suri tauladan umat Islam, Nabi Muhammad SAW, yang senantiasa kita nantikan syafaatnya hingga akhir zaman. Skripsi yang berjudul “Uji Kinerja Kompor Biomassa Skala Rumah Tangga Menggunakan Empat Jenis Bahan Bakar” ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis menerima banyak masukan, saran, bimbingan, dorongan, serta bantuan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan dan mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

3. Ibu Prof. Dr. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., ASEAN Eng., selaku Rektor Universitas Lampung.
4. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
5. Bapak Prof. Dr. Warji, S.TP., M.Si., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Pertama yang telah memberikan bimbingan, saran, masukan, serta motivasi.

7. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah membimbing serta memberikan saran, arahan, dan dorongan selama masa penyelesaian skripsi.
8. Bapak Prof. Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc., selaku Dosen Penguji atas saran dan kritik yang membangun dalam penyusunan skripsi ini.
9. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, atas ilmu, pengalaman, serta bantuan yang telah diberikan baik dalam perkuliahan maupun hal lainnya.
10. Bapak Suryono dan Ibu Ngatemi, selaku orang tua penulis, yang selalu memberikan kasih sayang, semangat, dan nasihat selama penulis menempuh perkuliahan serta menyelesaikan skripsi ini, serta doa yang tiada henti untuk keberhasilan penulis.
11. Rohmah Fitri Lestari, selaku adik penulis, yang selalu memberikan kasih sayang, semangat, dan dukungan selama penulis menempuh perkuliahan, serta doa yang tidak pernah putus untuk keberhasilan penulis sekaligus menjadi alasan dan motivasi untuk terus melangkah hingga skripsi ini selesai;
12. Keluarga yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan perkuliahan.
13. Terimakasih kepada saudara Ilham Nur Syamto yang telah menemani penulis selalu memberikan semangat, sabar, dan mendukung selama perkuliahan hingga skripsi ini selesai. Terimakasih sudah meluangkan waktu yang sangat panjang ini.
14. Teman-teman penulis, Dedi Kurnia, Antony Akbar terimakasih sudah membantu dan meluangkan waktu dalam melakukan penelitian di kampus.
15. Teman-teman seperjuangan Teknik Pertanian angkatan 2019 yang telah kebersamai penulis dari awal hingga akhir perkuliahan;
16. Serta semua pihak yang telah terlibat dan membantu dalam proses penulisan skripsi ini.
17. Terimakasih juga kepada bibik Yani yang telah memberikan semangat dan dukungannya selama ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan dan penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya. Semoga karya ini dapat digunakan dan memberikan manfaat sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 13 Juni 2026

Penulis,

Nurul Istiqomah

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA	ix
RIWAYAT HIDUP	x
HALAMAN PERSEMBAHAN	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.6 Batasan Masalah	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sumberdaya dan Cadangan Energi Indonesia	5
2.1.2 Gas Bumi	6
2.1.3 Batu Bara	8
2.1.3 Energi Terbarukan dan Energi Baru (ETEB)	8
2.2 Target Bauran Energi	9

2.3 Potensi Energi Biomassa	10
2.4 Konversi Energi Biomassa	11
2.5 Kompor Biomassa	12
2.6 Spesifikasi Umum	13
2.7 Kinerja Kompor Biomassa	14
2.7.1 Konsumsi Bahan Bakar Kompor Biomassa.....	14
2.7.2 Kemudahan Operasional.....	15
2.7.3 Efisiensi Termal.....	15
2.7.4 Nyala Api dan Suhu Pembakaran	16
2.7.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kinerja Kompor Biomassa.....	16
2.7.6 Pengujian Kompor	18
III. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat	20
3.2 Alat Dan Bahan	20
3.3 Metode Penelitian.....	20
3.4 Pelaksanaan Penelitian	23
3.4.1 Persiapan Bahan.....	24
3.4.2 Penimbangan Bahan Bakar	24
3.4.3 Uji Kadar Air	24
3.4.4 Uji Kadar Abu.....	25
3.4.5 Uji Nilai Kalor Bahan	25
3.4.7 Uji Kadar <i>Fixs Carbon</i>	26
3.4.8 Konsumsi Bahan Bakar	27
3.4.9 Laju pembakaran.....	27
3.4.10 Efisiensi Termal.....	27

3.4.12 Daya Kompor Biomassa	28
3.5 Analisis Data	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Karakteristik Bahan Bakar	29
4.1.1 Kadar Air Bahan Bakar.....	30
4.1.2 Kadar Abu Bahan Bakar	31
4.1.3 <i>Volatile matter</i> (Zat Terbang)	33
4.1.4 <i>Fixs Carbon</i>	34
4.1.5 Nilai Kalor Netto	36
4.2 Kinerja Kompor Biomassa	38
4.2.1 Konsumsi Bahan Bakar	38
4.2.2 laju pembakaran.....	40
4.2.3 Suhu pembakaran.....	45
4.2.2 Efisiensi Kompor	49
4.2.3 Daya Kompor.....	51
V. PENUTUP	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Konsumsi energi Indonesia	1
Gambar 2. Cadangan Minyak Bumi Tahun 2013-2022	5
Gambar 3. Cadangan Gas Bumi Tahun 2013-2022	6
Gambar 4. Sumberdaya dan Cadangan Batu Bara Tahun 2013-2022	8
Gambar 5. Target Bauran Energi Terbarukan Dalam Pasokan Energi Primer	10
Gambar 6. Beberapa Perubahan Target Dalam Kebijakan Energi Nasional Yang Baru	10
Gambar 7. Peta Sebaran Potensi Bioenergi Indonesia	11
Gambar 8. Kompor biomassa UB-03-1	14
Gambar 9. Kompor 1 (K1)	21
Gambar 10. Kompor 2 (K2)	21
Gambar 11. Bahan bakar yang digunakan	22
Gambar 12. Bagan alir uji kinerja kompor biomassa	23
Gambar 13. Konsumsi Bahan Bakar untuk Mendidihkan 5 Liter Air	38

DAFTAR TABEL

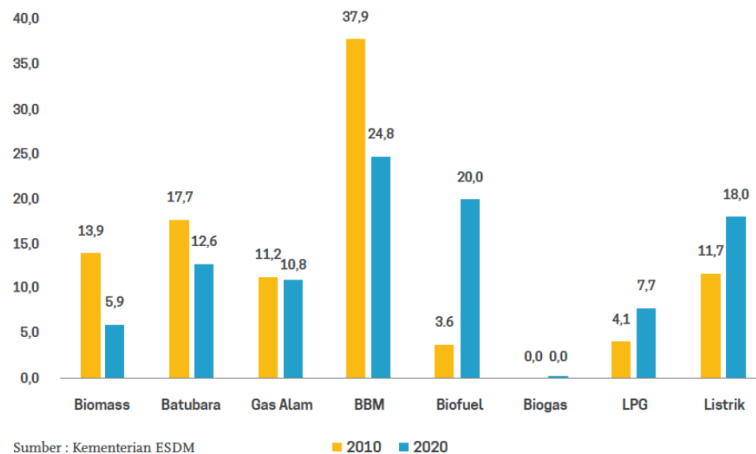
Tabel	Halaman
Tabel 1. Kapasitas Kilang LPG Indonesia Tahun 2022.....	7
Tabel 2. Potensi dan Pemanfaatan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan Tahun 2022.....	9
Tabel 3. Dasar Bejana (Puppung, 1989).	19
Tabel 4. Kombinasi perlakuan	22
Tabel 5. Kombinasi Acak.....	23
Tabel 6. Karakteristik Bahan Bakar	29
Tabel 7. Hasil Uji Anova Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Kadar Air	30
Tabel 8. Hasil Uji BNT Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Kadar Air	31
Tabel 9. Hasil Uji Anova Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Kadar Abu.....	32
Tabel 10. Uji BNT Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Kadar Abu	32
Tabel 11. Nilai Volatile Matter pada Bahan Bakar.....	33
Tabel 12. Hasil Uji Anova Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Volatile Matter	34
Tabel 13. Uji BNT Pengaruh Jenis Bahan Bakar terhadap Volatile Mattter	34
Tabel 14. Nilai Fixs Carbon pada bahan bakar	35
Tabel 15. Hasil Uji Anova Pengaruh Jenis Bahan Bakar terhadap Fixs Carbon ..	35
Tabel 16. Uji BNT Pengaruh Jenis Bahan Bakar terhadap Fixs Carbon	36
Tabel 17. Hasil Uji Anova Pengaruh Jenis Bahan Bakar terhadap Nilai Kalor Netto.....	37
Tabel 18. Uji BNT Pengaruh Jenis Bahan Bakar terhadap Nilai Kalor Netto	37
Tabel 19. Hasil Uji Anova Konsumsi Bahan Bakar untuk Mendidihkan 5 L Air	39
Tabel 20. Uji BNT Konsumsi Bahan Bakar untuk Mendidihkan 5 L Air	40
Tabel 21. Nilai Efisiensi Kompor Biomassa.....	49
Tabel 22. Hasil Uji Anova Efisiensi Kompor	50
Tabel 23. Hasil uji BNT Efisiensi Kompor.....	50
Tabel 24. Daya Kompor Biomassa K1 dan K2.....	51

Tabel 25. Hasil uji anova daya kompor biomassa.....	52
Tabel 26. Hasil uji BNT daya kompor biomassa	52

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi biomassa menjadi faktor penting untuk pencapaian pembangunan berkelanjutan, tingkat pemakaian bahan bakar terutama pada bahan bakar fosil semakin meningkat seiring dengan bertambahnya populasi manusia dan meningkatnya laju industrialisasi di Indonesia. Biomassa merupakan sumber energi terbarukan yang termasuk melimpah dan diharapkan dapat memberi kontribusi yang signifikan pada bauran energi Indonesia. Gambar 1 menunjukkan proyeksi konsumsi energi Indonesia berdasarkan jenis bahan bakar.



Gambar 1. Konsumsi energi Indonesia

Tingginya kebutuhan energi fosil Indonesia salah satunya disumbang oleh kebutuhan rumah tangga terhadap LPG untuk memasak yang terus meningkat dimana impor mencapai 70 % dari suplai LPG (Haryana, 2019). Oleh karena itu, perlu dilakukan konversi bahan bakar fosil ke energi terbarukan yang ramah lingkungan dan jumlahnya melimpah di Indonesia untuk mengurangi penggunaan energi fosil. Salah satu energi terbarukan dan keberadaannya tersebar di seluruh daerah Indonesia adalah biomassa (Singh & Setiawan, 2013). Potensi energi biomassa di Indonesia diperkirakan mencapai angka 49.810 MW, jika digunakan dengan optimal dapat mengurangi kebutuhan bahan bakar fosil di Indonesia (Pandin, 2013). Selain keberadaan yang melimpah dan dapat diperbaharui, biomasa juga memiliki kelebihan yaitu lebih ramah lingkungan karena emisi yang dihasilkan dari pembakaran biomassa lebih rendah dari pada batu bara dan gas alam (Hiloidhari *et al*, 2019).

Konversi biomassa sebagai salah satu cara memanfaatkan sumber energi dapat mereduksi limbah hasil pertanian, perkebunan, hutan, dan sebagainya. Ketersediannya yang terus-menerus juga menjadi keunggulan bagi biomassa untuk dapat dimanfaatkan, khususnya sebagai bahan bakar yang dibutuhkan secara berkelanjutan. Bahan bakar tersebut langsung dibakar dalam bentuk padat berupa biopellet, arang dan limbah kayu pada sebuah tungku tradisional untuk menghasilkan panas. Di negara berkembang, tungku-tungku tradisional ini menghabiskan biomassa berlebih, dikarenakan perpindahan panas yang tidak efisien (Owsianowski *et al*, 2008).

Pembakaran yang tidak sempurna ditambah problem pindah panas yang tidak efisien mengakibatkan efisiensi termal yang rendah. Haryanto dan Triyono (2010) melaporkan bahwa tungku-tungku berbahan bakar biomasa hanya memiliki efisiensi energi antara 11% hingga 17%. Sebagai contoh, tungku yang digunakan dalam pembuatan gula merah mempunyai efisiensi 15% hingga 18,6% (Nurhayati dkk., 2006). Selain efisiensi energi yang rendah, pembakaran terbuka menimbulkan emisi polutan seperti CO, H₂S, NO_x, SO_x dan partikel debu. Gas-gas yang dihasilkan dari pembakaran selama kegiatan memasak tidak hanya

mengotori ruangan tetapi juga atmosfer yang dapat memicu pemanasan global (MacCarty *et al.*, 2008). Berbagai riset kesehatan juga menunjukkan adanya hubungan erat antara asap yang dihasilkan dari dapur dengan berbagai macam penyakit, terutama di negara berkembang (Fullerton dkk., 2008) Beberapa persoalan kesehatan yang berkaitan dengan asap dari tungku dapur meliputi: infeksi saluran pernafasan (Duflo *et al.*, 2008), bronchitis kronik (Akhtar *et al.*, 2007), asma (Mishra, 2003), hingga tuberculosis atau TBC (Perez-Padilla *et al.*, 2001).

Oleh karena didesain kompor biomassa untuk meminimalisasi emisi polutan yang dihasilkan oleh tungku tradisional. Sekarang sudah banyak tersedia kompor biomassa dengan desain yang beragam, harga kompor biomassa lebih murah dari kompor lain dan bahan bakar mudah dicari sehingga dapat menghemat pengeluaran. Kinerja kompor biomassa sangat dipengaruhi oleh jenis bahan bakar yang digunakan dan desain dari kompor biomass itu sendiri. Sehingga hasil analisis terhadap bahan bakar dalam pengujian nantinya akan dapat bermanfaat bagi lingkungan sekitar, dan dapat menerapkan kompor biomassa sebagai salah satu alternatif penggunaan kompor sederhana dengan bahan bakar yang dapat diperbaharui, mudah didapatkan, ramah lingkungan, serta memiliki nilai ekonomis yang relatif rendah. Sehingga diperlukan penelitian untuk mengetahui kinerja kompor biomassa skala rumah tangga untuk memudahkan masyarakat dalam memilih dan menggunakan kompor biomassa.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang di ajukan dari uraian latar belakang di atas adalah:

1. Bagaimana pengaruh jenis bahan bakar terhadap kinerja beberapa varian kompor biomassa?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis bahan bakar biomassa dan desain kompor terhadap kinerja kompor biomassa.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, memanfaatkan limbah yang ada disekitar lingkungan dan menghemat biaya.

1.5 Hipotesis

Terdapat pengaruh jenis bahan bakar dan desain kompor terhadap kinerja kompor biomassa.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

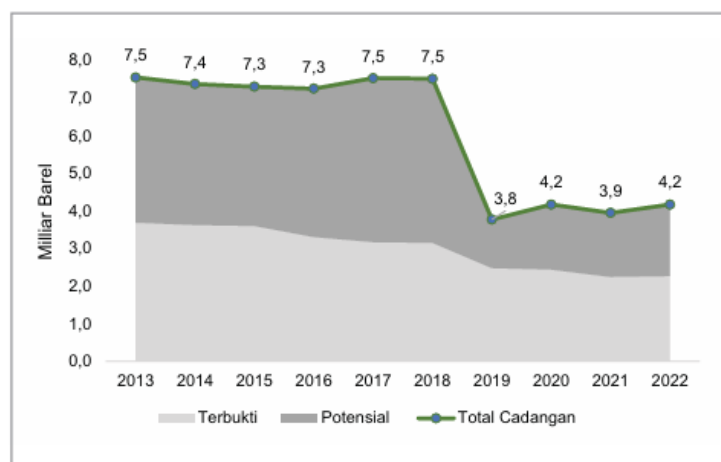
1. Bahan bakar yang digunakan biopellet, arang dan limbah kayu dengan metode penelitian *Water Boilling Test* (WBT)
2. Penelitian ini hanya menguji kinerja dari kompor biomassa terhadap bahan bakar biomassa.
3. Tidak ada varietas tertentu terhadap bahan bakar yang digunakan.
4. Hanya menggunakan air pada uji kinerja kompor.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sumberdaya dan Cadangan Energi Indonesia

2.1.1 Minyak Bumi

Data statistik tahun 2022 mencatat akumulasi cadangan minyak bumi nasional sebesar 4,2 miliar barel, dengan komposisi cadangan terbukti (*proven reserves*) sebesar 2,3 miliar barel dan sisanya diklasifikasikan sebagai cadangan potensial. Perlu digarisbawahi bahwa perbandingan tren data selama sepuluh tahun terakhir mengalami kendala teknis akibat pengadopsian metodologi penghitungan baru pada tahun 2019 (Sekjen DEN,2023). Gambaran lengkap perkembangan Cadangan minyak bumi seperti Gambar 2.

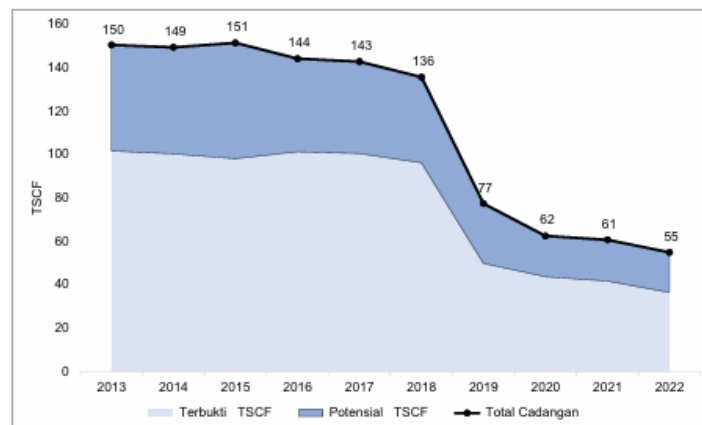


Sumber: HEESI, 2022

Gambar 2. Cadangan Minyak Bumi Tahun 2013-2022

2.1.2 Gas Bumi

Akumulasi cadangan gas bumi Indonesia pada periode 2022 tercatat sebesar 55 TSCF, dengan porsi cadangan terbukti (*proven reserves*) mencapai 36 TSCF. Perlu diperhatikan bahwa adanya transisi metodologi penghitungan sejak tahun 2019 menyebabkan statistik tren cadangan selama satu dekade terakhir tidak dapat diperbandingkan secara linier (Sekjen DEN,2023). Perkembangan Cadangan gas bumi tahun 2013-2022 dapat dilihat pada Gambar 3. Hingga saat ini Indonesia memiliki kapasitas kilang LPG mencapai 4,7 jut ton, tetapi pada tahun 2020 hanya 3,9 juta ton yang beroperasi (Sekjen DEN,2023). Rincian kapasitas kilang LPG 2020 terangkum dalam Tabel 1.



Sumber: HEESI, 2022

Gambar 3. Cadangan Gas Bumi Tahun 2013-2022

Tabel 1. Kapasitas Kilang LPG Indonesia Tahun 2022

Kilang LPG	Kapasitas (MTPA)
Kilang LPG (Kilang Minyak)	1.331
PT Pertamina Dumai	68
PT Pertamina Plaju	131
PT Pertamina Cilacap	318
PT Pertamina Balikpapan	91
PT Pertamina Balongan	548
PT TPPI	175
Kilang LPG Pola Hulu	2.342
PT Badak NGL	1.000
PT Chevron*	90
PT Petrogas	14
PT PetroChina	600
PT ConocoPhillips*	525
PT Saka Indonesia	113
Kilang LPG Pola Hilir	1.067,3
PT Pertamina Pangkalan Brandan*	44
PT Maruta Bumi Prima*	17
PT Medco LPG Kaji*	73
PT Pertamina Mundu	37
PT Titis Sampurna	73
PT Sumber Daya Kelola (Tugu Barat)*	7
PT Bina Bangun Wibawa Mukti	55
PT Surya Esa Perkasa	82
PT Yudhistira Haka Perkasa*	44
PT Wahana Insannugraha	37
PT Media Karya Sentosa Phase I*	58
PT Media Karya Sentosa Phase II	84
PT Yudistira Energi	58
PT Gasuma Federal Indonesia	26
PT Pertasamtan Gas	259
PT Sumber Daya Kelola (Losarang)*	3,8
PT Arsynergy Resources	109,5
Total Kapasitas Terpasang	4.740,30
Total Kapasitas Beroperasi	3.878,50

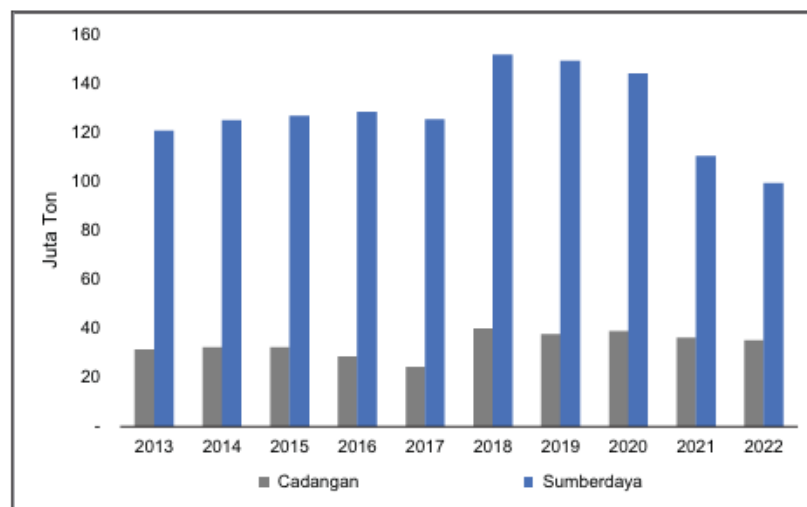
Sumber: Statistik Minyak dan Gas Bumi Semester I 2022

Catatan: (*) Berhenti Beroperasi

2.1.3 Batu Bara

Data inventarisasi energi tahun 2022 menunjukkan bahwa total sumber daya batubara Indonesia mencapai 99 miliar ton, dengan komposisi cadangan terbukti (*proven reserves*) sebesar 35 miliar ton. Secara historis, volume cadangan terbukti terus menunjukkan tren peningkatan yang konsisten dibandingkan dengan posisi tahun 2013 yang baru menyentuh angka 31 miliar ton (Sekjen DEN,2023).

Gambaran lengkap trend sumberdaya dan Cadangan batu bara dalam 10m tahun terakhir dapat dilihat pada Gambar 4.



Sumber: HEESI, 2022

Gambar 4. Sumberdaya dan Cadangan Batu Bara Tahun 2013-2022

2.1.3 Energi Terbarukan dan Energi Baru (ETEB)

Indonesia memiliki kekayaan sumber daya energi terbarukan dan energi baru yang cukup melimpah. Sejalan dengan hal tersebut, pemerintah telah memperbarui basis data mengenai potensi energi bersih ini pada tahun 2021 (Sekjen DEN,2023). seperti terlihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 2. Potensi dan Pemanfaatan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan Tahun 2022

Jenis Energi Terbarukan	Total Potensi (GW)	Pemanfaatan (GW)	% Pemanfaatan
Laut	63	-	-
Panas Bumi	23	2,4	10,30%
Bioenergi	57	3,1	5,40%
Bayu	155	0,2	0,10%
Hidro	95	6,7	7,00%
Surya	3.294	0,3	0,01%
Total	3.687	12,6	0,30%

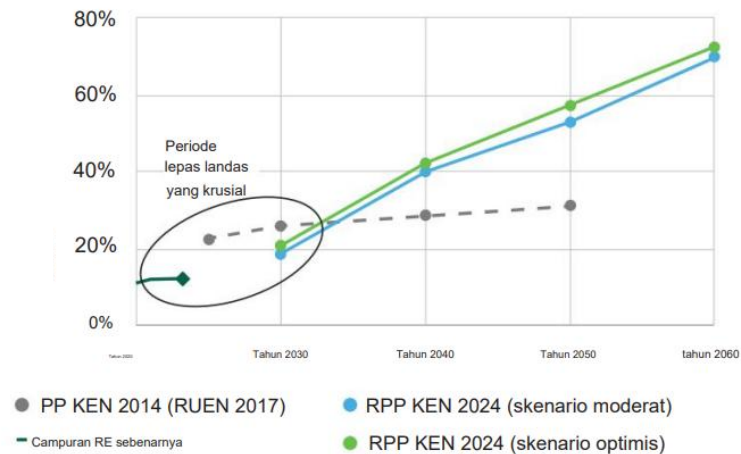
Sumber: Ditjen EBTKE, 2023

Hingga tahun 2022, pemanfaatan energi terbarukan untuk sektor ketenagalistrikan baru mencapai 12,6 GW, atau hanya 0,3% dari total potensi sebesar 3.687 GW.

Penyerapan yang masih minim ini dipicu oleh tingginya biaya produksi listrik dari sumber terbarukan, sehingga sulit menyaingi nilai ekonomis pembangkit berbahan bakar fosil, khususnya batu bara (Sekjen DEN,2023).

2.2 Target Bauran Energi

Semakin sedikit ketersediaan energi fosil terutama minyak bumi dan pemanasan global dalam pengurangan emisi gas rumah kaca, mendorong Pemerintah untuk meningkatkan peran energi baru dan terbarukan secara terus menerus sebagai bagian dalam menjaga ketahanan dan kemandirian energi. Namun pemerintah melakukan langkah penyesuaian terhadap target jangka pendek tertentu, dalam Keputusan untuk menurunkan pangsa energi terbarukan dalam pasokan energi primer dari 23% pada tahun 2025 (berdasarkan (PP No. 22/2017) tentang Rencana Energi Umum Nasional sebelumnya) menjadi 19% dan 21% pada tahun 2030. (IESR, 2024). Berikut gambar 5 tentang target bauran energi terbarukan dalam pasokan energi primer dan gambar 6 tentang beberapa perubahan target dalam Kebijakan Energi Nasional yang baru



Sumber: Analisis IESR (2024) berdasarkan Peraturan Presiden 22/2017, MEMR (2024), dan draf KEN 2024 (versi 9 Juni 2024)

Gambar 5. Target Bauran Energi Terbarukan Dalam Pasokan Energi Primer

	Kebijakan Energi Nasional 2014	Kebijakan Energi Nasional 2024*
Utama Campuran RE	>23% (2025), >31% (2050)	19-21% (2030), 70-72% (2060)
Konsumsi	>2.500 kWh/kapita (2025), >7.000 kWh/kapita (2050)	2.346-3.220 kWh/kapita (2025), 5.038-6.526 kWh/kapita (2060)
Intensitas emisi	Tidak termasuk	2,66-2,76 tCO ₂ /TOE (2030), 0,17-0,19 tCO ₂ /TOE (2050)

Sumber: Draft KEN 2024 (versi 9 Juni 2024)

Gambar 6. Beberapa Perubahan Target Dalam Kebijakan Energi Nasional Yang Baru

2.3 Potensi Energi Biomassa

Berdasarkan data terkini, total potensi bioenergi di Indonesia diproyeksikan mencapai 57 GWe (Gigawatt Electrical). Kapasitas ini mencakup biomassa sebesar 52,1 GWe, biogas 2,3 GWe, sampah 1,4 GWe, serta POME (Palm Oil Mill Effluent) sebesar 1,3 GWe. Dari sisi sebaran wilayah, Provinsi Riau

1. Pembakaran langsung, Pembakaran langsung merupakan teknologi yang paling sederhana karena pada umumnya biomassa dapat langsung dibakar. Beberapa biomassa perlu dikeringkan terlebih dahulu dan didensifikasi untuk kepraktisan dalam penggunaan.
2. Konversi termokimiawi, Konversi termokimiawi merupakan teknologi yang memerlukan perlakuan termal untuk memicu terjadinya reaksi kimia dalam menghasilkan bahan bakar.
3. Konversi biokimiawi, merupakan teknologi konversi yang menggunakan bantuan mikroba dalam menghasilkan bahan bakar (Parinduri dkk., 2020).

2.5 Kompur Biomassa

Kompur biomassa adalah media yang biasa digunakan untuk melangsungkan reaksi pembakaran, kemudian panas yang dihasilkan dimanfaatkan untuk keperluan memasak. Desain tungku biomassa yang digunakan oleh masyarakat masih sederhana sehingga efisiensi pembakaran masih rendah, yakni hanya berkisar 5 hingga 10% (Barlin, 2012). Tungku biomassa memiliki kekurangan yaitu api tidak menyebar dengan merata, asap yang dihasilkan lebih banyak dan membuat atap rumah menghitam. Oleh karena itu, untuk meningkatkan efisiensi pembakaran, ruang pembakaran pada tungku harus dibuat dengan memperhatikan pola aliran yang terbentuk ketika fluida (udara, gas pembakaran dan hasil pembakaran) melalui unggun kayu bakar. Selain itu, bentuk geometri ruang bakar, lubang pemasukan aliran udara juga sangat mempengaruhi pola aliran yang dihasilkan. Konsep desain tungku yang efisien adalah menciptakan proses pembakaran yang sempurna. Pembakaran sempurna bahan bakar dapat dicapai jika suhu ruangan, bahan bakar dan rasio udara bahan bakar pada kondisi yang diinginkan. Udara masuk melalui lubang dengan satu lubang udara memiliki efisiensi yang lebih tinggi, (Maulana, 2008). Desain panjang dan pendeknya saluran udara menentukan laju aliran udara (sirkulasi alami) dalam ruang bakar yang selanjutnya mempengaruhi proses pembakaran, (Yunianto *et al.*, 2014).

Teknologi yang tepat, untuk penggunaan briket dan modifikasi desain kompor untuk memasak dengan efisiensi yang lebih tinggi dan ventilasi yang baik dapat mengurangi polusi udara dalam ruangan (Bolaji, 2012). Teknologi memasak dengan tungku tradisional merupakan salah satu pemanfaatan sumber daya biomassa yang tidak efisien. Tungku tradisional juga tidak baik untuk kesehatan seperti, penyakit paru-paru dan penyakit pernafasan serta sumber polusi udara dalam ruangan (Jacob, 2013).

2.6 Spesifikasi Umum

Kompor biomassa merupakan suatu kompor yang menggunakan biomassa sebagai bahan bakarnya. Prinsip kerja kompor ini adalah pre-heating dan counter flow burning mechanism dengan mengelola asap menjadi api. Kunci pengolahan asap menjadi api adalah pada gerak turbulen yang ditimbulkan aliran gasifikasi terpanaskan dan aliran udara sekunder, tetapi alirannya mengarah ke bawah atau bertolak belakang dengan nyala api yang ke atas dari sumber pembakaran biomassa (Nurhuda, 2009).

Pembakaran pada kompor biomassa terjadi dengan dua tahap dalam satu kompor yang sama. Pembakaran tahap pertama yaitu pembakaran bahan bakar dengan pasokan oksigen terbatas. Pada tahapan ini api membakar bahan bakar padat dan menghalangi pasokan oksigen. Akibatnya, muncul asap yang sangat banyak dan jelaga yang ditimbulkan residu karbon. Asap oksigen yang terbakar menghasilkan api. Proses pembakaran tahap kedua yaitu pembakaran asap. Proses ini dimungkinkan karena asap mengandung gas seperti hydrogen, karbon monoksida dan metana yang dapat terbakar. Hasil pembakaran asap inilah yang menghasilkan api yang menyala lebih bersih muncul dari lubang di sekeliling kompor. Semua komponen biomassa dari asap sampai arang digunakan untuk menghasilkan energi sehingga hampir tak ada sisa pembakaran. Kompor biomassa ini antara lain terdiri dari komponen tabung luar yang menghasilkan udara panas serta tabung

dalam yang berfungsi untuk pengaturan udara dan penghasil asap, penampung abu, ruang bahan bakar (Nurhuda, 2009).

Spesifikasi kompor biomassa UB-03-1:

1. Tinggi kompor 43 cm, diameter luar kompor 24,5 cm, berat kompor 2,75 – 3 kg.
2. Tabung bakar berbentuk gentong dengan bagian besar mempunyai diameter 14,5 cm, tinggi 26 cm, dan bagian kecil sebagai burner dengan diameter 10 cm dan tinggi 5 cm.
3. Kompor biomassa ini dilengkapi dengan tutup tabung pembakaran dan penjepit untuk penambahan bahan bakar.



Gambar 8. Kompor biomassa UB-03-1

2.7 Kinerja Kompor Biomassa

2.7.1 Konsumsi Bahan Bakar Kompor Biomassa

Ada beberapa jenis kompor biomassa salah satunya kompor biomassa Save 80

Stove, kompor ini terbuat dari bahan Stainless steel dengan berat 4 kg. Kompor Save 80 Stove hanya membutuhkan 250g kayu untuk mendidihkan 6 liter air selama 25 menit. Pada bagian pengisian bahan bakar ke dalam ruang pembakaran kompor berbentuk segi enam. Setelah kompor menyala, udara akan dihisap dan masuk ke dalam ruang pembakaran dari bawah kompor sehingga terjadi pembakaran sempurna dengan emisi rendah dan menghasilkan sedikit abu (Kramer, 2008).

2.7.2 Kemudahan Operasional

Kompor biomassa mudah digunakan yaitu dengan memasukkan bahan bakar lewat mulut tabung secukupnya. Bila bahan bakar kurang dapat ditambahkan pada saat proses pembakaran, tetapi jangan samapai menutupi lubang-lubang pada leher tabung bakar. Beri plastik bekas/sampah kering untuk penyulutan pertama, sulut api dari tabung pembakaran. Biarkan hingga api membesar agar udara dalam kompor cepat panas, kemudian alat masak diletakkan. Usahakan api jangan terlalu besar agar tidak muncul asap, untuk penambahkan bahan bakar masukkan secara langsung atau dengan penjepit melalui sela antara kompor dan alat masak. Dan tunggu masakan hingga matang (Tokan Albertus M.A.E, 2011).

2.7.3 Efisiensi Termal

Efisiensi termal merupakan rasio perbandingan kalor yang dihasilkan oleh bahan bakar terhadap kalor yang diterima oleh air untuk menaikkan suhunya dan menguapkannya (Darussalam *et all*, 2022).

$$\eta_T = \frac{(m_a \times C_p \times \Delta T) + (\Delta m_a \times L)}{\Delta m_k \times HV} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

m_a = massa rata-rata air ($\frac{awal+akhir}{2}$) (kg)

C_p = kalor jenis air (4,2 kJ/kg°C)

ΔT = selisih suhu akhir air sesudah dan sebelum (kg)

Δm_a = massa air yang menguap (kg)

L = kalor laten penguapan air 2260 kJ/kg

Δm_k = massa bahan bakar yang telah digunakan (kg)

HV = nilai kalor netto bahan bakar (kJ/kg)

Kompore biomassa memiliki efisiensi termal maksimum dan memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan rata-rata nilai efisiensi termal sebesar 17,9% untuk tungku biomassa tanah liat tradisional.

Kompore biomassa memiliki kelebihan yaitu hemat bahan bakar, efisien, mudah dipindahkan atau dibawa, ramah lingkungan, harga terjangkau, lebih sehat dan aman digunakan. Ada juga kekurangan dari kompor biomassa ini yaitu ketika akan menambahkan bahan bakar wajan atau bejana yang digunakan untuk memasak harus diangkat kemudian bahan bakar ditambahkan dan dalam pembuatan kompor biomassa harus teliti.

2.7.4 Nyala Api dan Suhu Pembakaran

Kompore biomassa yang bagus dan efisien dapat menghasilkan nyala api yang baik, tidak banyak asap saat penggunaan, nyala api stabil sehingga suhu yang dihasilkan tinggi dan warna api yang dihasilkan jingga-biru. Berdasarkan jurnal Photon (Ridwan, 2012) kompor dengan nyala api yang baik akan menghasilkan suhu 99°C dengan mendidihkan air sebanyak 6 liter pada menit ke-18,73.

2.7.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kinerja Kompore Biomassa

Kinerja kompor biomassa merupakan kemampuan kompor dalam mengubah energi kimia yang terkandung dalam biomassa menjadi energi panas yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan memasak. Kinerja kompor biomassa bisa dinilai berdasarkan efisiensi termal, konsumsi bahan bakar, daya kompor, suhu pembakaran, dan waktu yang diperlukan untuk mencapai air mendidih. Kinerja tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik yang berasal dari desain kompor maupun karakteristik bahan bakar yang digunakan.

1. Desain kompor biomassa

Merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan proses pembakaran biomassa. Desain kompor yang baik dapat meningkatkan efisiensi

pembakaran melalui pengaturan aliaran udara yang optimal sehingga proses pembakaran bahan bakar berlangsung lebih sempurna. Beberapa komponen desain yang berpengaruh terhadap kinerja kompor meliputi ukuran ruang bakar, jumlah dan ukuran lubang udara, tingginya ruang bakar serta jarak antara ruang bakar dan lubang udara masuk.

2. Jenis dan karakteristik bahan bakar biomassa

Jenis bahan bakar biomassa yang digunakan sangat mempengaruhi efisiensi kompor biomassa. Setiap kompor biomassa mempunyai karakteristik fisik yang berbeda sehingga menghasilkan kualitas pembakaran yang berbeda. Biomassa yang umum digunakan sebagai bahan bakar antara lain kayu bakar, sekam padi, limbah kelapa, pelet, arang, serbuk gergaji, tempurung kelapa dan berbagai limbah pertanian lainnya. Karakteristik penting yang mempengaruhi kualitas pembakaran meliputi nilai kalor, kadar air, kadar abu, volatile matter dan fixed carbon.

3. Pasokan Udara Pembakaran

Pasokan udara merupakan faktor penting dalam proses pembakaran biomassa karena udara menyediakan oksigen yang diperlukan untuk pembakaran. Ketersediaan udara yang cukup akan menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna sehingga meningkatkan suhu pembakaran dan efisiensi termal kompor. Pada kompor biomassa, pasokan udara dibedakan menjadi dua yaitu udara primer dan udara sekunder. Udara primer berfungsi untuk pembakaran bahan bakar pada ruang bakar, sedangkan udara sekunder digunakan untuk membakar gas-gas hasil pirolisis yang terbentuk selama proses pembakaran. Jika jumlah udara yang masuk sedikit, maka pembakaran tidak sempurna dan menghasilkan asap yang lebih banyak. Sebaliknya jika udara yang masuk terlalu berlebihan, panas yang dihasilkan pembakaran dapat terbuang bersama aliaran udara sehingga efisiensi kompor menurun. Oleh karena itu, pengaturan pasokan udara yang tepat sangat diperlukan untuk memperoleh kinerja pembakaran yang maksimal.

4. Kondisi Operasional

Kondisi operasional merupakan faktor yang berkaitan dengan cara penggunaan kompor selama proses pembakaran berlangsung. Faktor ini meliputi jumlah bahan

bakar yang digunakan, cara penyalaan, penambahan bahan bakar dan lama operasi kompor. Pengaturan kondisi operasional yang baik akan meningkatkan pembakaran yang lebih stabil sehingga kinerja kompor dapat ditingkatkan.

5. Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan juga dapat memengaruhi performa kompor biomassa selama proses pembakaran. Faktor lingkungan yang berpengaruh antara lain suhu udara, kelembapan udara, kecepatan angin dan ketinggian lokasi. Kecepatan angin yang tinggi dapat mempengaruhi kestabilan nyala api. Sebaliknya jika kecepatan udara lambat bisa memungkinkan api mati dan menghasilkan asap yang cukup banyak.

6. Peralatan Masak yang Digunakan

Peralatan memasak yang digunakan juga berpengaruh terhadap pemanfaatan panas yang dihasilkan oleh kompor biomassa. Jenis material, ukuran, bentuk dan ketebalan wadah yang digunakan dapat mempengaruhi laju perpindahan panas kompor ke bahan yang dipanaskan. Panci atau wadah yang terbuat dari bahan aluminium proses menghantarkan panas lebih cepat dibandingkan bahan lainnya. Selain itu ukuran panci yang sesuai dengan ruang pembakaran dapat meningkatkan penyerapan panas dan mengurangi kehilangan panas ke lingkungan. Sebaliknya jika ukuran panci atau wadah kecil maka panas yang dihasilkan banyak terbuang, maka pemilihan peralatan masak yang tepat dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan kinerja kompor biomassa.

2.7.6 Pengujian Kompor

Cara menguji efisiensi kompor dilakukan berdasarkan metode air mendidih (*Water Boiling Test*) sesuai *Propositional International Standards for Testing Woodstove* (VITA 1982 & revised May 1985) dan standar SNI 12-3745-19995, seperti yang dilakukan oleh beberapa peneliti, antara lain (Puppung, 1989) dari PPPYMG-LEMIGAS tentang pengujian Daya dan Efisiensi Kompor Minyak Tanah Bersumbu. Daya kompor dapat dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{mv \times HV}{t} \dots \dots \dots (2)$$

dengan,

- P : daya kompor (kW)
 Δm_k : konsumsi bahan bakar selama pembakaran (kg)
 HV : nilai kalori netto bahan bakar (kJ/kg)
 t : waktu pengukuran (s)

Dalam banyak pengukuran kompor, ukuran diameter dasar bejana dipilih berdasarkan saran *Urban Household Energy Study* yaitu $D = 19,12 P^{1/3}$ dimana P adalah daya kompor seperti pada persamaan (2). Namun untuk lebih praktis, (Puppung, 1989) menyarankan untuk menyesuaikan ukuran bejana yang ada di pasar Indonesia dengan memberikan Tabel 2. Sedangkan menurut rekomendasi dari Internasional *Standards for Testing Woodstoves 2/3* bejana/panci harus terisi air.

Pada penelitian dan pengujian kompor Biomassa *Dung*, dilakukan pengukuran efisiensi kompor dengan metode *Water Boiling Test* yaitu dengan pengujian memasak 5 liter air di ASAT laboratorium Aprovecho (Witt, 2006). Roy Bailis dalam penelitiannya li Kirkland, 2007 menguji performa kompor biomassa dengan metode WTB (*Water Boiling Test*) dihubungkan dengan konsumsi bahan bakar setiap hari dan penggunaan energi setiap hari oleh masyarakat (Bailis, 2007). Berikut tabel diameter panci yang biasa digunakan oleh masyarakat sehari-hari.

Tabel 3. Dasar Bejana (Puppung, 1989).

Tinggi Daya Maksimum (W)	Diameter panci (cm)
0,981 – 1,325	20
1,325 – 1,741	22
1,741 – 2,235	24
2,235 – 2,816	26
2,816 – 3,489	28
3,489 – 4,262	30

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan September sampai Desember 2023, Agustus 2024 di Laboratorium Daya Alat dan Mesin Pertanian (LDAMP) dan Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan (LRSDAL), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

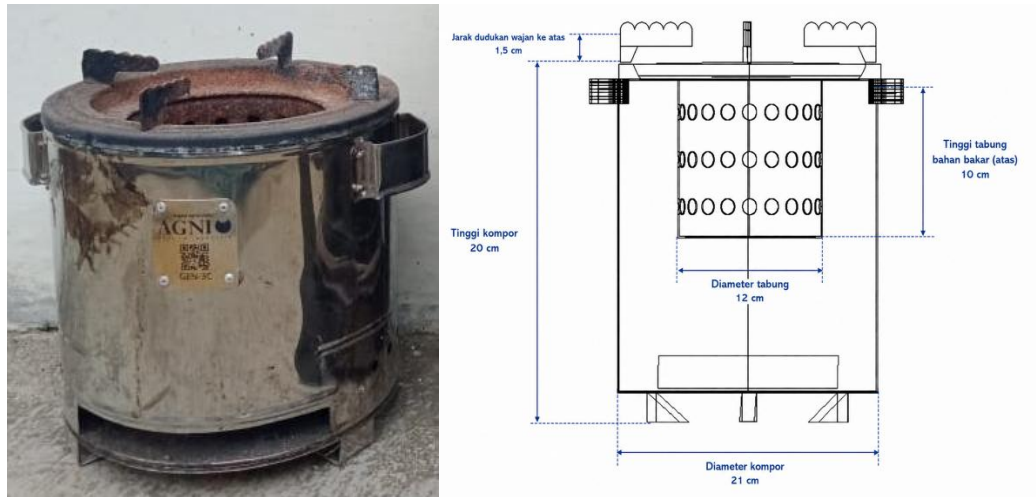
3.2 Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompor biomassa, timbangan, termokopel, stopwatch, meja cutting, gelas ukur, korek api, golok dan panci. Sedangkan bahan yang digunakan adalah limbah kayu, arang, biopellet, limbah kelapa muda dan air. Dalam penelitian ini, bahan bakar yang digunakan untuk pengujian kompor biomassa berupa arang dengan ukuran kurang lebih 3-7 cm, biopellet dengan ukuran kurang lebih 1-7 cm, limbah kayu dengan ukuran kurang lebih 3-7 cm dan sabut kelapa muda dengan ukuran kurang lebih 2-5 cm.

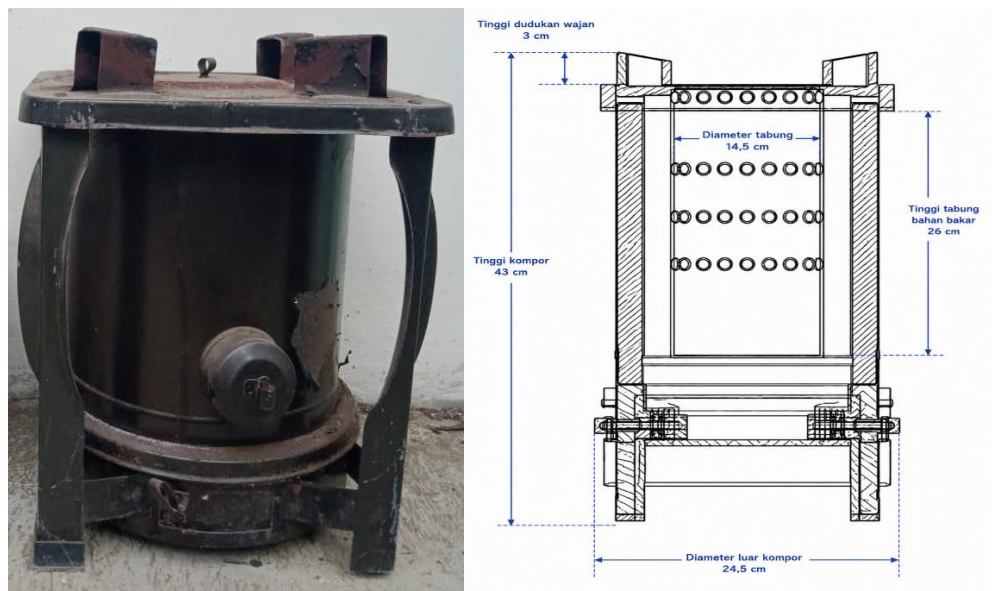
3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan Rancang Acak Lengkap (RAL) disusun secara factorial dengan 2 faktor, factor pertama adalah jenis kompor biomassa yaitu K1 dan K2. Faktor kedua terdiri dari empat jenis bahan

bakar yaitu bahan bakar biopellet, bahan bakar arang, bahan bakar limbah kayu dan bahan bakar limbah kelapa muda. Kombinasi kedua factor diberikan pada Tabel 4. Percobaan dilakukan dengan *Water Boiling Test* (WBT) 5 liter air dengan memberikan 2 faktor yaitu 2 jenis kompor biomassa dan 4 jenis bahan bakar dengan setiap faktor terdiri tiga kali ulangan.



Gambar 9. Kompor 1 (K1)



Gambar 10. Kompor 2 (K2)

Tabel 4. Kombinasi perlakuan

Kompor biomassa	Ulangan	Bahan bakar			
		Arang (B1)	Biopelet (B2)	Limbah kayu (B3)	Limbah kelapa muda (B4)
Kompor biomassa 1 (K1)	1	K1B1U1	K1B2U1	K1B3U1	K1B4U1
	2	K1B1U2	K1B2U2	K1B3U2	K1B4U2
	3	K1B1U3	K1B2U3	K1B3U3	K1B4U3
Kompor biomassa 2 (K2)	1	K2B1U1	K2B2U1	K2B3U1	K2B4U1
	2	K2B1U2	K2B2U2	K2B3U2	K2B4U2
	3	K2B1U3	K2B2U3	K2B3U3	K2B4U3



Gambar 11. Bahan bakar yang digunakan

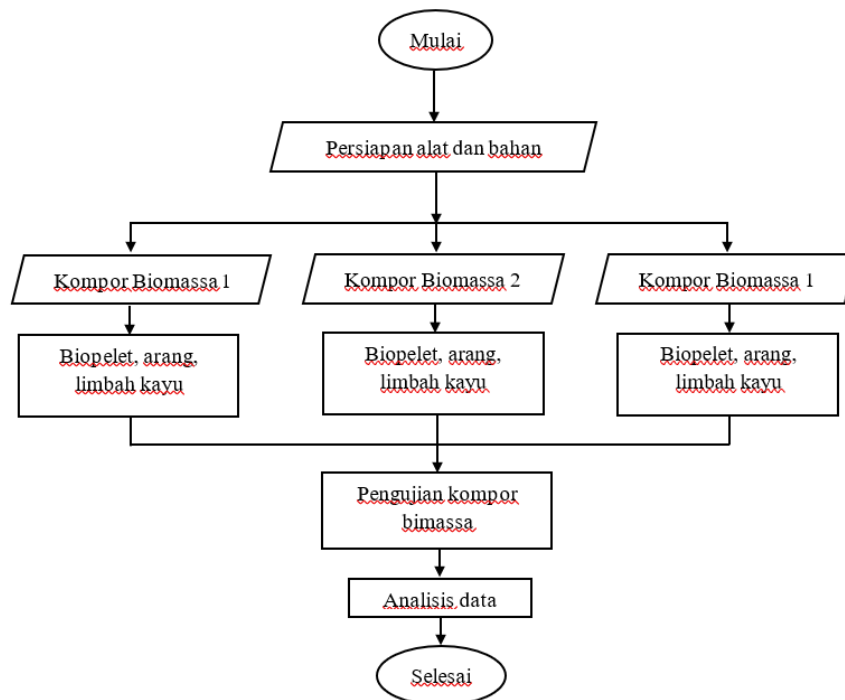
Tabel 5. Kombinasi Acak

K3B3U2	K2B1U1	K2B3U1
K1B1U2	K3B2U2	K3B3U1
K2B2U3	K2B3U2	K3B1U1
K2B1U2	K1B1U1	K1B2U1
K3B2U3	K2B1U3	K3B1U2
K1B3U3	K2B3U3	K3B2U1
K1B3U2	K3B3U3	K1B2U3
K2B2U1	K1B2U2	K1B3U1
K1B1U3	K2B2U2	K3B1U3

Dari 2 faktor dengan masing-masing dilakukan pengulangan (U) sebanyak 3 kali, dihasilkan 24 satuan percobaan. Data dianalisis menggunakan excel.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Bagan alir pelaksanaan penelitian disajikan pada gambar 1 berikut ini :



Gambar 12. Bagan alir uji kinerja kompor biomassa

Penelitian ini dilakukan melalui tahap-tahap berikut:

3.4.1 Persiapan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan bahan biopellet dari PT. IGJ Wood Pellet Lampung Kabupaten Lampung Tengah, arang dari Bumi Manti 2, Kampung Baru Kota Bandar Lampung dan limbah kayu dari Panglong Kayu Kota Bandar Lampung. Setelah bahan didapat limbah kayu dipotong kecil, agar mempermudah pada proses pembakaran dan hitung nilai kalor pada biopellet. Tahap pembakaran setiap bahan bakar di timbang untuk mengetahui konsumsi bahan pada kompor biomassa. Perebusan air atau *Water Boiling Test* (WBT) menggunakan panci berukuran 5 liter, selama perebusan dicatat kenaikan suhu dan waktu perebusan. Hitung kadar abu yang dihasilkan pada pembakaran, kemudian uji kinerja kompor biomassa.

3.4.2 Penimbangan Bahan Bakar

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, arang, biopellet, sabut kelapa muda dan limbah kayu dilakukan 3 kali pengulangan pembakaran dengan 2 jenis kompor biomassa. Setiap bahan bakar yang akan digunakan ditimbang terlebih dahulu, untuk mengetahui berapa banyak konsumsi bahan bakar total pada setiap kompor biomassa yang digunakan. Setelah bahan bakar ditimbang dimasukkan kedalam kompor untuk proses pembakaran atau pengujian kompor

3.4.3 Uji Kadar Air

Kadar air merupakan kandungan air yang ada pada suatu bahan. Kadar air pada bahan bakar berpengaruh terhadap jumlah asap yang dihasilkan pada proses pembakaran. Pengujian kadar air bisa dilakukan dengan cara memasukkan cawan porselin kedalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit, kemudian cawan porselin didinginkan dengan desikator. Selanjutnya timbang bobot kosong cawan dan dicatat. Timbang bahan bakar yang sudah diketahui bobotnya kemudian panaskan dalam oven suhu 105°C selama 24 jam. Diangkat cawan berisi sampel, didinginkan pada desikator dan ditimbang bobot hingga menghasilkan selisih

massa. Perhitungan kadar air basis basah dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{(a-b)}{(a-c)} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

KA = Kadar air bobot basah (%)

a = Bobot sebelum dioven + cawan (g)

b = Bobot setelah dioven + cawan (g)

c = Bobot cawan (g)

3.4.4 Uji Kadar Abu

Kadar abu dapat mempengaruhi efisiensi bahan bakar pada kompor biomassa.

Jika kadar abu yang dihasilkan sangat banyak maka bahan bakar yang digunakan kurang efisiensi dalam kompor biomassa. Pengujian kadar abu dapat dilakukan dengan memanaskan cawan porselin pada suhu 105°C selama 30 menit, lalu dinginkan pada desikator dan timbang cawan bobot kosong cawan porselin.

Kemudian sampel yang sudah diketahui bobotnya diletakkan pada cawan porselin, lalu dipanaskan kedalam tanur suhu 550°C selama 2 jam. Setelah itu cawan dipindahkan dari tanur ke dalam desikator untuk didinginkan selama 2 jam dan ditimbang hingga terdapat selisih massa.

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{B-C}{A-C} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

C = Bobot kosong cawan porselin (g)

A = Bobot cawan + sampel sebelum dimasukkan kedalam tanur (g)

B = Bobot cawan + sampel sesudah dikeluarkan dari tanur (g)

3.4.5 Uji Nilai Kalor Bahan

Nilai kalor merupakan indikator dalam menentukan kualitas bahan bakar yang digunakan. Jika nilai kalor yang dihasilkan tinggi, maka bahan yang digunakan memiliki kualitas yang bagus. Nilai kalor bahan diukur dengan menggunakan Bomb kalorimeter merk PARR type 1341.

3.4.6 *Volatil Matter (Zat Terbang)*

Pengujian *volatile matter* sangat berpengaruh terhadap kualitas bahan yang digunakan, jika zat terbang yang dihasilkan tinggi bahan bakar yang digunakan bisa menghasilkan asap yang keluar saat proses pembakaran bahan bakar. Asap yang pekat dapat menyebabkan polusi pada lingkungan dan bahan bakar yang digunakan. Pengujian *volatile matter* dengan memanaskan bahan bakar pada suhu pada furnis 950° selama 7 menit di dinginkan dan timbang menggunakan timbangan analitik. *Volatile matter* dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$VM(\%) = \frac{B-C}{B-A} \times 100\% \dots\dots(5)$$

Dimana:

VM = Volatil matter/ Kadar zat terbang (%)

A = Berat cawan + tutup (gram)

B = Berat cawan + bahan bakar + tutup (sebelum di furnis) (gram)

C = Berat cawan + bahan bakar + tutup (sesudah di furnis) (gram)

3.4.7 Uji Kadar *Fixs Carbon*

Pengujian kadar *fixs carbon* sangat penting dilakukan bertujuan untuk mengetahui kualitas bahan bakar yang digunakan, semakin tinggi nilai kadar *fixs carbon* maka kualitas bahan bakar yang digunakan semakin baik. Kadar *fixs carbon* dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Fixs\ carbon\ (\%) = 100 - (Ka + Ash + VM) \dots\dots(6)$$

Dimana:

Ka = Kadar air rata-rata

Ash = Kadar abu rata-rata

VM = Kadar zat terbang rata-rata (100%-abu)

3.4.8 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar pada kompor biomassa dapat mempengaruhi efisiensi dari penggunaan kompor. Jika bahan bakar yang digunakan sangat banyak maka kompor tidak efisien untuk digunakan. Dalam menentukan konsumsi bahan bakar pada kompor biomassa ini didapat dari berat bahan bakar dikurangi bahan bakar sisa. Konsumsi bahan bakar dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$KBB = BBA - BBS \dots\dots(7)$$

Dimana:

KBB = Konsumsi bahan bakar (kg)

BBA = Bahan bakar awal (kg)

BBS = Bahan bakar sisa (Δ berat kompor) (kg)

3.4.9 Laju pembakaran

Laju pembakaran merupakan parameter yang menunjukkan kecepatan bahan bakar habis terbakar dalam satuan waktu selama proses pembakaran berlangsung. Pada pengujian kompor biomassa laju pembakaran ini didapat dari konsumsi bahan bakar dibagi lamanya waktu pembakaran. Laju pembakaran dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Laju pembakaran} = \frac{KBB}{t} \dots\dots(8)$$

Dimana :

KBB = Konsumsi bahan bakar (kg)

t = Waktu (menit)

3.4.10 Efisiensi Termal

Efisiensi termal merupakan rasio perbandingan kalor yang dihasilkan oleh bahan bakar terhadap kalor yang diterima oleh air untuk menaikkan suhunya dan menguapkannya dapat dihitung menggunakan rumus pada persamaan 8. Dalam menentukan ΔT dimana suhu air mendidih – suhu air sebelum dimasak maka akan

mendapatkan ΔT . Sedangkan Δm_a , air setelah dimasak/mendidih – air sebelum dimasak/sebelum mendidih, kemudian untuk Δm_k , massa bahan bakar akhir – massa bahan bakar awal. Untuk menentukan efisiensi, digunakan rumus pada persamaan (1).

3.4.11 Nyala Api dan Suhu Pembakaran

Untuk melihat warna api yang dihasilkan saat pengoperasian kompor biomassa, bisa dilihat secara langsung dan didokumentasikan menggunakan hp. Suhu pada kompor biomassa diukur menggunakan thermokopel.

3.4.12 Daya Kompor Biomassa

Pengujian daya kompor sangat berpengaruh pada kinerja kompor sehingga dalam penggunaan kompor biomassa tidak terdapat kendala dan mudah digunakan. Pengujian daya kompor biomassa dapat dihitung menggunakan rumus pada persamaan (2).

3.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan cara mengolah data yang telah diperoleh dari pengujian selama jalannya proses penelitian. Penelitian ini dianalisa dengan menggunakan metode analisis sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan secara statistik. Jika hasil ANOVA menunjukkan perbedaan, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf signifikansi 5% guna mengetahui perlakuan mana yang memberikan perbedaan nyata. Proses analisis data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *Microsoft Excel*.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian uji kinerja kompor biomassa menggunakan bahan bakar biomassa didapatkan Kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk mendidihkan air 5 liter pada penelitian ini bahan bakar arang kompor 2 memiliki waktu yang paling lama yaitu 75 menit, pada bahan bakar arang cukup sulit pada waktu penyalaan dan mati hidup serta mengeluarkan asap cukup banyak dan nyala hanya berupa bara api. Bahan bakar arang lebih cocok untuk memanggang tidak untuk mendidihkan air.
2. Kompor dengan konsumsi terendah pada kompor 1 bahan bakar pelet 0,87 kg dan kompor 2 bahan bakar pelet 0,83 kg sedangkan terbanyak kompor 1 pada bahan bakar sabut kelapa muda 0,95 kg dan kompor 2 pada bahan bakar kayu 0,97 kg. Bahan bakar sabut kelapa muda mudah terbakar dan mudah habis, lubang udara lebih besar dan banyak pada kompor 1 sehingga konsumsi bahan bakar lebih banyak.
3. Efisiensi kompor biomassa kompor 1 dan kompor 2 pada penelitian ini bahan bakar pelet memiliki efisiensi kompor tertinggi dimana kompor 1 nilai efisiensi 17,16% dan kompor 2 19,78%. Nilai efisiensi terendah pada bahan bakar arang kompor 1 sebesar 11,67% dan kompor 2 bahan bakar kayu 14,31%. Dari keempat bahan bakar yang digunakan, bahan bakar pelet lebih efisien pada kompor biomassa 1 dan 2.
4. Daya kompor tertinggi pada kompor 2 sebesar 18,47 kW bahan bakar kayu, kemudian kompor 1 13,68 kW. Daya kompor terendah pada kompor 2 5,05 kW bahan bakar arang dan kompor 1 11,58 kW bahan bakar arang.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan sehubungan dengan penelitian Jenis kompor biomassa dan bahan bakar biomassa adalah:

1. Pemotongan pada bahan bakar sabut kelapa muda di perbesar agar tidak cepat habis.
2. Limbah kelapa muda bisa dibuat briket atau pellet.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, T., Ullah, Z., Khan, M. H., & Nazli, R. (2007). Biomass fuel in rural Peshawar, Pakistan: chronic bronchitis in women using solid. *Chest* 132:1472-1475. Dalam *AGRITECH* (Vol. 32, Nomor 4). www.woodgas.com
- Barlin, N. M. P. (2012). Studi Performa Pungku Pembakaran Biomassa Berbahan Bakar Limbah Sekam Padi. *Prosiding Seminar Nasional Resatek, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang*. . <https://doi.org/10.22441/jtm.v6i4.2048>
- Bolaji, B. O. (2012). Effects of Unsustainable Use of Biomass Energy for Cooking and Strategies for Their Reduction in Developing Countries. *Journal Mechanical Engineering. Federal University of Agriculture. Nigeria.*, 2.
- Duflo, E., Greenstone, M., & Hanna, R. (2008). Cooking stoves, indoor air pollution and respiratory health in rural Orissa. *Economic and Political Weekly* 43: 71-76. Dalam *AGRITECH* (Vol. 32, Nomor 4). www.woodgas.com
- Fullerton, D. G., Bruce, N., & Gordon, S. B. (2008). Indoor air pollution from biomass fuel smoke is a major health concern in the developing world. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 102: Dalam *AGRITECH* (Vol. 32, Nomor 4, hlm. 843–851). www.woodgas.com

- Haryana, A. (2019). Development of Biomass Energy Usage in the Household Sector and its Impact on LPG Subsidy Expenses and Poor Family Health. *Bappenas Working Pappers, II(2)*, 176–190.
<https://ejournal.pnc.ac.id/index.php/jppl>
- IESR (2024). Indonesia Energy Transition Outlook 2025: Navigating Indonesia's Energy Transition at the Crossroads: A Pivotal Moment for Redefining the Future. Jakarta: Institute for Essential Services Reform (IESR). ISSN 3032-0917. Vol. 5 hal 14.
- Hiloidhari, M., Baruah, D. C., Kumari, M., Kumari, S., & Thakur, I. S. (2019). Prospect and potential of biomass power to mitigate climate change: A case study in India. *Journal of Cleaner Production*, 220, 931–944.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.194>
- Jacob, N. J. (2013). Promotion and Use of Improved Cook Stoves in the Conservation of Biomass Resources and Biomass Briquettes from Solid Wastes in the Gambia. *ISESCO Journal of Science and Technology. Department of Physics. University of the Gambia. Gambia. West Africa*, 9(15).
- KESDM. (2021). *Laporan Hasil Analisis Neraca Energi Nasional 2021*.
- Kramer, P. (2008). *aksesdarihttp://www.climateinterchange.com/coostove system_save80*.
- MacCarty, N., Ogle, D., Still, D., Bond, T., & Roden, C. (2008). A laboratory comparison of the global warming impact of fi ve major types of biomass cooking stoves. Energy for Sustainable Development XII: 5-14. Dalam *AGRITECH* (Vol. 32, Nomor 4). www.woodgas.com
- Maulana, R. (2008). *Optimasi efisiensi tungku sekam dengan variasi lubang pada badan kompor, Skripsi, Institut Pertanian Bogor, Bogor*.
<https://doi.org/10.22441/jtm.v6i4.2048>
- Mishra, V. (2003). Effect of indoor air pollution from biomass combustion on prevalence of asthma in the elderly. *Environmental Health Perspectives* 111: 71-77. Dalam *AGRITECH* (Vol. 32, Nomor 4). www.woodgas.com
- Nurhayati, T., Waridi, Y., & Roliadi, H. (2006). Progress in the technology of energy conversion from woody biomass in Indonesia. *Forestry Studies in China* 8: 1-8. Dalam *AGRITECH* (Vol. 32, Nomor 4). www.woodgas.com
- Nurhuda, M. (2009). Rancang Bangun Reaktor Depolimeriasi Biomassa Menjadi Bagan Bakar Kasar (Crude Biofuel) Dengan Menggunakan Metode Perangkap Suhu. *Laporan Penelitian, Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Brawijaya Malang*.

- Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional. (2023). Outlook Energi Indonesia 2023. Jakarta: Dewan Energi Nasional (DEN). ISSN 2527 – 3000. Hal 9-15.
- Owsianowski, J. v, & Barry, P. (2008). Improved cooking stoves for developing countries. 15th European Biomass Conference and Exhibition, Italy, 7–11 May 2007. Dalam *AGRITECH* (Vol. 32, Nomor 4). www.woodgas.com
- Pandin, B., *et all.* (2013). Biomass Potential Map As a Database of National Scale Biomass Energy Development. *Ketenagalistrikan Dan Energi Terbarukan*, 12(2), 123–130.
- Parinduri, L., Parinduri, T., Kunci, K., Fosil, E., Biomassa, E., & Energi, K. (2020). Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan. Dalam *Journal of Electrical Technology* (Vol. 5, Nomor 2, hlm. 88–92). <https://www.dosenpendidikan.>
- Perez-Padilla, R., Perez-Guzmán, C., Baez-Saldaña, R., & Torres-Cruz, A. (2001). Cooking with biomass stoves and tuberculosis: a case control study. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease* 5: 441-447. Dalam *AGRITECH* (Vol. 32, Nomor 4). www.woodgas.com
- Ridwan, Abrar. (2012). Rancang Bangun Kompor Biomassa Hemat Energi dan Ramah Lingkungan pada Tungku Tradisional Masyarakat Berbahan Bakar Kayu. *Jurnal Photon* , 3, 77.
- Singh, R., & Setiawan, A. D. (2013). Biomass energy policies and strategies: Harvesting potential in India and Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 332–345. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.01.043>
- Suharyati, Pambudi, H. S., Wibowo, L. J., & Pratiwi, I. N. (2019). *Outlokk Energy Indonesia* (S. Abdurrahman, M. Pertiwi, & Walunjanto, Ed.).
- Tokan Albertus M.A.E. (2011). *Uji Efisiensi Kompor Biomassa UB-03-1*. Universitas Brawijaya.
- Yunianto, B., Sinaga, N., & Ramanda, S. A. K. (2014). *Pengembangan desain tungku bahan bakar kayu rendah polusi dengan menggunakan dinding beton semen*, *Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*. <https://doi.org/10.22441/jtm.v6i4.2048>