

PENGARUH JUMLAH LUBANG UDARA TERHADAP UNJUK KERJA KOMPOR BRIKET BERBAHAN BAKU SERBUK KAYU MERANTI

1,2,) Program Studi Teknik
Mesin, Universitas
Lambung Mangkurat, JL.
Akhmad Yani Km.35,5,
Banjarbaru, Indonesia

Akhmad Syarief¹⁾, Ahmad Robittah²⁾

Corresponding email¹⁾ :
akhmad.syarief@ulm.ac.id

Received: 27.05.2022
Accepted: 14.06.2022
Published: 28.06.2022

©2022 Politala Press.
All Rights Reserved.

Abstrak. Biomassa merupakan energi alternatif bisa dimanfaatkan dengan proses pembakaran menggunakan kompor, namun demikian kompor yang ada saat ini efisiensinya masih rendah. Aliran udara pada tabung bakar dan tabung pelindung merupakan variabel-variabel yang mempengaruhi. Pada penelitian ini meneliti jumlah lubang udara tabung bakar dan jumlah lubang udara tabung pelindung terhadap unjuk kerja kompor biomassa. Pengujian dilakukan menggunakan jumlah lubang udara tabung bakar 0, 16, 32 dan jumlah lubang udara tabung pelindung 6, 12, 18, 24. Pengujian menggunakan water boiling test (WBT). Dengan air dalam panci dipanaskan sampai titik didih 100°C. Parameter pada penelitian adalah Boiling time, FCR, efisiensi. Hasil penelitian diperoleh boiling time 336 detik adalah yang tercepat, FCR 0,333 kg/jam pada jumlah tabung bakar 32 dan jumlah tabung pelindung 24. Efisiensi tertinggi adalah 16 % pada jumlah lubang tabung bakar 0 dan jumlah lubang tabung pelindung 6.

Kata Kunci: kompor biomassa, boiling time, FCR, efisiensi

Abstract. Biomass is an alternative energy that can be utilized by burning using a stove, however, the current stove has low efficiency. Air flow in the combustion tube and protective tube are the influencing variables. This research examines the number of air holes in the combustion tube and the number of air holes in the protective tube against the performance of the biomass stove. The test was carried out using the number of air holes in the combustion tube 0, 16, 32 and the number of air holes in the protective tube 6, 12, 18, 24. The test used the water boiling test (WBT). With water in a saucepan heated to a boiling point of 100°C. Parameters in this research are Boiling time, FCR, efficiency. The results showed that the boiling time of 336 seconds was the fastest, FCR 0.333.kg/hour for the number of combustion tubes 32 and the number of protective tubes 24. The highest efficiency was 16% for the number of holes in the combustion tube 0 and the number of holes in the protective tube 6.

Keywords: biomass stove, boiling time, FCR, efficiency.

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v9i1.186>

1. Pendahuluan

Sejalan dengan meningkatnya populasi manusia serta berkembangnya diberbagai Negara laju industri, maka pemakaian bahan bakar meningkat terutama pada bahan bakar fosil. Apabila tidak dibatasi pemakaian sumber energi ini, maka tinggal menunggu waktu terjadinya krisis bahan bakar (BBM). Berdasarkan kondisi itu, maka di Indonesia membutuhkan energi alternatif seperti briket untuk menjadi solusi pemakaian bahan bakar fosil. Briket sumber energi yang potensi yang ada di Indonesia. Dari segi proses pembuatan biomassa yang sederhana ataupun bahan baku yang dipakai sehingga memberikan banyak peluang dalam penggunaannya. Salah satu sumber daya briket, seperti serbuk kayu gergaji, sudah dimanfaatkan untuk banyak membuat briket [1].

Untuk mengkonversi energi yang ada pada biomassa di perlukan sebuah kompor. Selanjutnya, panas yang di hasilkan dimanfaatkan, misalnya untuk memasak. Teknologi terbarukan yang mampu menurunkan penggunaan

bahan bakar fosil adalah kompor briket dan sangat cocok untuk dikembangkan di Indonesia bahan bakarnya bisa menggunakan briket serbuk kayu yang dijumpai disekitar kita sangat banyak. Hal itulah yang menjadi perhatian peneliti agar merencanakan atau mengembangkan kompor yang lebih efisien dengan menganalisa jumlah lubang pada kompor biomassa briket serbuk kayu meranti untuk mengetahui unjuk kerja kompor yang efisiensi.

Penelitian sebelumnya [2] dengan judul “Rancang Bangun Kompor Biomassa” pada penelitian ini kompor dirancang dengan dimensi ergonomik dan dilakukan uji pembakaran menggunakan bahan bakar sekam. Pada penelitian ini dikatakan bahwa saluran udara sangat mempengaruhi untuk menghasilkan pembakaran yang optimal. Selain itu posisi yang teratur pada lubang menghasilkan suplai udara bagus sehingga pembakaran yang terjadi bisa mengurangi asap disebabkan proses pembakaran tidak sempurna.

2. Tinjauan Pustaka

Kompor

Improved cookstove, atau ICS adalah sistem yang membakar bahan biomassa, dimana terproduksi panas melalui pembakaran untuk penggunaan segera pada proses memasak domestik. ICS juga dapat melakukan hal-hal lain, tergantung dari tujuan perancangan sesuai dengan keperluan. Kompor seperti itu disebut improved stove (IS) yang dapat digunakan untuk banyak aplikasi seperti; memasak, pengawetan makanan, pengeringan, pemanasan ruangan, serta untuk kegiatan sosial dan kultural [3].

Bahan bakar biomassa adalah padatan biomassa dalam bentuk mentah, maupun jadi. Hal ini termasuk bahan bakar kayu, arang, limbah pertanian, briket dan lain-lain. Tiap bahan bakar memiliki sifat-sifat dan karakteristik pembakaran yang berbeda.

Pembakaran adalah proses dimana bahan bakar dan udara berinteraksi secara kimia dengan temperatur tinggi. Proses pembakaran bergantung pada sifat fisika, kimia bahan bakar, kuantitas dan kondisi udara dan kondisi lingkungan sekitar.

Klasifikasi Kompor

Klasifikasi ICS diperlukan untuk mengidentifikasi model kompor yang sesuai dengan kelompok pengguna tertentu, wilayah target, metode produksi dan diseminasi, dengan mempertimbangkan kebutuhan memasak dan persediaan bahan konstruksi dan bahan bakar. Maka, ICS dapat diklasifikasi dalam beberapa kategori.

a) Fungsi

- Kompor mono-fungsi: kompor yang hanya memiliki satu fungsi seperti untuk memasak, mengasap, memanggang, membakar, mendidihkan, dll.
- Kompor multi-fungsi: kompor yang memiliki kombinasi kegunaan seperti memanaskan air, memanaskan ruangan, mengasap ikan atau daging, menanak nasi, dll.

b) Bahan konstruksi

ICS umumnya terbuat dari satu bahan utama: metal, tanah liat, ceramic, batu, atau kombinasi dari beberapa bahan tersebut. Klasifikasi berdasarkan bahan membantu pemilihan rancangan yang sesuai dengan bahan yang tersedia, kemampuan fabrikasi, dan fasilitas produksi yang diperlukan. Harga sebuah ICS juga dapat bergantung pada bahan konstruksinya

c) Portabilitas

Untuk basis ini, ICS dapat diklasifikasikan menjadi fixed atau portable. Kompor metal atau keramik biasanya portable dan bisa dipakai diluar ataupun didalam ruangan. Sedangkan kompor tanah liat atau batu biasanya lebih berat, oleh sebab itu diklasifikasikan sebagai fixed. Berdasarkan kategori ini, kompor dapat dibedakan lagi menurut jumlah lubang (contoh: single, double, triple)

d) Jenis Bahan Bakar

Pada umumnya, kompor dirancang agar efisien terhadap satu bahan bakar tertentu saja. Misalnya kompor yang dirancang untuk kayu bakar akan memiliki performa yang buruk bila menggunakan arang. Tipe-tipe umum ICS berdasarkan kategori ini: kompor arang, kompor kayu bakar, limbah pertanian granular, limbah pertanian batangan, kompor kotoran sapi, dan kompor briket.

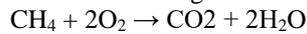
Sebuah kompor harus dirancang secara spesifik sesuai dengan penggunaannya. Parameter teknik dan non-teknik harus diperhitungkan. Faktor sosial yang penting dalam merancang ICS adalah kebutuhan pengguna dan sumber-sumber lokal. Perancang kompor harus mempertimbangkan target kompor yaitu: pekerjaan memasak, peralatan masak, ukuran operasi masak, dan parameter operasional lain. Selain itu, waktu dan frekuensi memasak juga perlu diperhatikan. Waktu masak bergantung pada kuantitas makanan yang dimasak dan daya kompor, dan juga jumlah jenis makanan yang dimasak. Daya keluaran (power output) dan mode regulasinya pada berbagai lubang pot dioptimasi sesuai kebutuhan penggunaan. Bentuk dan ukuran panci akan mempengaruhi karakteristik perpindahan kalor.

Pembakaran

Pembakaran atau combustion adalah suatu urutan kompleks reaksi kimia yang bersifat eksotermik antara

bahan bakar dan oksidan yang disertai oleh produksi panas, cahaya atau keduanya. Proses pembakaran bergantung dari sifat fisika-kimia bahan bakar (ukuran, bentuk, densitas, *moisture content*, *fixed carbon content*, bahan volatil, dan lainnya [4].

Dalam satu reaksi pembakaran lengkap, satu campuran bereaksi dengan satu elemen pengoksidasi, contoh pada fluorine atau oksigen, produknya ialah campuran pada semua elemen yang ada pada bahan bakar dengan elemen oksidasi. Sebagai contoh:



Pada kenyataannya, penggunaan oksigen (O₂) sebagai oksidan diperoleh dari udara dan hasil gas buang pembakaran juga akan berisi nitrogen:



Sejalan dengan mungkin menjadi dilihat, ketika udara adalah sumber oksigen, nitrogen sejauh ini adalah bagian terbesar dari hasil gas pembakaran.

Pada kenyataannya, proses pembakaran tidak pernah sempurna atau lengkap. Dalam gas buang dari hasil pembakaran karbon (seperti di pembakaran batubara) atau campuran karbon (seperti pembakaran hidrokarbon, kayu dan lain- lain) kedua karbon yang tidak terbakar (sebagai jelaga) dan campuran karbon (CO dan hal lainnya) akan timbul. Juga, ketika udara adalah oksidan, beberapa gas nitrogen akan diorganisir pada berbagai oksida nitrogen (NO_x).

Serbuk Kayu Meranti (*Shorea Spp*)

Salah satu kayu yang paling banyak dimanfaatkan untuk bahan baku pembuaan berbagai jenis produk pada industri mebel. Berat jenisnya berkisar antara 0,3-0,86 pada kandungan air 15%. Walaupun kayu meranti mempunyai kandungan air 15%, namun mudah untuk dikeringkan. Biasanya proses pengeringan dilakukan memanfaatkan sinar matahari secara alami ataupun menggunakan alat. Memiliki tekstur serat yang halus serta untuk kekuatannya termasuk dalam golongan kelas dua sampai empat, keawetanyapun termasuk dalam golongan kelas tiga sampai empat [5].

3. Metodologi

Peralatan dan bahan uji efisiensi kompor

1. Peralatan
2. Kompor biomasa
3. Panci
4. Timbangan
5. Thermometer
6. Suntikan
7. Stopwatch
8. Korek api

Bahan

1. Briket serbuk kayu meranti
2. Air
3. Minyak tanah

Variabel Penelitian Uji Efisiensi Kompor

Variabel Bebas:

1. Ukuran lubang pada kompor briket berdiameter 2,5 cm.
2. Jumlah lubang tabung bakar : 0, 16, 32.
3. Jumlah tabung pelindung : 12, 20, 28, 36

Variabel Terikat :

1. Massa air akhir
2. Massa bahan bakar akhir
3. Massa bahan bakar terbakar
4. Waktu (sekon)
5. Temperatur awal (°C)
6. Temperatur akhir (°C)
7. Selisih temperatur (°C)

Variabel Terkontrol :

Adapun variabel terkontrol yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan bahan bakar Briket serbuk kayu meranti yang dimasukkan dalam tungku pembakaran seberat 1 kg.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

Dari pengujian menggunakan water boiling test diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Data hasil uji pembakaran

No	Jumlah lubang TB	Mw _o (kg)	Mwt (kg)	Mfo (kg)	Mft (kg)	W _w (kg)	W _f (kg)	T (sekon)	To (°C)	Tt (°C)	ΔT (°C)	
1	32	24	1	791	1	671	209	329	336	28	100	72
2	32	18	1	828	1	698	172	302	416	28	100	72
3	32	12	1	839	1	737	161	263	463	28	100	72
4	32	6	1	848	1	781	152	219	497	28	100	72
5	16	24	1	795	1	677	205	333	351	28	100	72
6	16	18	1	833	1	702	177	298	418	28	100	72
7	16	12	1	853	1	784	147	216	420	28	100	72
8	16	6	1	861	1	813	139	187	505	28	100	72
9	0	24	1	801	1	689	199	311	357	28	100	72
10	0	18	1	837	1	703	163	297	501	28	100	72
11	0	12	1	854	1	791	146	209	423	28	100	72
12	0	6	1	867	1	817	133	183	521	28	100	72

Hasil yang diperoleh selanjutnya dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

- *Boiling Time*

Waktu yang diperlukan untuk memanaskan air dalam panci, dihitung sejak panci diletakan di atas kompor sampai air mendidih pada suhu 100°C.

- FCR

Feul consumption rate adalah laju konsumsi bahan bakar dalam memanaskan air sampai air mendidih pada suhu 100°C, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$FCR = \frac{m_{bb}}{t} \quad (5)$$

$$m_{bb} = m_a - m_{ak} \quad (6)$$

Keterangan

FCR	= Feul consumption rate
M_{bb}	= Bahan bakar yang terpakai
M_a	= Massa awal bahan bakar
M_{ak}	= Massa akhir bahan bakar
T	= Waktu

- SH (*Sensibel Heat*)

Panas sensibel merupakan jumlah energi panas yang dibutuhkan agar dapat menaikkan temperatur air. Dapat dihitung dengan rumus:

$$SH = m \times C_p \times (T_f - T_i) \quad (7)$$

Keterangan :

SH	= panas sensibel	(w)
M	= laju massa air	(kg/s)
C_p	= panas jenis air	(j/kg.4,186°C)
T_f	= temperatur air awal	(°C)
T_i	= Temperatur air akhir	(°C)

- LH (*Laten Heat*)

Merupakan hasil energi panas yang dipakai untuk air panas menguap. Rumus menghitung panas laten:

$$LH = W_e \times h_{fg} \quad (8)$$

Keterangan :

LH	= Panas laten	(W)
W_e	= Laju massa air menguap	(kg/s)
H_{fg}	= Panas laten air	(2260 j/kg)

- Input energi panas

Input energi panas merupakan jumlah energi panas yang terdedia dalam bahan bakar. Rumus menghitung input energi panas:

$$Q_{in} = \text{Laju kebutuhan bahan bakar} \times \text{LHV} \quad (9)$$

Keterangan :

Q_{in}	= energi panas yang tersedia dalam bahan bakar	(W)
Laju kebutuhan bahan bakar		(kg/s)
LHV	= nilai kalor bahan bakar	(j/kg)

- Efisiensi

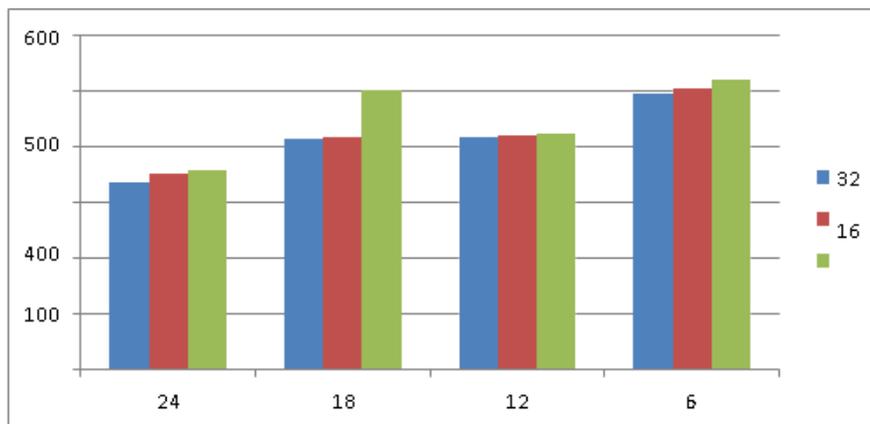
Efisiensi merupakan rasio energi yang dipakai dalam pendidihan ini dan pada penggunaan air terhadap energi panas yang tersedia dalam bahan bakar. Rumus menghitung efisiensi :

$$TE = \frac{SH + LH}{Q_{in}} \times 100\% \quad (10)$$

Keterangan :

TE	= efisiensi	(%)
SH	= panas sensibel	(W)
LH	= Panas laten	(W)
Q_{in}	= panas masuk	(W)

Hubungan Variasi Jumlah Lubang Tabung Bakar Dan Tabung Pelindung Terhadap *Boiling Time*

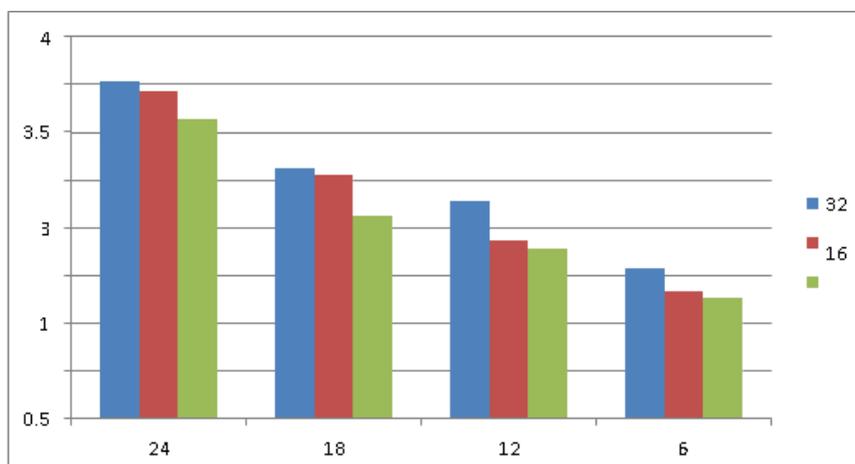


Gambar 2. Grafik Hubungan Variasi Jumlah Lubang Tabung Bakar dan Tabung Pelindung Terhadap *Boiling Time*

Dengan menggunakan data hasil pengujian *boiling time* Gambar 2, jumlah lubang udara sangat mempengaruhi terhadap waktu mendidihkan air mencapai temperatur 100°C. *Boiling time* akan semakin kecil jika jumlah lubang udara semakin banyak. Tetapi untuk jumlah lubang udara sedikit, menyebabkan lambatnya waktu dalam memanaskan air mencapai temperature 100°C. Apabila air didalam panci mau cepat mencapai temperature 100°C, gunakanlah kompor biomassa dengan lubang udara berjumlah lebih banyak yaitu 24 lubang tabung pelindung dan 32 tabung bakar.

Dalam pengujian menggunakan metode water boiling test salah satunya cara mengoperasikan kompor harus dipertahankan sama disepanjang pengujian, seperti penyusunan briket pada tabung bakar, terlihat pada grafik di atas tabung pelindung dengan jumlah lubang 18 dan tabung bakar dengan jumlah lubang 0 hasil boiling time drastis lebih tinggi ini disebabkan oleh susunan briket yang terjatuh mengenai api pada saat penyalaan awal sehingga api lambat untuk menyala besar.

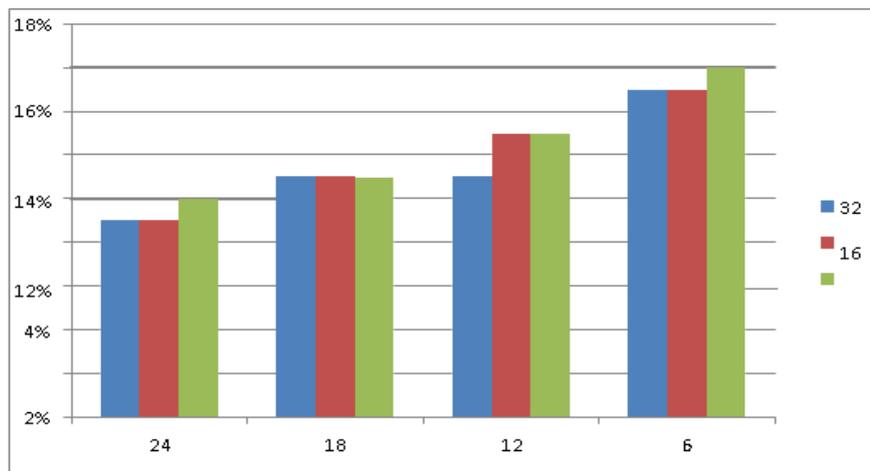
Hubungan jumlah lubang tabung bakar dan tabung pelindung terhadap FCR



Gambar 3. Grafik Hubungan Variasi Jumlah Tabung Bakar dan Tabung Pelindung Terhadap FCR

Dengan menggunakan hasil (FCR) pada Gambar 3, diketahui hasil yang lebih hemat pada laju konsumsi bahan bakar di tunjukan oleh jumlah 6 lubang tabung pelindung, 0 lubang tabung bakar dengan nilai berat bahan bakar 183 gram dan konsumsi bahan bakar yang boros ditunjukan oleh jumlah lubang terbanyak yaitu dengan 24 lubang tabung pelindung, 32 lubang tabung bakar dengan nilai berat bahan bakar 333 gram. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, variasi jumlah lubang berpengaruh nyata terhadap bahan bakar, bahwa banyaknya bahan bakar yang dipakai disebabkan oleh jumlah lubang udara yang paling banyak. Jadi temperature air walaupun cepat mencapai 100°C, bahan bakar yang digunakan pun boros. Pada penelitian ini sesuai dengan pernyataan oleh Yushardi [6] Semakin celah udara besar dibuka maka nyala api semakin tinggi dan bahan bakarpun menjadi boros. Begitu pula apabila semakin kecil celah udara dibuka maka bahan bakarpun menjadi hemat.

Hubungan Jumlah Lubang Tabung Bakar Dan Tabung Pelindung Terhadap efisiensi termal



Gambar 4. Grafik Hubungan Variasi Jumlah Tabung Bakar dan Tabung Pelindung Terhadap Efisiensi

Dengan menggunakan data hasil pengujian efisiensi thermal grafik pada Gambar 4, diketahui efisiensi thermal terendah ditunjukkan oleh jumlah lubang paling sedikit dengan variasi 6 lubang tabung pelindung, 0 lubang tabung bakar dengan nilai efisiensi 9% dan nilai efisiensi tertinggi terdapat pada 24 lubang tabung pelindung, 32 tabung bakar dengan nilai efisiensi 16%. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, variasi jumlah lubang udara berpengaruh nyata terhadap efisiensi thermal kompor biomassa. Dimana semakin banyak jumlah lubang yang digunakan maka efisiensi yang dihasilkan makin rendah.

Semakin jauh jarak dan besar lubang udara terhadap ruang bakar, menyebabkan efisiensi menjadi kecil, semakin besar lubang udara dan semakin besar jarak lubang udara terhadap ruang pembakaran efesiensinya semakin kecil. Begitu pula semakin kecil jarak dan lubang udara terhadap ruang pembakaran, maka efisiensi yang dihasilkan semakin besar [5].

5. Kesimpulan

Semakin banyak jumlah lubang udara tabung bakar dan jumlah lubang udara tabung pelindung, maka *boiling time* atau waktu yang dibutuhkan untuk air mencapai 100°C akan semakin cepat, dan semakin besar FCR nya, sehingga hasil paling efisien didapatkan pada jumlah lubang udara tabung bakar dan jumlah lubang udara tabung pelindung yang lebih sedikit.

Daftar Pustaka

- [1] Perdana, Andri. *Uji Kinerja Kompor Biomassa pada Berbagai Laju Alir Udara dan Jenis Pelet Biomassa sebagai Sumber Energi Alternatif*. Diss. Universitas Gadjah Mada, 2017.
- [2] E. Sihombing, "Optimasi Efisiensi Kalor Kompor Biomassa Dengan Menggunakan Sekam Padi Dan Serbuk Gergaji Kayu (Doctoral dissertation, UNIMED).," 2017.
- [3] Alfian, Zurfi. *Adopsi Teknologi Kompor Biomassa Sebagai Upaya Mitigasi Pemanasan Global*. Diss. Universitas Andalas, 2018.
- [4] Lingga, Enmo Ekuten. *Rancang Bangun Kompor Biomassa Dengan Bahan Bakar Biopellet*. Diss. Universitas Medan Area, 2021.
- [5] Koleangan, Harry SJ, and Audy D. Wuntu. "Kajian Stabilitas Termal dan Karakter Kovalen Zat Pengaktif pada Arang Aktif Limbah Gergajian Kayu Meranti (*Shorea spp*)."
CHEMISTRY PROGRESS 1.1 (2019): 43-46.
- [6] Widiarto, Indra Handoyo, Yushardi Yushardi, and Trapsiolo Prihandono. "Pengaruh luas celah udara pada kompor briket batubara terhadap efisiensi waktu pendidihan air."
JURNAL PEMBELAJARAN FISIKA 1.3 (2021): 294-299.
- [7] Mirmanto, Mirmanto, Arief Mulyanto, and Lalu R. Hidayatullah. "Hubungan Ketinggian dan Diameter Lubang Udara Tungku Pembakaran Biomassa dan Efisiensi Tungku."
Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana 6.4 (2017): 225-230.