



**DESAIN KOMPOR BIOPELLET EMISI RENDAH BERBASIS TEKANAN  
PUTARAN ANGIN**

**SKRIPSI**

**ARIFIN NUR WIBISONO  
NIM 131710201043**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**



**DESAIN KOMPOR BIOPELLET EMISI RENDAH BERBASIS TEKANAN  
PUTARAN ANGIN**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

**ARIFIN NUR WIBISONO  
NIM 131710201043**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**

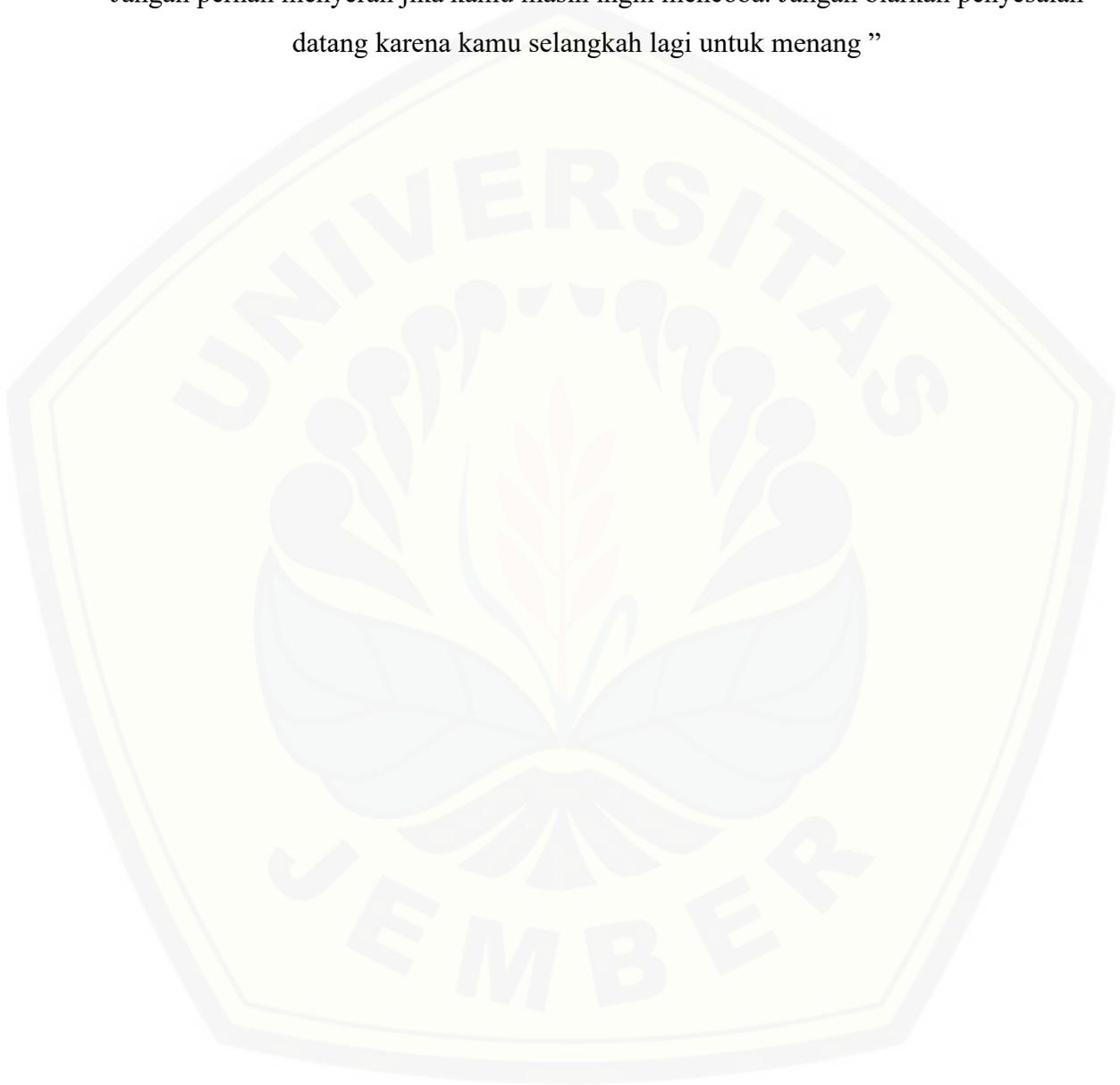
## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terima kasih saya yang tidak terkira kepada:

1. kedua orang tua saya, Ibunda Dra. Siti Apri Ismiyati dan Ayahanda Kus Supriyadinata SE. yang tercinta;
2. guru-guru sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi; dan
3. almamater tercinta Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

**MOTO**

“ Jangan pernah menyerah jika kamu masih ingin mencoba. Jangan biarkan penyesalan datang karena kamu selangkah lagi untuk menang ”



**PERNYATAAN**

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Arifin Nur Wibisono

NIM : 131710201043

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Desain Kompor Biopellet Emisi Rendah Berbasis Tekanan Putaran Angin” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan kepada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata kemudian hari ini tidak benar.

Jember, 30 Juni 2020

Yang Menyatakan,

Arifin Nur Wibisono

NIM. 131710201043

**SKRIPSI**

**DESAIN KOMPOR BIOPELLET EMISI RENDAH BERBASIS TEKANAN  
PUTARAN ANGIN**

Oleh

Arifin Nur Wibisono  
NIM 131710201043

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M. Eng., M. Phil.  
Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng.

**PENGESAHAN**

Skripsi Berjudul “Desain Kompor Biopellet Emisi Rendah Berbasis Tekanan Putaran Angin” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari, tanggal : Selasa, 12 Mei 2020

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M.Eng., M.Phil.

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng.

NIP. 19641231 198902 1 040

NIP. 19631212 199003 1 002

Tim Penguji:

Ketua

Anggota

Prof. Dr. Indarto, S.T.P.,DEA.

Dr. Siswoyo Soekarno, S.T.P., M.Eng.

NIP 19700101 199512 1 001

NIP. 19680923 199403 1 009

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.T.P., M.Eng.

NIP. 19680923 199403 1 009

## RINGKASAN

**Desain Kompor Biopellet Emisi Rendah Berbasis Tekanan Putaran Angin.** Arifin Nur Wibisono, NIM 131710201043; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penggunaan kompor biopellet memiliki hasil emisi pembakaran yang cukup tinggi. Penelitian ini dilaksanakan untuk merancang, membuat, dan menguji suatu kompor biomassa yang menggunakan bahan bakar berupa biopellet, dengan menitik beratkan pada peningkatan asupan udara, dan memutarakan asupan udara tersebut sehingga panas yang terbuang pada tungku pembakaran dapat berotasi didalam tungku pembakaran, dan dapat menghasilkan efisiensi termal yang cukup tinggi, dan emisi zat berbahaya yang rendah. Dengan tahapan penelitian yang diawali dengan perancangan, meliputi perhitungan dimensi kompor, dan desain dimensi kompor. Tahap fabrikasi, membuat kompor dengan bahan, komponen, dan ukuran sesuai dengan perencanaan. Tahap pengujian, dengan menggunakan pemasakan air untuk mengetahui efisiensi termal, dan kalor, lalu melakukan uji emisi CO menggunakan alat *CO Detector*. Dari hasil perencanaan tersebut dapat diketahui tungku tekanan putaran angin yang di tempatkan dibagian atas kompor dapat menekan lajur keluar gas emisi yang dihasilkan ketika pembakaran. Dengan ini diharapkan terjadi penekanan gas emisi yang akan keluar ketika tungku tekanan putaran angin menghembuskan udara dari lubang-lubang tungku yang berbentuk miring sehingga menimbulkan putaran angin yang berada didalam tungku, sehingga gas emisi tersebut tidak dapat seutuhnya keluar dan dapat bersirkulasi di area dalam tungku. Tungku tekanan putaran angin tersebut juga dapat mengkonveksi panas yang dihasilkan dari pembakaran biopellet, sehingga kalor panas yang dihasilkan lebih rata. Semakin cepat putaran yang dihasilkan dari putaran angin tersebut juga dapat memberikan asupan udara pada tungku, sehingga biopellet dapat terbakar sempurna. Hasil yang didapatkan dari desain adalah kompor berdiameter 26,5 cm, dan tinggi 37 cm dengan perhitungan jarak dari tungku dengan bagian luar kompor sebesar 8 cm, sehingga panas yang dihasilkan oleh pembakaran tungku kompor dapat diminimalisir. Komponen-komponen kelistrikan yang digunakan untuk menyempurnakan pembakaran pada kompor yaitu blower, accu, dan dimmer. Blower digunakan untuk meningkatkan asupan udara agar pembakaran lebih sempurna dan dapat mengurangi gas emisi yang dihasilkan. Kecepatan pada blower dapat diatur sesuai dengan penggunaannya menggunakan dimmer. Blower yang digunakan mempunyai tegangan sebesar 12 v agar kecepatan blower dapat sesuai dengan jumlah volume tabung kompor dan tabung pembakaran. Hasil yang didapatkan dari kinerja kompor tersebut yaitu rata-rata efisiensi termal kompor sebesar 10.03%, dan rata-rata emisi gas CO sebesar 3,25 ppm.

## SUMMARY

**Design of Low Emission Biopellet Stove Based on Wind Pressure.** Arifin Nur Wibisono, NIM 131710201043; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

The use of biopellet stoves has a high yield of combustion emissions. This research was conducted to design, manufacture and test a biomass stove using biopellet fuel, focusing on increasing air intake, and rotating the air intake so that the heat wasted in the furnace can rotate in the furnace, and can produce efficiency high thermal emissions, and low emissions of harmful substances. With the research stages that began with the design, including calculation of the dimensions of the stove, and design dimensions of the stove. Fabrication stage, making a stove with materials, components, and sizes according to plan. The testing phase, using water cooking to determine thermal efficiency, and heat, then conduct CO emissions tests using a CO Detector. From the results of the plan, it can be seen that the wind pressure furnace placed at the top of the stove can suppress the gas emission output column produced during combustion. With this, it is expected that suppression of emission gas that will come out when the furnace pressure winds blow the air from the furnace holes that are tilted so that it causes wind rotation inside the furnace, so that the emission gas cannot completely come out and can circulate in the area within the furnace. The wind pressure furnace can also convert heat produced from biopellet combustion, so that the heat generated is even more flat. The faster rotation resulting from the wind rotation can also provide air intake to the furnace, so that the biopellet can burn completely. The results obtained from the design are a stove with a diameter of 26.5 cm, and a height of 37 cm by calculating the distance from the stove to the outside of the stove by 8 cm, so that the heat generated by burning the stove can be minimized. The electrical components used to perfect combustion on the stove are blowers, batteries, and dimmers. Blowers are used to increase air intake so that combustion is more perfect and can reduce the gas emissions produced. The speed of the blower can be adjusted according to its use using a dimmer. The blower used has a voltage of 12 v so that the blower speed can match the volume of the stove and combustion tube. The results obtained from the stove's performance are the average thermal efficiency of the stove of 10.03%, and the average CO gas emissions of 3.25 ppm.

## PRAKATA

Puji Syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Desain Kompor Biopellet Emisi Rendah Berbasis Tekanan Putaran Angin”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Soni Sisbudi Harsono, M. Eng., M. Phil. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Prof. Dr. Indarto, S.T.P.,DEA. selaku Dosen Penguji Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam menguji penulisan skripsi ini;
4. Dr. Siswoyo Soekarno, S.T.P., M.Eng. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam menguji penulisan skripsi ini;
5. Rufiani Nadzirah S.T.P., M. Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
6. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.T.P., M. Si., selaku dosen Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;

7. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
8. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;
9. Kedua orang tua saya, Ayahanda Kus Supriyadinata SE. dan Ibunda Dra. Siti Apri Ismiyati tercinta yang selalu mendoakan setiap waktu;
10. Teman-temanku TEP seangkatan 2013 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang, terimakasih atas nasehat serta motivasinya;
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada mereka semua. Penulis menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna semoga kritik dan saran dari semua pihak dapat membangun kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN/SUMMARY</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan</b> .....	2
<b>1.4 Manfaat</b> .....	2
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
<b>2.1 Briket</b> .....	3
<b>2.2 Biopellet</b> .....	4
<b>2.3 Tungku Kompor Briket</b> .....	4
<b>2.4 Emisi Pembakaran</b> .....	6
<b>2.5 Kalor</b> .....	6
2.2.1 Teori Pembakaran.....	7
2.2.2 Emisi Gas Karbon Monoksida (CO).....	7
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	8
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	8
<b>3.2 Bahan dan Alat Penelitian</b> .....	8
3.2.1 Bahan Penelitian.....	8
3.2.2 Alat Penelitian.....	8
<b>3.3 Tahapan Penelitian</b> .....	8
3.3.1 Rancangan Operasional.....	10
3.3.2 Rancangan Fungsional.....	10
3.3.3 Rancangan Struktural.....	11
3.3.4 Pengujian kelayakan kompor.....	13
3.3.5 Penentuan parameter kompor.....	13
3.3.6 Analisa serta kesimpulan data yang telah didapatkan.....	14

<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1 Rancangan Operasional.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2 Rancangan Fungsional.....</b>	<b>15</b>
4.2.1 Blower.....	15
4.2.2 Dimmer.....	16
4.2.3 Accu.....	16
<b>4.3 Rancangan Struktural.....</b>	<b>16</b>
4.3.1 Kerangka Kompor Berbasis Tekanan Putaran Angin.....	17
4.3.2 Tungku Pembakaran.....	18
<b>4.4 Hasil Uji Kalor Kompor Berbasis Tekanan Putaran Angin.....</b>	<b>20</b>
<b>4.5 Hasil Uji Efisiensi Termal .....</b>	<b>22</b>
<b>4.6 Hasil Uji Emisi Kompor Berbasis Tekanan Putaran Angin.....</b>	<b>23</b>
<b>4.7 Analisa Perbandingan Kalor Menggunakan Uji F.....</b>	<b>24</b>
4.7.1 Analisa Perbandingan Kalor Menggunakan Uji F.....	25
<b>4.8 Analisa Perbandingan Efisiensi Termal Menggunakan Uji F....</b>	<b>26</b>
4.8.1 Analisa Perbandingan Efisiensi Termal Menggunakan Uji F..	27
<b>4.9 Analisa Perbandingan Emisi Menggunakan Uji F.....</b>	<b>28</b>
<b>4.10 Pembahasan.....</b>	<b>29</b>
4.10.1 Kalor.....	29
4.10.2 Efisiensi Termal.....	29
4.10.3 Emisi.....	30
<b>4.11 Tungku Kompor Biomassa Terbaik.....</b>	<b>31</b>
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>32</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>32</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>32</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>33</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>35</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Kalor.....	20
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Waktu Yang Dibutuhkan Untuk Memasak.....	20
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Suhu Tertinggi Yang Dihasilkan dari Pembakaran.....	21
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Massa Air Yang Menguap.....	21
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Kalor Laten.....	22
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Massa Biopellet Yang Dibutuhkan.....	22
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Kalor Yang Dihasilkan Oleh Biopellet.....	23
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Efisiensi Termal.....	23
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Uji Emisi Kompor Biomassa.....	24
Tabel 4.10 Hasil Uji Normalitas Kalor.....	25
Tabel 4.11 Hasil F Hitung Kalor.....	26
Tabel 4.12 Hasil Uji Normalitas Efisiensi Termal Menggunakan Shapiro Wilk.....	27
Tabel 4.13 Hasil Uji F Hitung Efisiensi Termal.....	27
Tabel 4.14 Hasil F Hitung Emisi.....	28

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 2.1 Bentuk Briket.....	3
Gambar 2.2 Kompor Briket Dengan Blower.....	5
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Desain Kompor Biomassa.....	9
Gambar 3.2 Diagram Blok Rancangan Fungsional.....	10
Gambar 3.3 Kompor Biomassa Tampak Depan.....	12
Gambar 3.4 Kompor Biomassa Tampak Atas.....	12
Gambar 4.1 Kompor Biopellet.....	17
(a) Tampak depan.....	17
(b) Tampak atas.....	17
Gambar 4.2 Tungku Pembakaran.....	19
(a) Tungku tampak atas.....	19
(b) Tabung pembakaran 9 lubang.....	19
(c) Tabung pembakaran 18 lubang.....	19
(d) Tabung pembakaran 27 lubang.....	19

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran A Gambar Teknik Kerangka Kompor Biomassa.....	36
Lampiran B Gambar Teknik Tungku Pembakaran.....	37
Lampiran C Perhitungan Kalor, Kalor Laten, dan Kalor Bahan Bakar.....	38
Lampiran D Perhitungan Efisiensi Termal.....	40
Lampiran E Dokumentasi Penelitian.....	42
E1. Pengujian kompor biomassa.....	42
E2. Hasil pembakaran pada masing-masing tungku.....	43
E3. Sisa bahan pembakaran pada masing-masing tungku.....	44

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Ketersediaan sumber bahan bakar fosil yang berkurang menyebabkan harus adanya alternatif bahan bakar di Indonesia. Briket merupakan salah satu energi alternatif terbarukan yang memiliki potensi besar di Indonesia. Salah satu bahan bakar kompor briket yang paling sering digunakan yaitu adalah batu bara. Namun penggunaan batubara sebagai bahan bakar kompor briket tersebut masih kurang baik dari segi gas emisi buang yang dihasilkan dari proses pembakaran. Penelitian dan studi yang dilakukan di laboratorium, para peneliti menemukan bahwa kompor briket batu bara masih menghasilkan hasil karbon monoksida (CO) yang sangat tinggi dengan besaran kelipatan 100 ppm yang dapat mencapai besaran 700 ppm (Wibowo dan Supramono, 2009).

Bahan bakar briket tersebut masih dapat digantikan menggunakan bahan-bahan yang lebih alternatif, karena mengingat Indonesia negara agraris yang dimana banyak terdapat bahan baku dalam jumlah besar. Di Indonesia sendiri terdapat banyak pengolahan limbah-limbah bahan bakar yang berasal dari sisa-sisa industri perkebunan dan pertanian yang dapat digunakan untuk membuat bahan bakar alternatif tersebut, sebagai contohnya briket yang berasal dari sisa kulit kopi. Provinsi Jawa Timur sendiri terdapat banyak perkebunan kopi milik pemerintah maupun milik perusahaan. Menurut Badan Pusat Statistik Jawa Timur mencatat, luas perkebunan kopi di Jawa Timur pada tahun 2013 mencapai 101.486 ha dengan tingkat produksi perkebunannya 54.076 ton (Badan Pusat Statistik Jawa Timur, 2013). Penggunaan sisa-sisa kulit kopi tersebut dapat mengurangi volume limbah yang dihasilkan pada perkebunan kopi, dan dapat menjadi bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar fosil.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Pembakaran biopellet yang digunakan pada kompor menghasilkan gas emisi buang yang cukup tinggi. Selain itu masih banyak kompor biopellet yang masih menghasilkan jelaga yang cukup banyak, menyebabkan bagian bawah alat masak menjadi hitam dikarenakan pembakaran yang kurang sempurna. Pembakaran biopellet pada tungku pembakaran terkadang kurang merata dikarenakan asupan oksigen pada tungku pembakaran tidak merata.

## 1.3 TUJUAN

Tujuan dari penulisan ini adalah

1. Untuk meminimalisir hasil emisi pembakaran yang dihasilkan dari pembakaran kompor briket.
2. Menguji kinerja kompor tungku tekanan putaran angin yang meliputi uji kalor, efisiensi termal, dan uji gas emisi (CO).
3. Menentukan tungku biomassa terbaik berdasarkan jumlah lubang.

## 1.4 MANFAAT

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat :

1. Memberikan informasi perbedaan gas emisi yang di hasilkan sebelum dan sesudah menggunakan tungku tekanan putaran angin.
2. Memberikan informasi tentang bagaimana sistem kerja kompor briket tungku tekanan putaran angin.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Briket

Briket merupakan bahan bakar padat dengan bentuk dan ukuran tertentu, yang tersusun dari butiran bahan halus seperti batubara, dan bahan alami lainnya yang telah dimampatkan dengan daya tekan tertentu agar bahan tersebut lebih mudah ditangani dan memiliki nilai tambah dalam manfaatnya (Pustlitbang Teknologi Mineral dan Barubara, 2005). Berikut adalah contoh bentuk-bentuk briket yang tersedia di pasaran yaitu berbentuk telur, bantal, dan sarang lebah. Briket memiliki bentuk beragam disesuaikan dengan kebutuhan. Berikut contoh bentuk-bentuk briket pada gambar 2.1:



a). Briket berbentuk telur

b). Briket berbentuk bantal

c). Briket sarang lebah

Sumber : google.com

Gambar 2.1 Bentuk Briket

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa briket memiliki bentuk yang beragam yang digunakan sesuai dengan fungsinya. Briket yang bagus memiliki kualitas dan syarat sebagai berikut (Puslitbang, 2001) :

1. Tidak mengeluarkan asap dan bau yang berlebihan saat digunakan.
2. Mudah dinyalakan.
3. Kuat dan tidak mudah pecah saat dinyalakan.

4. Kedap air dan tidak mudah berjamur ketika disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama.
5. Memiliki kandungan abu yang rendah.

## 2.2 Biopellet

Biopellet adalah jenis bahan bakar padat berbasis limbah dengan ukuran lebih kecil dari ukuran briket (Windarwati, 2011). Salah satu faktor yang mempengaruhi biopellet tersebut adalah ukuran serbuk dan jenis perekat. Bahan perekat yang sering digunakan pada perekat biopellet sendiri adalah tapioka, karena harga yang relatif murah, dan mudah didapatkan, menghasilkan kekuatan rekat kering yang tinggi. Namun kadar rekat yang tinggi juga dapat menurunkan mutu briket biopellet karena menimbulkan asap (Zamirza, 2009).

Menurut Saptoadi (2006) ukuran serbuk partikel biopellet berpengaruh pada tingkat reaksi selama pembakaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serbuk biopellet yang lolos saringan sebesar 20 *mesh* tertahan pada 40 *mesh* memiliki hasil yang terbaik untuk pembuatan briket arang, dimana ukuran serbuk memberikan terhadap kerapatan, keteguhan tekan, kadar air, zat mudah menguap, kadar abu dan karbon terikat.

## 2.3 Tungku Kompor Briket

Tungku tempat pembakaran briket tersebut dirancang supaya hanya memiliki 2 bagian lubang masuk udara dan keluar, sehingga panas, dan besaran api yang dihasilkan ketika pembakaran dapat lebih optimal. Pada rancangan kompor briket terbaru menggunakan *blower* pada bagian pemasukan udara sehingga terjadi aliran udara dari atas menekan kebawah dalam tungku yang memberikan asupan udara yang lebih untuk memanaskan pembakaran briket sehingga panas yang dihasilkan lebih optimal (Balía, 1996). *Blower* pada bagian bawah tersebut berfungsi mensuplai udara pada briket supaya mempercepat pembakaran briket dan memberikan panas yang sempurna.



Gambar 2.2 Kompor briket dengan blower

Sumber : google.com

Proses pembakaran yang sempurna pada kompor briket tersebut dilihat dari waktu proses pembakaran, suhu yang dihasilkan oleh pembakaran tersebut, dan kualitas suplay udara yang masuk ke kompor briket tersebut. Berikut syarat kompor briket yang memiliki proses pembakaran yang baik (Puslitbang, 2001):

- 1) Dinding ruang bakar pada kompor briket tersebut terbuat dari bahan yang tahan api atau campuran bahan yang tahan panas ( $>900^{\circ}\text{C}$ ) dan mampu menahan rambatan panas yang keluar dari ruang pembakaran.
- 2) Memiliki kisi pada ruang tungku, sehingga dapat meloloskan abu yang dihasilkan ketika pembakaran briket tersebut.
- 3) Memiliki pintu udara yang dapat mengatur besarnya udara yang masuk dan keluar pada bagian bawah kompor briket tersebut sehingga besar api yang dihasilkan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan.

- 4) Rangka yang digunakan pada kompor briket harus kuat menahan beban berat dan perubahan panas yang terjadi ketika pembakaran.

#### 2.4 Emisi Pembakaran

Gas emisi CO yang dihasilkan ketika pembakaran briket dapat diturunkan dengan cara mengkonversi gas CO tersebut menjadi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), syarat yang harus dilalui untuk merubah gas CO menjadi  $\text{CO}_2$  yaitu adalah waktu tinggal gas CO yang dihasilkan ketika pembakaran, supplay oksigen yang cukup untuk reaksi oksidasi, dan temperatur yang tinggi untuk meningkatkan lajur reaksi.

Peningkatan temperatur dapat membuat laju reaksi konversi gas CO menjadi  $\text{CO}_2$  menjadi semakin cepat. Temperatur pembakaran yang dicapai oleh bahan bakar gas, dan cair dapat mencapai  $1500\text{ }^\circ\text{C}$ , sedangkan temperatur tertinggi pada saat pembakaran briket yaitu sekitar  $700\text{ }^\circ\text{C}$  sebagai akibat dari penyerapan panas oleh kapasitas panas yang tinggi dari briket. Namun oksigen yang berlebih juga dapat menyebabkan terjadinya penurunan temperatur pada daerah tungku sehingga terjadi oksidasi parsial. Oksidasi parsial tersebut menyebabkan terjadinya persenyawaan oksigen dengan *output* seperti  $-\text{CH}_2\text{O}$ ,  $-\text{CHO}$ , dan gas CO (*Turns, 2000*). Oleh karena itu, pembakaran briket tersebut membutuhkan waktu tinggal yang lebih lama untuk mencapai konversi yang tinggi untuk mencapai konversi dari gas CO menjadi  $\text{CO}_2$ . Semakin tinggi temperatur partikel dan konsentrasi oksigen akan menghasilkan rasio molar CO menjadi  $\text{CO}_2$  semakin besar. Semakin tinggi konversi arang menjadi CO menjadi  $\text{CO}_2$  maka semakin banyak arang yang akan terbakar.

#### 2.5 Kalor

Kalor dalam termodinamika dianggap sebagai energi dalam perjalanan yang melewati batas yang memisahkan sistem dengan lingkungannya. Namun perpindahan

kalor dihasilkan dari perbedaan suhu antara sistem dan lingkungannya, dan hanya diperlukan kontak sederhana bagi perpindahan kalor dengan konduksi. Kalor tidak dianggap tersimpan dalam sistem. Saat energi dalam bentuk kalor ditambahkan ke dalam sistem, kalor tersebut tersimpan dalam bentuk energi kinetik dan energi potensial partikel mikroskopik yang menyusun sistem.

### 2.2.1 Teori Pembakaran

Menurut Nurhilal (2016), pembakaran merupakan suatu reaksi kimia yang melibatkan pencampuran bahan bakar dan oksigen untuk menghasilkan panas dan produk pembakaran. Syarat agar dapat terjadi suatu proses pembakaran adalah sebagai berikut.

#### a. Adanya bahan bakar

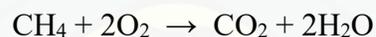
Bahan bakar adalah bahan yang apabila terbakar dapat meneruskan proses pembakaran dengan sendirinya disertai dengan pengeluaran kalor. Unsur-unsur yang terkandung dalam bahan bakar adalah karbon, hidrogen, dan sulfur.

#### b. Adanya suplai oksigen

#### c. Adanya energi panas

Energi panas berfungsi untuk mengaktivasi reaksi pembakaran.

Reaksi kimia yang terjadi pada proses pembakaran adalah sebagai berikut.



Reaksi di atas merupakan reaksi sempurna yang terjadi pada proses pembakaran. Namun, terkadang dalam proses pembakaran yang terjadi seringkali menghasilkan pembakaran yang tidak sempurna yang menghasilkan karbon monoksida (CO).

### 2.2.2 Emisi Gas CO

Menurut Nurhilal (2016), pembakaran biomassa dalam kompor akan menghasilkan emisi CO. Emisi ini dapat menyebabkan polusi udara berupa gas CO, sulfur, nitrogen oksida, dan hidrokarbon. Emisi gas CO berasal dari reaksi oksidasi tidak sempurna hidrokarbon dan karbon yang terkandung dalam biobriket.

## **BAB 3. METODE PENELITIAN**

### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Perancangan dan konstruksi, serta pengujian kompor biomassa dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Alat dan Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, pada bulan April sampai September 2019. Pengujian emisi kompor biomassa dilaksanakan di laboratorium Dinas Perhubungan, Yogyakarta pada bulan Oktober 2019.

### **3.2 Bahan dan Alat Penelitian**

#### **3.2.1 Bahan Penelitian**

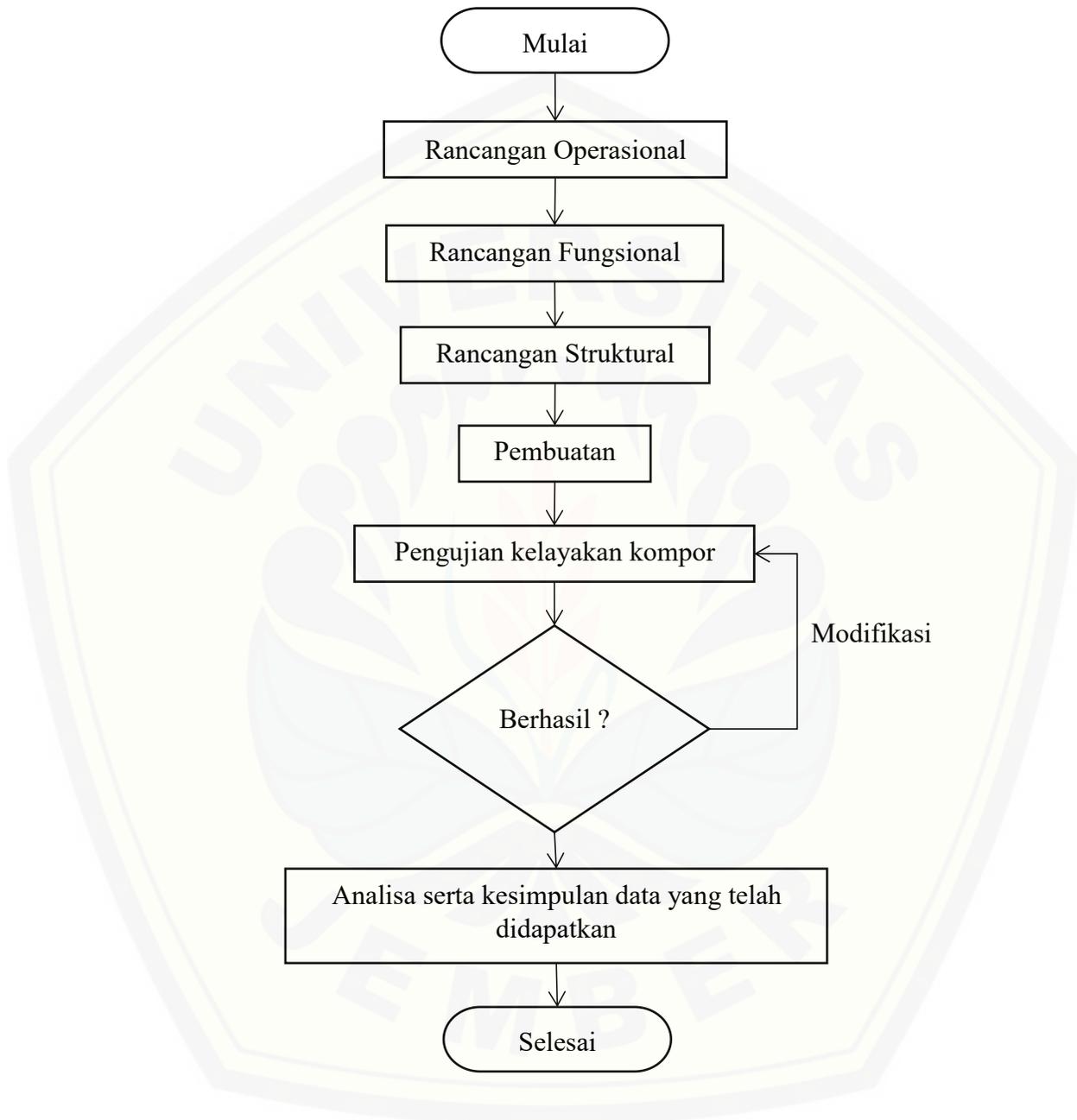
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biopellet limbah serbuk kayu yang diperoleh dari Desa Sidomulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember. Limbah serbuk kayu yang digunakan merupakan jenis kayu sengon. Bahan lainnya adalah stainless steel sebagai bahan pembuatan kompor.

#### **3.2.2 Alat Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi las listrik, tang potong, bor, kunci pas, obeng, timbangan, termometer, gelas ukur, gas analyzer, alat tulis, dan kamera.

### **3.3 Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi rancangan operasional, rancangan operasional, rancangan struktural, pengujian kelayakan kompor, validasi kelayakan kompor biomassa, analisa serta kesimpulan data yang telah didapatkan. Berikut diagram alir dalam pembuatan kompor biomassa :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Desain Kompor Biomassa

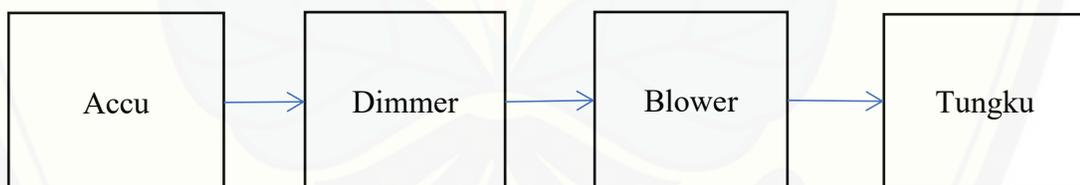
### 3.3.1 Rancangan Operasional

Operasional kompor pertama-tama yang dilakukan pemasangan biopellet melalui bagian atas tungku kurang lebih 700-800 gr, lalu dinyalakan biopellet tersebut menggunakan spiritus untuk starternya, setelah api menyala tekan tombol On, lalu putar dimmer untuk mengatur cepat atau lambatnya blower, setelah blower menyala hendaknya mengatur blower pada kecepatan rendah dahulu. Udara yang dihasilkan oleh blower akan mengalir pada bagian lubang-lubang tungku sehingga dapat memberi asupan oksigen yang cukup kedalam tungku.

Tungku tekanan putaran angin dirancang lubangnya untuk miring menyerong ke bawah sehingga lajur udara dapat berputar dan berhembus menuju bawah, hal tersebut menyebabkan api berputar dan udara yang berhembus menuju bawah tersebut dapat mengenai bagian biopellet yang terbakar.

### 3.3.2 Rancangan Fungsional

Rancangan fungsional kompor biopellet tungku tekanan putaran angin mencakup hal-hal seperti :



Gambar 3.2 Diagram Blok Rancangan Fungsional

#### 1. Blower

Blower berfungsi untuk memberikan asupan udara pada tungku kompor sehingga memerlukan kecepatan blower yang cukup agar nyala api dapat sempurna dan tidak menimbulkan jelaga.

#### 2. Dimmer

Dimmer digunakan untuk mengatur besar kecil kecepatan pada blower, sehingga tungku mendapatkan asupan udara yang sesuai dengan yang dibutuhkan.

### 3. Accu

Accu berfungsi sebagai sumber energi pada blower, accu yang digunakan adalah accu kering, dengan besar daya yang dihasilkan sebesar 12 volt.

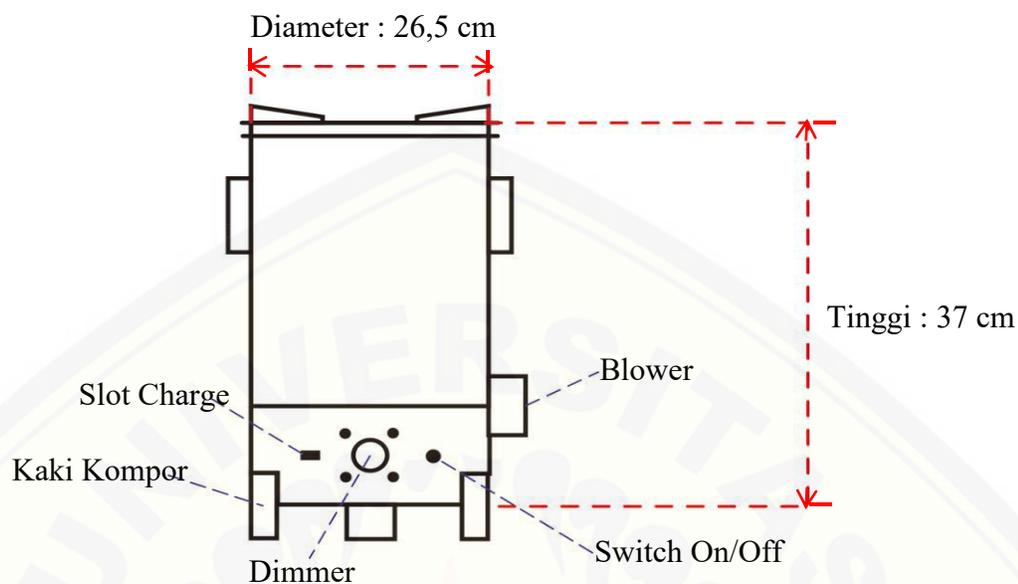
### 4. Tungku

Tungku adalah bagian pada kompor biopellet untuk membakar biopellet sehingga diperlukan bahan yang tahan panas. Tungku tersebut dapat dilepas dari kompor agar perawatan pada tungku lebih mudah.

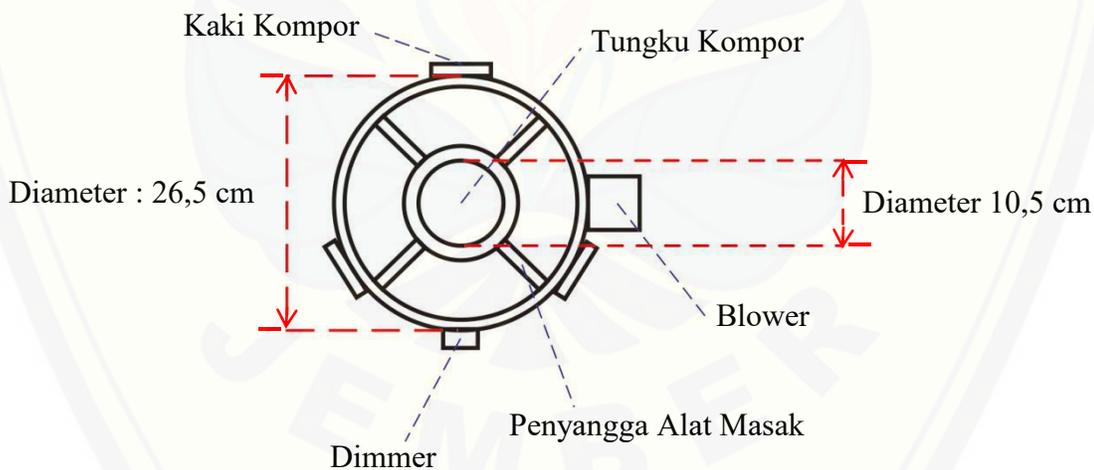
#### 3.3.3 Rancangan Struktural

Di dalam rancangan struktural hal-hal yang menjadi tujuan adalah bagaimana rancangan kompor yang sudah ada, dengan memperhatikan apakah setiap bagian dari kompor dapat menahan beban yang dididapkannya. Desain, ukuran, dan bahan pembuatan kompor yang digunakan hendaknya dipilih berdasarkan biaya yang tersedia, kemudahan memperoleh bahan yang digunakan, ketahanan bahan yang digunakan.

Kompor biopellet tungku tekanan putaran angin ini memiliki bentuk tabung dengan tinggi 32 cm, dan berdiameter 26 cm. Pada bagian tabung pembakaran memiliki diameter 10,5 cm dengan tinggi 22,5 cm dan memiliki lubang-lubang udara yang berbentuk spiral dan miring, sehingga jalur udara yang didapatkan dari blower dapat membuat putaran angin pada tabung. Hal tersebut berfungsi untuk mensirkulasi udara supaya jelaga yang akan keluar dapat hilang dan tidak membuat gosong pada bagian belakang alat masak. Berikut ini model rancangan pengembangan kompor biomassa (Gambar 3.3 dan Gambar 3.4)



Gambar 3.3 Kompor biomassa tampak depan



Gambar 3.4 Kompor biomassa tampak Atas

Pada bagian rangka kompor (Gambar 3.3) terdapat lubang blower dengan diameter 7 cm dengan kaki-kaki kompor sebanyak 3 biji sehingga kompor tetap dapat

seimbang ketika di gunakan diatas tanah. Blower tersebut bertujuan untuk meningkatkan lajur angin yang masuk ke dalam tabung.

#### 3.3.4 Pengujian kelayakan kompor

Pengujian kompor dilakukan untuk mengetahui apakah kompor tersebut dapat berfungsi dengan baik dan efisien, sehingga sesuai dengan apa yang diharapkan. Data-data yang dibutuhkan untuk pengujian kompor tersebut yaitu jumlah biopellet (kg), kalor, jumlah emisi yang dihasilkan, dan waktu lama pembakaran (menit). Pengujian kelayakan kompor dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

##### 1. Pengambilan data karakteristik kompor biomassa

Pengambilan data tentang kompor-kompor biomassa yang telah ada serta karakteristik kompor tersebut sehingga dapat mengetahui kinerja kompor biomassa. Data tersebut dapat digunakan untuk pengembangan kompor yang akan dilakukan sehingga hasil *output* yang didapatkan lebih efisien dan aman untuk digunakan.

##### 2. Validasi kelayakan kompor biomassa

Validasi data diperlukan untuk mengetahui apakah alat yang digunakan dalam pengujian kompor tersebut sesuai atau tidak. Jika tidak sesuai maka akan dilakukan pengukuran ulang sampai didapatkan data yang sesuai. Validasi data tersebut juga untuk mengetahui apakah kompor tersebut layak dan sesuai.

#### 3.3.5 Penentuan parameter kompor

Penentuan parameter kompor ini dilihat dari parameter apa saja yang akan di uji dan dihitung ketika pembuatan kompor tersebut. Parameter ini meliputi parameter kalor dan hasil emisi. Hal tersebut dibutuhkan untuk menilai kelayakan kompor.

Menurut Yanti *et al.* 2014, persamaan untuk menentukan banyak kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu benda adalah sebagai berikut.

$$m_a \times c_a \times \Delta T \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

- $Q$  = Banyak kalor yang di diperlukan (J),  
 $m$  = Massa zat (kg),  
 $c$  = Kalor jenis zat (J/kg°C),  
 $\Delta T$  = Perbedaan suhu (°C).

Menurut Nurhilal (2016), efisiensi termal adalah perbandingan antara nilai kalor yang digunakan untuk memanaskan air dengan kalor yang dihasilkan oleh biopellet.

Persamaan untuk menentukan besaran efisiensi termal adalah sebagai berikut.

$$\eta_T = \frac{m_a \times c_a \times \Delta T + \Delta m_a \times L}{\Delta m_k \times LHV} \times 100\% \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

- $m_a$  = massa air (kg),  
 $c_a$  = kalor jenis air = 4186 (J/kg°C),  
 $\Delta T$  = Perbedaan suhu (°C),  
 $\Delta m_a$  = massa air yang menguap (kg),  
 $L$  = kalor laten air = 2.268.000 (J/kg),  
 $\Delta m_k$  = massa bahan bakar yang telah terbakar (kg),  
 $LHV$  (*low heating value*) = 18.060.000 (J/kg).

### 3.3.6 Analisis serta kesimpulan data yang telah didapatkan

Analisa data dilakukan demi mengetahui apakah penelitian yang dilakukan sudah sesuai atau belum. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan melihat pengaruh cepat atau lambatnya blower dalam proses pemasakan, kalor, dan total emisi. Dengan pengambilan data dan perhitungan yang dilakukan maka dapat diketahui hasil analisis tersebut telah sesuai.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, maka kesimpulan yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Kalor yang terdapat pada setiap tungku berbeda-beda, pada tungku dengan lubang 9 menghasilkan kalor sebesar 302748,26 kJ, tungku dengan lubang 18 sebesar 312456,99 kJ, dan tungku dengan lubang 27 sebesar 320524,81 kJ. Efisiensi termal pada setiap tungku juga berbeda-beda, pada tungku dengan lubang 9 menghasilkan efisiensi termal sebesar 10,85%, tungku dengan lubang 18 sebesar 9,82%, dan tungku dengan lubang 27 sebesar 9,42%. Emisi gas CO yang dihasilkan pada tungku lubang 9 sebesar 3 ppm, tungku dengan lubang 18 sebesar 2 ppm, dan tungku dengan lubang 27 menghasilkan gas emisi sebesar 1,5 ppm.
2. Tungku kompor biomassa dengan hasil yang terbaik terdapat pada tungku dengan lubang 27. Tungku kompor biomassa dengan lubang 27 memiliki kalor tertinggi dibandingkan dengan tungku lainnya, dan memiliki emisi gas buang CO terendah, namun memiliki efisiensi termal terendah dikarenakan bahan bakar yang digunakan ketika pemasakan lebih banyak.
3. Emisi yang dihasilkan ketika pembakaran dapat diminimalisir dengan meningkatkan asupan oksigen pada tungku pembakaran, dapat dilihat dari data hasil pengujian diatas semakin banyak lubang pada tungku pembakaran, semakin tinggi kalor yang dihasilkan, maka emisi gas buang yang dihasilkan ketika pembakaran semakin berkurang.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan modifikasi pada komponen kompor biomassa agar ketika mematikan api pada kompor tidak mengeluarkan asap, dan perlu dilakukan modifikasi untuk meningkatkan tingkat ke efisienan bahan bakar pada kompor.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Kinerja Tungku Biomassa*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional Indonesia. <http://cleancookstoves.org/binary-data/DOCUMENT/.../14-1.pdf> [Diakses pada 5 Juni 2018].
- Balia, L., Penelitian dan Pengembangan Briket Batubara di Indonesia, Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral RI, 1996
- Inayati F. 2012. Perancangan dan Optimasi Kinerja Kompor Gas-Biomassa Rendah Emisi Karbon Monoksida Berbahan Bakar Biopellet Dari Kayu Karet. *Skripsi*. Jakarta : Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Nurhilal, O. 2016. Pengaruh Suplai Udara Terhadap Efisiensi Kompor Biobriket. <http://www.hfidiyateng.or.id/sites/default/files/1/FULLPengaruh%20Suplai%20Udara%20Terhadap%20Efisiensi%20Kompor%20Biobriket.pdf>. [Diakses pada 20 Februari 2017].
- Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara, [www.tekmira.esdm.go.id](http://www.tekmira.esdm.go.id)
- Saptoadi H. 2006. The Best Biobriquette Dimension and its Particle Size. TheJoin International Conference on “Sustainable Energy and Enviroment (SEE 2006)” 21-23 November 2006. Bangkok, Thailand.
- Turns, Stephen R., An Introduction to combustion, concepts and applications, McGraw-Hill, New York, 2nd edition, 2000
- Wibowo, A.S., dan Supramono (2009). Kajian Pengaruh `` Komposisi dan Perekat Pada Pembuatan Briket Sekam Padi Terhadap Kalor yang Dihasilkan (Skripsi). Semarang: Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro Semarang.
- Windarwati S. 2011. Seminar Nasional Teknologi Kimia Kayu. Bogor.
- Yanti, R. P., Said, M., dan Ihsan. 2014. Studi Penentuan Nilai Kalori Pada Buah Durian (*Durio Zibethinus*). *Jurnal Teknosains*. 8(2) :164

Zamirza F.2009.Pembuatan Biopellet dari Bungkil Jarak Pagar (*Jathropa curcas L.*) dengan Penambahan Sludge dan Perekat Tapioka. [skripsi] Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

