

Pemanfaatan Limbah Gergaji Kayu dan Sekam Sebagai Bahan Bakar Alternatif Bagi Industri Rumah Tangga

Muhammad Razi, Fakhriza

Jurusan Teknik Mesin, Polyteknik Negeri Lhookseumawe

Email: Razi_ahazy@yahoo.com

Limbah gergajian kayu dan sekam merupakan bahan baku yang sangat melimpah dan sampai saat ini masih kurang dimanfaatkan, pemanfaatan limbah ini dapat membantu meringankan beban industri rumah tangga, salah satu pemanfaatannya melalui kompor bioma.. Kompor biomass jenis ini terdiri atas tiga bagian utama, bagian luar merupakan dinding untuk menahan panas yang dihasilkan oleh kompor jenis ini tidak terjadinya kehilangan energi, sedangkan bagian silinder kedua berfungsi sebagai tempat pengisian bahan bakar yang bersifat dinamis dimana silinder tersebut bisa dikeluarkan dengan mudah untuk pengisian bahan bakar sekaligus untuk pemadatan bahan bakar, sedangkan silinder ketiga yang merupakan inti merupakan tempat untuk menyemburkan api ke panci atau kuah masak.. Selain bagian-bagian tersebut, kompor ini juga dilengkapi dengan lubang pemantik api dan lubang sirkulasi udara yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas panas yang dihasilkan, dibagian permukaannya terdapat sirip untuk mengurangi laju pembakaran bila diperlukan, kompor ini mampu menghasilkan panas sampai 280 ° C pada permukaan kuah/ wajan . Adapun bahan bakar yang digunakan berupa serbuk kayu, sekam atau paduan keduanya, dengan bahan bakar yang dibutuhkan sebesar 2 kg sekali pengisian.

Kata-kata Kunci : Biomassa, Tekanan, Temperatur, Kalor, Perpindahan panas, Mess.

PENDAHULUAN

Kebutuhan kayu yang terus meningkat dan potensi hutan yang terus berkurang menuntut penggunaan kayu secara efisien dan bijaksana, antara lain dengan memanfaatkan limbah berupa serbuk kayu menjadi produk yang bermanfaat. Serbuk kayu yang dihasilkan dari limbah penggergajian kayu dapat dimanfaatkan menjadi briket arang, arang aktif, komposit kayu plastik (Setyawati,2003), pot organik sebagai pengganti polybag (Cahyono, 2000), sebagai media tanam jamur, dan bentuk-bentuk lainnya. Industri penggergajian kayu menghasilkan limbah yang berupa serbuk gergaji 10,6%, sebetan 25,9% dan potongan jumlah bahan baku yang digunakan (Setyawati, 2003). 14,3% dengan total limbah sebesar 50,8% dari Produksi total kayu gergajian Indonesia mencapai 2,6 juta m³ pertahun. Dengan asumsi bahwa jumlah limbah yang terbentuk 54,24% dari produksi total, maka dihasilkan limbah penggergajian kayu sebanyak 1,4 juta m³ per tahun. Angka tersebut cukup besar karena mencapai sekitar separuh

dari produksi kayu gergajian (Forestry Statistics of Indonesia 1997/1998 dalam Pari, 2002). Peningkatan harga bahan baku pendukung industri pembuatan kripik dan industri pembuatan garam dapur skala rumah tangga di daerah Bireun dan kemukiman Lapang Aceh Utara; seperti harga kayu bakar, minyak goreng dan plastik pengemas membuat produsen harus menaikkan harga produknya kepada konsumen, hal ini tentu berdampak negatif baik terhadap produsen maupun konsumen dimana pada tahun-tahun belakangan ini jumlah permintaan kedua produk ini mengalami penurunan. Untuk itu produsen harus mencari jalan keluar dalam upaya menekan biaya produksi. Kelompok pengrajin keripik pisang desa Cot Gapu membutuhkan kurang lebih 120 ikat kayu sebagai bahan bakar untuk mengubah 120 tandan pisang menjadi kripik pisang setiap bulan dengan harga per ikat Rp. 10.000 hingga Rp.15000 . sedangkan untuk kelompok pengrajin garam dapur tradisional di desa Kuala Cangko dan Keude Lapang membutuhkan satu – dua boat kayu bakar untuk memasak 100 liter air laut menjadi garam dapur, dengan harga kayu bakar perboat antara Rp.200.000 sampai Rp. 250.000,00. Bahan bakar kayu merupakan

bahan bakar yang paling diminati oleh industri garam skala rumah tangga. Hal ini disebabkan kayu mudah didapat dan belum pernah

ketersediaannya menjadi kendala seperti minyak tanah yang terkadang langka di pasar dan harganya yang semakin meroket. Namun seiring perkembangan waktu harga kayu semakin meningkat sejalan dengan *Moratorium Of Illegal Logging* oleh pemerintah dan semakin menyempitnya areal hutan sebagai sumber kayu bakar. Peningkatan harga kayu menyebabkan peningkatan biaya produksi. Kondisi demikian menyebabkan perlunya bahan bakar lain pendukung kayu bakar untuk menekan biaya produksi.

Lokasi produksi kripik Pisang di desa Cot Gapu dan sekitarnya yang berdekatan dengan usaha penggergajian kayu. Usaha tersebut menghasilkan kurang lebih puluhan karung limbah serbuk kayu setiap hari.

TEORI DASAR

Potensi Limbah Biomassa

Di Indonesia ada tiga macam industri kayu yang secara dominan mengkonsumsi kayu dalam jumlah relatif besar, yaitu: penggergajian, vinir/kayu lapis, dan pulp/kertas. Sebegitu jauh limbah biomassa dari industri tersebut telah dimanfaatkan kembali dalam proses pengolahannya. sebagai bahan bakar guna melengkapi kebutuhan energi industri vinir/kayu lapis dan pulp/kertas. Yang menimbulkan masalah adalah limbah penggergajian yang kenyataannya dilapangan masih ada yang di tumpuk sebagian dibuang ke aliran sungai (pencemaran air), atau dibakar secara langsung (ikut menambah emisi karbon di atmosfer). Produksi total kayu gergajian Indonesia mencapai 2.6 juta m³ per tahun (Forestry Statistics of Indonesia 1997/1998). Dengan asumsi bahwa jumlah limbah yang terbentuk 54.24 persen dari produksi total, maka dihasilkan limbah penggergajian sebanyak 1.4 juta m³ per tahun; angka ini

cukup besar karena mencapai sekitar separuh dari produksi kayu gergajian.

Tabel 1. Produksi kayu gergajian dan perkiraan jumlah limbah

Tahun	Produksi kayu Gergajian (m ³)	Produksi Limbah, 50 % (m ³)	Serbuk Gergajian 15 % (m ³)	Sebetan 25 % (m ³)	Potongan Ujung 10 % (m ³)
1994/1995	1.729.839	864.919,5	129.737,9	216.229,9	86.492,0
1995/1996	2.014.193	1.007.096	151.064,5	251.774,1	100.709,7
1996/1997	3.565.475	1.782.737	267.410,6	445.684,4	178.273,8
1997/1998	2.613.452	1.306.726	196.008,9	326.681,5	130.672,6
1998/1999	2.707.221	1.353.610	203.041,6	338.402,6	135.361,1

Sumber: Departemen Kehutanan (1998/1999)

Alternatif Pemanfaatan

Limbah industri pengolahan kayu terdiri dari limbah yang dihasilkan industri kayu lapis, penggergajian dan pengerjaan kayu yang berupa potongan ujung, sebetan, sisa kupasan, tatal dan serbuk gergajian.

A. Arang Serbuk dan Arang bongkah

Khusus untuk pembuatan arang dari serbuk gergajian kayu, teknologi yang digunakan berbeda dengan cara pembuatan arang sistem timbun dan kiln bata. Teknologi yang digunakan dalam proses pembuatan arang dari serbuk gergaji kayu ini adalah dengan menggunakan drum yang dimodifikasi dan dilengkapi dengan lubang udara di sekeliling badan drum dan cerobong asap dibagian tengah badan drum. Rendemen arang serbuk gergaji yang dihasilkan dengan cara ini sebesar 15 – 20 %. kadar karbon terikat sebesar 50 - 72 kal/g dan nilai kalor arang antara 5800 – 6300 kal/g. Mengingat cara ini kurang efektif bila ditinjau dari lamanya proses pembuatan arang serbuk yang memerlukan waktu lebih dari 10 jam dengan hasil yang tidak terlalu banyak, maka dibuat teknologi baru untuk mengatasi kekurangan cara drum tersebut. Teknologi ini dirancang dengan konstruksi yang terbuat dari plat besi siku yang dapat dibongkar pasang (sistem baut) dan ditutup dengan lembaran seng yang juga menggunakan sistem baut. Dalam satu hari (9 jam) dapat mengarangkan serbuk sebanyak 150 – 200 kg yang menghasilkan rendemen arang antara 20 – 24 %. Kadar air 3,49 %, kadar abu 5,19 %, kadar zat terbang 28,93 % dan kadar karbon sebesar 65,88 %. Arang serbuk gergaji yang

dihasilkan dapat dibuat atau diolah lebih lanjut menjadi briket arang, arang aktif, dan sebagai media semai tanaman. Biaya untuk membuat kiln semi kontinyu ini adalah sebesar Rp. 2000.000,- Untuk limbah sebetan dan potongan ujung dapat dibuat arang dengan menggunakan tungku kubah yang terbuat dari batu bata yang dipelester dengan tanah liat dan dilengkapi dengan alat penampung atau mendinginkan asap yang keluar dari cerobong sehingga didapatkan cairan ter dan destilat yang dapat diaplikasikan lebih lanjut. Di Thailand cairan wood vinegar ini merupakan produk utama dalam hal pembuatan arang yang sebelumnya merupakan produk samping karena harga jualnya tinggi yaitu sebesar 50 Bath/L sedangkan untuk arangnya hanya berharga 4 Bath/kg. Dari kapasitas tungku sebesar 4,5 ton dihasilkan cairan destilat sebanyak 150 liter dan arang sebanyak 800 kg . Hasil penelitian yang dilakukan oleh Nurhayati (2005) menunjukkan bahwa tungku dengan kapasitas 445 kg menghasilkan arang sebanyak 60,6 kg dan cairan destilat 75,5 kg. Adapun biaya pembuatan tungku bata yang dipelester dengan tanah liat yang dilengkapi dengan alat proses pendinginan sebesar Rp. 4000.000 (Nurhayati, 2005).

B. Arang aktif

Arang aktif adalah arang yang diolah lebih lanjut pada suhu tinggi sehingga pori-porinya terbuka dan dapat digunakan sebagai bahan adsorben. Proses yang digunakan sebagian besar menggunakan cara kimia di mana bahan baku direndam dalam larutan, CaCl_2 , MgCl_2 , ZnCl_2 selanjutnya dipanaskan dengan jalan dibakar pada suhu 5000C. Hasilnya menunjukkan bahwa kualitas arang aktif dalam hal ini besarnya daya serap terhadap yodium memenuhi standar SII karena daya serapnya lebih dari 20 %. Sesuai dengan perkembangan teknologi dan persyaratan standar yang makin ketat serta isu lingkungan, teknologi ini sudah tidak memungkinkan untuk dikembangkan lebih lanjut terutama untuk pemakaian bahan pengaktif ZnCl_2 yang dapat mengeluarkan gas klor pada saat aktivasi.

Mensikapi kasus tersebut di atas, telah dilakukan perbaikan teknologi pembuatan arang aktif dengan cara oksidasi gas pada suhu tinggi dan kombinasi antara cara kimia dengan menggunakan H_3PO_4 sebagai bahan pengaktif dan oksidasi gas. Hasil penelitian Pari (1996) menyimpulkan bahwa arang aktif dari serbuk gergajian sengon yang dibuat secara kimia dapat digunakan untuk menarik logam Zn, Fe, Mn, Cl, PO_4 dan SO_4 yang terdapat dalam air sumur yang terkontaminasi dan juga dapat digunakan untuk menjernihkan air limbah industri pulp kertas (Pari, 1996). Arang aktif yang diaktivasi dengan bahan pengaktif NH_4HCO_3 menghasilkan arang aktif yang memenuhi Standar Jepang dengan daya serap yodium lebih dari 1050 mg/g dan rendemen arang aktifnya sebesar 38,5 % (Pari, 1996).

C. Energi.

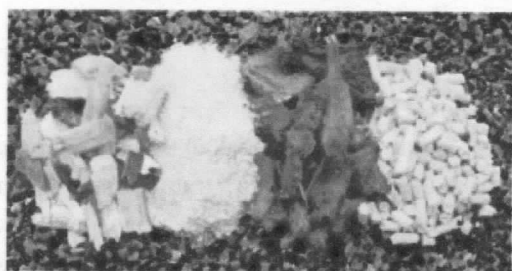
Jenis limbah yang digunakan sebagai sumber energi dapat berupa potongan ujung, sisa pemotongan kupasan, serutan dan seruk gergajian kayu yang kesemuanya digunakan untuk memanaskan ketel uap. Pada industri kayu lapis keperluan pemakaian bahan bakar untuk ketel uap sebesar 19,7 % atau 40 % dari total limbah yang dihasilkan.

Untuk industri pengeringan papan skala industri kecil proses pengeringannya dilakukan secara langsung dengan membakar limbah sebetan atau potongan ujung, panas yang dihasilkan dengan bantuan blower dialirkan ke dalam suatu ruangan yang berisi papan yang akan dikeringkan. Hasil penelitian Nurhayati (1991) menyimpulkan bahwa untuk mengeringkan papan sengon sebanyak 10260 kg berat basah pada kadar air 161,04 % menjadi 5220 kg papan pada kadar air 6,58 % selama 6 hari menghabiskan limbah sebanyak 3433 kg. Teknologi lainnya adalah proses konversi kayu menjadi bahan bakar melalui proses gasifikasi. Hasil penelitian Nurhayati dan Hartoyo (2005) menyimpulkan bahwa limbah kayu kamper dapat dikonversi menjadi bahan bakar dengan sistem gasifikasi fluidized bed yang menghasilkan nilai kalor gas sebesar 7,106 MJ/m³ dengan komposisi gas $\text{H}_2 = 5,6\%$; $\text{CO} = 11,77\%$; $\text{CH}_4 = 3,99\%$; $\text{C}_2\text{H}_4 = 4,34\%$; $\text{C}_2\text{H}_6 = 0,21\%$; $\text{N}_2 = 57,69\%$ $\text{O}_2 = 0,40\%$ dan $\text{CO}_2 = 15,71\%$.

D. Proses Pengeringan

Bahan baku biomassa dibedakan menjadi dua jenis utama, yaitu pohon berkayu (*woody*) dan rumput-rumputan (*herbaceous*). Saat ini material berkayu diperkirakan merupakan 50% dari total potensial bioenergi dunia. 20% yang lain adalah jerami yang diperoleh dari hasil samping pertanian. Spesifikasi utama dari tanaman yang dapat dijadikan bahan baku untuk memproduksi bahan bakar BTL disajikan pada tabel berikut yang dilengkapi dengan karakteristik bahan baku batu bara dan gas alam pada GTL sebagai berikut:

Bahan Baku Berkayu



dikenal. Pembakaran kayu untuk penerangan dan penghangat telah dikenal oleh manusia sejak ribuan tahun yang lalu. Bagaimanapun penggunaan batangan kayu untuk tujuan energi saat ini bersaing dengan penggunaan non-energi yang mempunyai nilai lebih seperti untuk produksi pulp, industri furnitur, dan lain-lain. Sehingga menyebabkan tingginya harga bahan baku BTL serta semakin meningkatkan konsumsi terhadap pohon. Oleh sebab itu, bahan baku berkayu yang dimaksud di sini adalah bahan berkayu hasil sisa pengolahan kertas, furnitur, dan lain lain.

Proses gasifikasi material berkayu biasanya tidak mungkin dilakukan secara langsung, karena berbagai alasan seperti ukuran partikel yang terlalu besar atau terlalu berlainan, kandungan air dan pengotor. Oleh karenanya biomassa berkayu memerlukan perlakuan pendahuluan dan transformasi menjadi bahan baku yang tepat untuk proses gasifikasi dan proses yang lebih lanjut. Bahan baku tersebut

bisa berupa serpihan kayu, serbuk kayu atau dalam bentuk pellet.

Ketika mencacah kayu yang masih baru, kandungan air dari serpihan kayu bisa sangat tinggi (45-55% berat). Tingginya kandungan air dapat menghambat proses gasifikasi, sehingga kandungan airnya harus diturunkan menjadi 5-25%. Terdapat tiga cara untuk menurunkan kandungan air dalam biomassa berkayu :

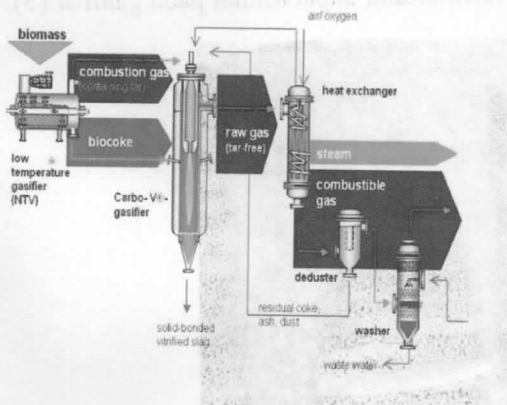
1. Pengeringan secara alami material berkayu : pohon dibiarkan di atas tanah, kandungan air dapat turun secara alami dari 50-55% menjadi 35-45%.
2. Pengeringan alami serpihan kayu : serpihan kayu dapat disimpan di luar ruangan atau di dalam ruangan dekat reaktor gasifikasi untuk pengeringan lebih jauh. Penyimpanan di luar ruangan dapat menurunkan kadar air dari 50% hingga sekitar 30%. Namun penyimpanan di luar dapat menyebabkan berkurangnya berat kayu karena dekomposisi biologi dan atau infeksi serangga (terutama pada spesies kayu lunak) terutama pada keadaan lembab.
3. Pengeringan buatan biomassa berkayu : secara umum pengeringan dengan cara ini harus dihindari, karena memerlukan energi dan biaya tambahan yang tinggi.

Untuk mendapatkan ukuran partikel biomassa yang halus merupakan tantangan utama dari segi efisiensi energi dan biaya. Penggilingan kayu memerlukan lebih banyak energi dari pada penggilingan material lain, misalnya sekitar lima kali lebih besar dari pada penggilingan batu bara. Lebih susah lagi pencacahan biomassa rumput-rumputan menjadi partikel berukuran begitu kecil, meskipun masih mungkin dilakukan. Efisiensi energi gasifikasi lebih lanjut di reduksi dengan penghilangan gas inert (biasanya CO₂) dalam jumlah besar dari gas produser. Jumlah gas inert dipengaruhi oleh densitas umpan – makin kecil densitas, makin banyak jumlah gas inert. Dengan begitu, alternative bentuk umpan biomassa (melalui *pre-treatment*) perlu dipikirkan untuk entrained flow gasifier. Pilihan *pre-treatment* biomassa yang mungkin adalah *torrefaction*, *pyrolysis* dan *pra-gasifikasi*.

Torrefaction merupakan perlakuan termal biomassa (terutama kayu) tanpa adanya oksigen selama 15-60 menit pada temperature 200-3000C dan tekanan atmosferik. Hasilnya, biomassa akan berubah menjadi produk yang mirip kokas. Tranformasi torrefaction adalah proses dengan efisiensi tinggi (konversi 85-95%). Energi yang dipakai pada torrefaction terbayar sepenuhnya dengan 8-10 kali lebih rendah konsumsi energi penggilingan kayu yang telah di torrefaction dibandingkan penggilingan kayu yang masih baru.

Pada *pyrolysis*, biomassa padat (terutama rumput-rumputan) diubah menjadi keadaan cairan material setengah jadi (*pyrolysis slurry*) yang kemudian diumpankan ke gasifier. Tidak seperti gasifikasi, *pyrolysis* merupakan degradasi termal tanpa adanya suplai pengoksidasi dari luar, Hasilnya, perolehan *pyrolysis* sebagian besar cairan (sampai 80% basis massa) dan beberapa tar dan char. *Pyrolysis* sangat cocok untuk biomassa rumput-rumputan karena pre-treatment alternatif (pencacahan) jauh lebih susah dan mahal dibandingkan kayu.

Gambar berikut adalah konfigurasi sistem secara menyeluruh untuk memproduksi syngas dari biomassa dengan persiapan *pyrolysis* untuk pemrosesan lebih lanjut menjadi bahan bakar BTL.



Gambar 2. Carbo-V® Process of Choren Industries GmbH untuk memproduksi syngas dari biomassa

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

- a. Pelat Aluminium
- b. Pelat galvanis
- c. Elektoda
- d. Pipa galvanis 3 inc
- e. Serbu kayu /sekam
- f. Mesin pemotong pelat
- g. Mesin Las
- h. Mesin pengerolan pelat
- i. Cat
- j. Bor listrik

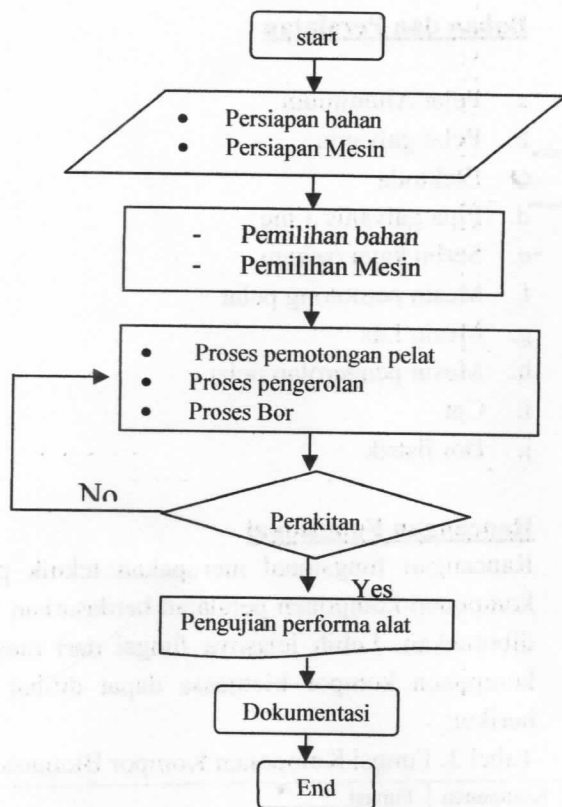
Rancangan Fungsional

Rancangan fungsional merupakan teknik perancangan komponen-komponen peralatan berdasarkan fungsi yang dibutuhkan. Lebih jelasnya fungsi dari masing-masing komponen kompor biomassa dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Fungsi Komponen Kompor Biomass

Komponen	Fungsi
Silinder Luar	Merupakan lapisan yang berfungsi untuk mengurangi terjadinya I kehilangan panas akibat adanya pengaruh temperatur udara luar
Silinder dalam	Berfungsi untuk menampung bahan bakar berupa serbuk kayu atau sekam
Silinder inti	Berfungsi untuk mengeluarkan api/ kalor yang dihasilkan oleh silinder kedua permukaan panci atau kuali memasak.
Lubang pemantik	Berfungsi sebagai runag pembakaran awal

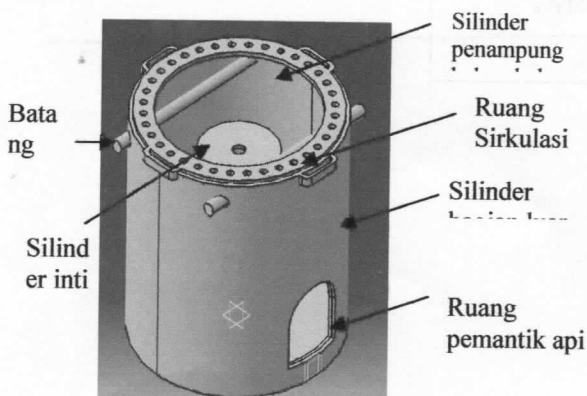
Flowchart



Gambar 3. Tahapan pembuatan kompor biomass

Rancangan Struktural

Rancangan struktural merupakan gabungan komponen-komponen kompor yang terkait dengan perakitan sehingga menjadi suatu alat. Rancangan struktural dari desain silinder luar, silinder penampung bahan bakar, silinder penyuplai api, dan komponen-komponen pendukung lainnya, sebagaimana terlihat pada gambar (4)



Gambar 4. Desain Kompor Biomass

PEMBAHASAN

Kompor biomass jenis ini terdiri tiga buah silinder, silinder pertama merupakan silinder bagian luar yang berfungsi sebagai dudukan wajan/panci, selain berfungsi sebagai tempat dudukan silinder ini juga berfungsi untuk menahan laju perpindahan panas ke lingkungan luar dan juga untuk mengurangi pengaruh panas lingkungan luar ikut mempengaruhi terhadap tingkat panas yang dihasilkan kompor.

Silinder kedua dengan diameter antara 25 sampai 30 cm, merupakan silinder dibagian tengah dari kompor biomass yang berfungsi untuk menampung bahan bakar (serbuk kayu atau sekam), silinder ini terbuat dari pelat st 37 dengan ketebalan 0,5 mm dengan melakukan pengerolan dan pengelasan pada bagian ujung pelat.

Silinder ketiga dengan diameter 10-15 cm merupakan inti dari kompor biomass, bagian ini merupakan berfungsi untuk menstabilkan nyala api dan meneruskan api yang berasal dari silinder kedua kepermukaan wajan/kuali. Silinder inti mempunyai lubang dibagian tengah dan di sekelilingnya mempunyai lubang sirkulasi udara yang berfungsi untuk memaksimalkan dan menyempurnakan laju pembakaran. Silinder ini terbuat dari pelat galvanis dengan ketebalan 0,3 atau 0,5 mm yang dilakukan dengan proses pengerolan dan pengelasan dan proses gerinda.

Kompor hasil desain dapat dilihat pada gambar (5).



Gambar 5. Hasil desain kompor biomass

Uji Performance Alat

Pengujian alat dilakukan dengan menggunakan tiga jenis bahan bakar yang berbeda berupa serbuk kayu, sekam dan serbuk batok kelapa. Selain menggunakan jenis bakar yang berbeda pada pengujian alat, mesh bahan bakar yang digunakan juga difariasikan dengan mesh yang berbeda antara mesh 80 sampai mesh 100 dengan pemberian tekanan yang berbeda untuk tujuan pemadatan bahan bakar.

Selain menggunakan tiga jenis bahan bakar yang berbeda, pengujian juga dilakukan dengan mencampurkan dua jenis bahan bakar yang berbeda dengan komposisi 70 % serbuk kayu dan 30 % sekam dengan pemberian tekanan dari 10 Kpa sampai 15 KPa. Bahan yang digunakan sebanyak 2 kg, selanjutnya nilai temperatur yang dihasilkan oleh kompor ini diukur dengan menggunakan thermokopel dengan memvariasikan bahan bakar dan tekanannya, nilai panas yang dihasilkan oleh kompor serbuk kayu kemudian dibandingkan dengan nilai panas yang dikeluarkan oleh kompor berbahan bakar minyak tanah dengan metode pemanasan 2 liter air dengan membatasi waktu pemanasan selama 30 menit. Nilai perubahan temperatur baik yang dihasilkan oleh kompor berbahan bakar serbuk kayu maupun kompor berbahan bakar minyak tanah selanjutnya di konversikan ke nilai kalor yang dihasilkan oleh masing-masing kompor dengan menggunakan persamaan :

$$Q_{dibutuhkan} = m_{serbuk} \times \Delta i$$

$$Q = m c \Delta t$$

Dimana :

Q_f = Panas yang dibutuhkan untuk keperluan memasak (kcal/jam)

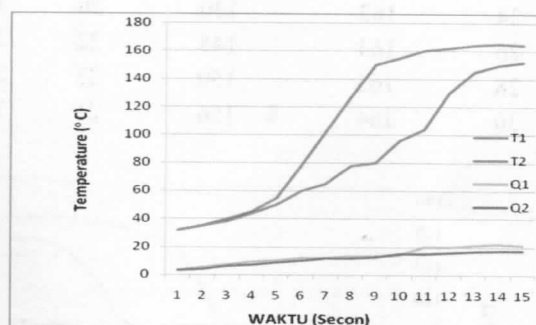
M_{Serbuk} = Kapasitas panas yang dibutuhkan (kg/jam)

Δi = selisih entalpi (Kcal/kg)

Data hasil pengujian performance peralatan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. Data hasil pengujian dengan menggunakan bahan bakar serbuk gergajian kayu mess 80 pada tekanan 15 Kpa dengan waktu pengujian 30 menit

Waktu (t)	T1 (Serbuk Kayu)	T 2 (Minyak tanah)	Kalor 1	Kalor 2
2	32	32	3	3
4	35	35	5	4
6	40	38	7	6
8	45	44	9	7
10	55	50	10	9
12	78	60	12	10
14	102	115	12	12
16	127	128	13	12
18	146	126	13	13
20	145	127	14	15
22	150	128	20	18
24	152	130	20	19
26	154	145	21	20
28	154	150	22	21
30	154	156	21	22



Gambar 6. Grafik perbandingan temperatur dan kalori antara minyak tanah dengan serbuk gergajian kayu

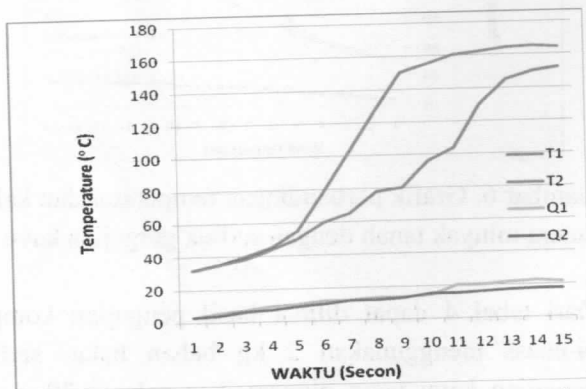
Dari tabel 4 dapat dilihat hasil pengujian kompor biomass menggunakan 2 kg bahan bakar serbuk gergajian kayu yang dioperasikan selama 30 menit menghasilkan temperatur 154 °C, kemudian hasil tersebut dibandingkan dengan kompor minyak tanah jenis Tinkwan yang dioperasikan selama 30 menit, dimana temperatur yang dihasilkan sekitar 156°C dengan nilai kalor yang hampir mendekati antara kompor minyak tanah dengan kompor biomass.

Sedangkan gambar (6). Menunjukkan grafik perbandingan antara temperatur dan kalor yang dihasilkan kompor biomass dan kompor minyak tanah jenis Tinkwan, grafik menunjukkan nilai kalor dan temperatur yang dihasilkan kompor minyak tanah

mendekati nilai kalor yang dihasilkan oleh kompor biomass berbahan bakar serbuk gergajian kayu.

Tabel 5. Data hasil pengujian dengan menggunakan bahan bakar sekam pada tekanan 25 Kpa dengan waktu pengujian 30 menit

Waktu (t)	T1 (Serbuk Kayu)	T2 (Minyak tanah)	Kalor	
			1	2
2	32	32	3	3
4	35	35	5	4
6	40	38	7	6
8	45	44	9	7
10	55	50	10	9
12	78	60	12	10
14	102	115	12	12
16	127	128	13	12
18	150	126	15	13
20	155	127	16	15
22	160	128	20	18
24	162	130	20	19
26	164	145	22	20
28	165	150	23	21
30	164	156	25	22



Gambar 7. Grafik perbandingan temperatur dan kalori antara minyak tanah dengan sekam.

Pada tabel (5) dapat dilihat hasil pengujian kompor biomass dengan bahan bakar 2 kg sekam dengan kepadatan 20 Kpa yang dioperasikan selama 30 menit menghasilkan temperatur 164 °C dan kalor sebesar 25 Kkall. Hasil pengujian ini dibandingkan dengan nilai panas dan kalor yang dihasilkan oleh kompor TinkWan, dimana setelah dioperasikan selama 30 menit kompor ini menghasilkan temperatur

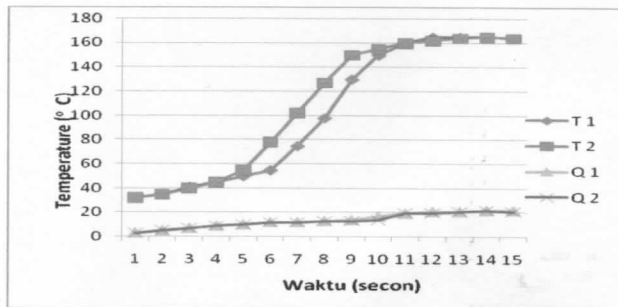
sekitar 156 °C dan kalor sebesar 22 Kkal. Dimana dari dua perbandingan kompor ini dapat dilihat nilai panas dan kalor yang dihasilkan oleh kompor biomass berbahan bakar sekam menghasilkan panas yang lebih tinggi.

Tabel 6. Data hasil pengujian menggunakan paduan bahan bakar sekam dan serbuk kayu dengan komposisi 60 % : 40 % dengan kepadatan 20 KPa

Waktu (t)	T 1 (sekam dan serbuk kayu)	T 2 (Minyak tanah)	Q 1	Q 2
2	32	32	3	3
4	35	35	5	5
6	41	40	7	7
8	45	45	9	9
10	50	55	10	10
12	55	78	12	12
14	75	102	12	12
16	98	127	13	13
18	130	150	14	13
20	150	155	17	14
22	160	160	19,5	20
24	163	162	21	20
26	163	164	21	21
28	163	165	22	22
30	164	166	22	22

Tabel (6). Menunjukkan hasil uji performance kompor biomass menggunakan perpaduan bahan bakar serbuk kayu dan sekam dengan perbandingan 60 % : 40% dengan pemadatan yang dilakukan sebesar 22 KPa, pada saat uji performance dilakukan selama 30 menit di peroleh temperature dari kompor biomass sebesar 164 °C, dengan nilai kalor yang dihasilkan sebesar 22 Kkall. Pengukuran temperature dilakukan dengan menggunakan thermocouple digital.

Hasil pengujian ini kemudian dibandingkan dengan nilai temperature dan kalor yang dihasilkan oleh kompor minyak Tanah merek Hock di peroleh nilai temperature dan nilai kalor yang hamper mendekati. Dari hasil pengujian kedua kompor yang berbeda dapat kita lihat penggunaan kompor biomass sangat efektif untuk menekan biaya produksi mengingat makin tingginya harga minyak tanah saat ini.



Gambar 8. Grafik perbandingan temperature dan kalor yang dihasilkan oleh kompor biomass berbahan bakar campuran serbuk kayu dan sekam.

Gambar (8) menunjukkan perbandingan nilai temperature dan nilai kalor yang dihasilkan oleh kompor biomass berbahan bakar campuran serbuk gergaji kayu dengan sekam, dimana grafik berwarna merah menunjukkan nilai temperature serbuk kayu dan sekam, sedangkan grafik berwarna biru menunjukkan nilai temperature yang dihasilkan oleh kompor berbahan bakar minyak tanah. Dari kedua grafik tersebut dapat dilihat nilai kalor dan temperature yang dihasilkan oleh kedua jenis kompor menunjukkan angka yang mendekati.

KESIMPULAN

Setelah peneliti melakukan perhitungan, analisa, dan pengujian kelayakan pada kompor berbahan bakar biomassa, maka didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Nilai temperatur ($162^{\circ}\text{C} - 180^{\circ}\text{C}$) dan jumlah kalor (27 Kcall) didapatkan pada perpaduan 70 % serbuk kayu dengan mesh 0,1 mm dan 30 % sekam dengan mesh 0,5 mm dengan pemberian tekanan 25 Kpa.
2. Nilai kalori yang dihasilkan oleh paduan bahan bakar serbuk kayu dengan sekam mempunyai nilai yang lebih baik bila dibandingkan dengan nilai kalori yang dihasilkan oleh kompor berbahan bakar minyak tanah.
3. Waktu yang dibutuhkan untuk memasak 1 liter air lebih singkat menggunakan

kompor biomassa bila menggunakan perpaduan bahan bakar serbuk kayu dengan sekam dibandingkan menggunakan kompor minyak tanah, ini dapat dibuktikan untuk memasak 1 liter air hanya dibutuhkan waktu 23 menit sedangkan bila menggunakan kompor minyak tanah membutuhkan waktu selama 32 menit.

4. Panas yang dihasilkan oleh bahan bakar serbuk kayu dengan mesh yang lebih kecil lebih tahan lama dibandingkan menggunakan bahan bakar sekam dengan mesh yang lebih besar.
5. Semakin kecil mesh bahan bakar maka nilai kalor yang dihasilkan akan semakin baik dan lebih tahan lama.
6. Kepadatan (tekanan) bahan bakar yang diperlakukan pada kompor biomassa sangat mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan dan juga lebih lama bisa digunakan untuk memasak.
7. Panas yang dihasilkan oleh kompor biomassa cukup merata sebanding dengan kompor minyak tanah, hal ini karena pengaruh bentuk silinder kompor biomassa.
8. Akan sangat membantu industri-industri skala rumah tangga dalam menekan biaya produksi, mengingat bahan bakar serbuk kayu dan sekam mudah didapatkan dan merupakan energi terbarukan.
9. Dapat mengurangi ketergantungan masyarakat pada penggunaan bahan bakar minyak tanah atau gas yang semakin mahal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim; *Wood Gas as Engine Fuel*; Food And Agriculture Organization Of The United Nations; Rome. 1986.
2. Anonim; *Small Modular Biopower Project; Phase 1 Project Report*; Community Power Corporation; Aurora, Colorado. 1999.
3. ASM Hand Book, *Material Selection and Design*. Vol 20, ASM International, USA. 1985.
4. Cahyono, E. D. 2000. *Pemanfaatan Limbah Gergaji Kayu untuk Pot Organik Sebagai Pengganti Polibog*. 2000.
<http://www.digilib.brawijaya.ac.id/oai>
(download tgl 20 Agustus 2009)

5. Fitrotin, U, Sri Hastuti dan Arif, S *Teknologi Pengolahan Singkong Terpadu Skala Rumah Tangga di Pedesaan*. Prosiding Seminar Nasional Ketahanan Pangan di Mataram Nusa Tenggara Barat. 2006.
6. Setyawati, Hastuti, *Peranan Industri Pengolahan Kripik Singkong Dalam Menggerakkan Perekonomian Pedesaan. Kasus Di Desa Padamara, Kabupaten Lombok Timur*. Prosiding Seminar Nasional Ketahanan Pangan di Mataram Nusa Tenggara Barat. 2003.
7. Nurhayati, hartoyo , Heriansyah, I; *Potensi Pengembangan Energi dari Biomassa Hutan di Indonesia*; INOVASI Vol.5/XVII/November 2005; <http://io.ppijepang.org/article.php?edition=5>
8. Pari, G. *Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu*. http://tumoutou.net/702_04212/gustan_pari.htm. 2002.
9. Pari, G. *Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu*. http://tumoutou.net/702_04212/gustan_pari.htm. 1996.
10. Ulyatu Fitrotin, Arif suharman, dan Sri Hastuti ; *Pemanfaatan Limbah Gergaji Kayu Sebagai Pendukung Bahan Bakar Industri Keripik Singkong Skala Rumah Tangga Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Barat*.