

Efektifitas Modifikasi Lubang Cetakan Terhadap Karakteristik Wood Pellet

Ariefin^{1*}, Sariyusda², Jannifar³, Indra Mawardi⁴, Franky⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

^{1*}ariefin@pnl.ac.id

Abstrak— Karakteristik *wood pellet* sangat menentukan kualitas dari *wood pellet*. Proses pebentukan menentukan karakteristik yang dihasilkan. Salah satu variabel proses tersebut adalah lubang laluan yang terdapat pada cetakan. Tujuan penelitian adalah meningkatkan nilai kerapatan dari *wood pellet* dengan cara memodifikasi lubang laluan dengan sudut kemiringan 45°. Metode penelitian ini dimulai dari memodifikasi lubang laluan cetakan dengan membuat bentuk tirus pada permukaan luban, persiapan bahan baku, pencampuran, pencetakan, pengeringan, dan tahapan analisa. Sedangkan variasi pemberian perekat tapioka dilakukan secara berbeda dimulai dari 10% perekat tapioka, 15% perekat tapioka dan 20% perekat tapioka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi bentuk cetakan dalam hal ini lubang laluan dari bentuk lurus menjadi bentuk tirus dan membesar pada ujung lubang sangat berpengaruh terhadap karakteristik *wood pellet* terutama pada nilai kerapatan yang dihasilkan. Karakteristik *wood pellet* yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah kadar air berkisar antara 10.49% - 7.13%, Nilai kalor berkisar antara 17077 J/g (4078 kal/g) – 17291 J/g (4129 kal/g) dan densitas yang berkisar antara 0.82 g/cm³ – 0.86 g/cm³.

Kata kunci— *wood pellet*, modifikasi, lubang laluan, cetakan, kerapatan.

Abstract— The characteristics of wood pellets determine the quality of wood pellets. The formation process determines the characteristics produced. One of the process variables is the pass hole found in the mold. The aim of the study was to increase the density value of wood pellets by modifying the slope angle of 45°. This research method starts from modifying the mold pass hole by making a tapered shape on the surface of the luban, preparation of raw materials, mixing, printing, drying, and analysis stages. While the variation of tapioca adhesive is done differently starting from 10% tapioca adhesive, 15% tapioca adhesive and 20% tapioca adhesive. The results showed that the modification of the mold shape in this case the pass hole from the straight shape to the tapered shape and enlarged at the end of the hole was very influential on the characteristics of wood pellets, especially on the resulting density value. The characteristics of wood pellets produced in this study were the water content ranged between 10.49% - 7.13%, heating value ranged from 17077 J / g (4078 cal / g) - 17291 J / g (4129 cal / g) and density ranging from 0.82 g / cm³ - 0.86 g / cm³.

Keywords— wood pellets, modification, pass, mold, density

I. PENDAHULUAN

Masyarakat kalangan menengah ke bawah, saat ini dihadapkan pada permasalahan kebutuhan energi khususnya kalangan masyarakat dan rumah tangga. Selama ini, energi yang digunakan oleh masyarakat berasal dari minyak bumi, gas, yang harganya semakin meningkat dan kadang kala susah ditemukan (persediaan terkadang langka dengan harga yang mahal). Untuk itu perlu dilakukan pemanfaatan serbuk gergajian menjadi *wood pellet* sebagai bahan bakar.

Wood pellet merupakan salah satu bentuk energi biomassa dan pertama kali diproduksi di Swedia tahun 1980 berbahan baku serbuk kayu yang merupakan limbah industri kayu [1]. Pada beberapa negara seperti Jerman, Kanada dan Austria sudah menggunakan *wood pellet* limbah kayu sebagai bahan bakar boiler pada industri dan pemanas ruang skala kecil dan menengah saat musim dingin.

Biomassa dalam bentuk *pellet* dapat digunakan secara langsung sebagai bahan bakar padat. Kelebihan *wood pellet* sebagai bahan bakar antara lain densitas tinggi, mudah dalam penyimpanan dan penanganan. Namun masalah yang sering dihadapi pada proses pembentukan *wood pellet* adalah karakteristik *wood pellet* khususnya nilai kerapatan.

Berdasarkan uraian di atas maka permasalahan yang diambil dalam penelitian ini adalah bagaimana cara memanfaatkan limbah kayu industri menjadi *wood pellet* dan meningkatkan nilai kerapatan dari *wood pellet* yang dihasilkan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah meningkatkan nilai kerapatan dari *wood pellet* dengan cara memodifikasi lubang laluan dengan sudut kemiringan 45°.

Biomassa merupakan sumber energi yang bersih dan dapat diperbarui yang di hasilkan melalui proses fotosintesis, baik berupa produk maupun limbah. Biomassa merupakan energi terbarukan dalam bentuk energi padat yang berasal dari tumbuhan maupun limbah industri dan dikenal sebagai hijau baik yang langsung digunakan atau diproses terlebih dahulu. Saat ini sumber energi alternatif dari biomassa sedang banyak diteliti oleh para ahli dan dikembangkan, karena sifatnya yang melimpah, mudah diperoleh, dapat diperbaharui secara cepat, dan kandungan energinya yang cukup tinggi.

Wood pellet adalah partikel kayu yang dipadatkan yang digunakan sebagai bahan bakar [2]. Pellet merupakan hasil pengempaan biomassa yang memiliki tekanan yang lebih besar dibandingkan briket [3]. *Wood pellet* sudah banyak digunakan di beberapa daerah di suatu Negara, di beberapa

tempat *wood pellet* semakin populer seiring dengan mahalnya sumber energi primer serta tuntutan terhadap mitigasi perubahan iklim. Variabel yang paling penting dalam produksi *wood pellet* adalah jenis biomassa (spesies, kadar air, bentuk biomassa terkirim), tanaman dan harga peralatan, biaya energi dan struktur tenaga kerja. Produksi *wood pellet* cukup menguntungkan bagi produsen maupun *retailer*/distributor, termasuk bagi produksi skala kecil dan menengah.

Proses pembuatan *pellet* terdiri dari 2 bagian, bagian pertama yaitu proses kering dimana bahan baku *pellet* dikeringkan terlebih dahulu sampai kadar air maksimal 10% selanjutnya dipress dengan tekanan tinggi dan dipanaskan sehingga *pelet* berbentuk silindris. Sedangkan untuk proses basah bisa menggunakan bahan baku dengan kadar air tinggi, ditambah tepung kanji dan air kemudian dipress dengan tekanan tinggi tanpa pemanasan. Kedua sistem proses pembuatan *pelet* ini dilakukan secara kontiniu.

Biasanya *pellet* berwarna cerah dari kayu lunak / *softwood* dan yang gelap dari kayu keras / *hardwood*, umumnya *pellet* dari kayu keras lebih disukai terutama untuk kompor dan perapian atau tungku boiler karena secara alami memiliki kadar air lebih rendah, lebih padat, terbakar lebih lama dan panasnya seperti batu bara.

Biopellet adalah salah satu bentuk bahan bakar padat berbasis limbah industri dengan ukuran yang lebih kecil dari pada briket. *Biopellet* mempunyai densitas dan keseragaman ukuran yang lebih baik dibandingkan *biobriquet*. *Pellet* kayu yang dihasilkan dari berbagai bahan biomassa, seperti limbah serbuk gergaji dari pabrik penggergajian kayu dan serbuk limbah *veneer* dari pabrik kayu lapis. Terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan sebagai bahan pertimbangan dalam penggunaan biomassa, yakni selain aspek ketersediaan biomassa dan rantai suplai biomassa ialah aspek nilai kalori dan kandungan dari biomassa tersebut (kadar air, kadar abu, zat terbang, unsur klorin). Dengan mengetahui kandungan yang dimiliki oleh suatu biomassa tertentu, maka dapat ditentukan jalur konversi termal (pembakaran langsung, pirolisis, gasifikasi, atau fermentasi) yang paling cocok untuk jenis biomassa tersebut [4].

Keunggulan dari *biopellet* ini adalah dapat meningkatkan nilai kalor yang dihasilkan dari proses pembakaran. Selain itu ukuran dan keseragaman *biopellet* juga dapat memudahkan proses pemindahan (transportasi) dari satu tempat ke tempat lainnya.

Potensi limbah kayu di Indonesia terdiri 3 macam industri yang secara dominan mengkonsumsi kayu alam dalam jumlah relatif besar, yaitu : industri kayu lapis, industri penggergajian dan industri kertas. Sebegitu jauh limbah biomassa dari industri tersebut sebagian telah dimanfaatkan kembali dalam proses pengelolaannya sebagai bahan bakar guna memenuhi kebutuhan energi industri kayu lapis dan kertas.

Limbah kayu dapat dibagi menjadi 2 golongan, yaitu:

1. Limbah kayu yang terjadi pada kegiatan eksploitasi hutan berupa pohon yang ditebang yang terdiri dari batang pohon sampai cabang, tunggak dan bagian atas cabang pertama pohon.

2. Limbah kayu yang berasal dari industri pengelolaan kayu antara lain berupa lembaran *veneer* rusak, *log end* atau kayu penghara yang tidak berkualitas, sisa kupasan, potongan *log*, potongan lembaran *veneer*, serbuk gergajian, serbuk pengamplasan, potongan dari kayu gergajian dan kulit.

Bahan perekat (*binder*) diperlukan dalam pembuatan *pellet* karena keberadaan bahan perekat menyebabkan bahan dapat direkatkan dan dipress sehingga dapat menjadi *pellet*. Penambahan perekat juga bertujuan untuk meningkatkan ikatan antar partikel, memberikan warna yang seragam dan juga memberikan bau yang harum.

Terdapat dua macam perekat yang biasa digunakan dalam pembuatan *wood pellet*, yaitu perekat yang berasap seperti (tar, molase, dan pitch), dan perekat yang tidak berasap (pati dan dekstrin tepung beras). Untuk *wood pellet* yang digunakan di rumah tangga sebaiknya memakai bahan perekat yang tidak berasap. Bahan perekat ditambahkan kedalam *biopellet* untuk meningkatkan keteguhan tekan, diantaranya bitumen, resin dan gum. Menambahkan bahwa penambahan perekat juga bertujuan untuk meningkatkan ikatan antar partikel, memberikan warna yang seragam dan juga memberikan bau yang harum.

Tapioka merupakan bahan yang sering digunakan sebagai perekat dalam pembuatan *wood pellet* karena mudah didapatkan dan harganya yang relatif murah, namun tapioka memiliki sifat dapat menyerap air dari udara, kadar perekat yang tinggi juga dapat menurunkan mutu *wood pellet* akibat timbulnya asap. Tepung tapioka merupakan hasil ekstraksi pati ubi kayu yang telah mengalami proses pencucian secara sempurna serta dilanjutkan dengan pengeringan. Tepung tapioka hampir seluruhnya terdiri dari pati. Ukuran granula pati tapioka berkisar antara 5-35 mikron. Menurut Zulfian [5], bahwa jenis perekat dan ukuran serbuk tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air, kadar abu, kadar zat terbang dan karbon terikat begitujuga dengan interaksi kedua faktor tersebut, tetapi berpengaruh sangat nyata terhadap nilai kalor serta interaksi kedua faktor.

Indra [6] telah meneliti persentase perekat terhadap karakteristik pellet kayu dari sisa kayu gergajian. Perekat yang digunakan adalah tapioka dengan persentase 10, 15 dan 20%. Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan; jenis perekat dan ukuran serbuk tidak berpegaruh nyata terhadap nilai kadar air begitu juga interaksi kedua faktor tersebut, namun berpegaruh sangat nyata terhadap nilai kalor serta interaksi keduanya. Karakteristik *wood pellet* yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah kadar air berkisar antara 9.85% - 8.91%. Nilai kalor berkisar antara 17058 J/g (4074 kal/g) – 17555 J/g (4192 kal/g). Maka semakin tinggi nilai kalor maka semakin bagus kualitas pelet.

Menurut Effendi Arsad [7], Perlakuan jenis serbuk kayu, ukuran partikel serbuk dan pengempaan menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap wood pellet. Kadar air wood pellet dari kayu kembang, kayu akasia dan kayu tarap dengan ukuran partikel 15 mesh, 25 mesh dan 35 mesh dan suhu pemanasan 60°C dan 110°C berkisar antara 9,98% - 4,38%. Pemanfaatan limbah kayu dari industri pengolahan kayu saat

ini sebagai bahan baku pelet kayu dikategorikan sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan karena rendah emisi/karbon netral. Penggunaan pelet kayu memiliki resiko yang kecil terhadap ketersediaannya, karena bahan bakunya terdiri dari limbah kayu gergajian maupun limbah kayu [8]. Semakin lama roses pengeringan maka semakin rendah efisiensi termal yang dihasilkan. Efisiensi termal yang didapat pada rotary dryer sebesar 16,41 %, 12,26 %, dan 9,70 % untuk masing-masing waktu pengeringan. Setelah proses pengeringan dengan menggunakan rotary dryer ini, penurunan kadar air dari bahan baku semakin besar, hal ini dikarenakan banyaknya kadar air yang teruapkan pada serbuk kayu. Kadar air awal serbuk kayu sebesar 23 % turun secara signifikan setelah proses pengeringan terjadi dan hasil tersebut telah memenuhi standar mutu kualitas briket kayu (biopelet).

Karakteristik biomassa *pellet* meliputi:

1. Kadar Air / *Moisture Content*

Kadar air merupakan kandungan air pada bahan bakar padat, semakin besar kadar air yang terdapat pada bahan bakar padat maka nilai kalornya semakin kecil, begitu juga sebaliknya. Prosedur pengujian kadar *pellet* mengikuti SNI 06-3730-1995 dengan persamaan:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100 \%$$

Keterangan :

W₁ = berat sampel (gr)

W₂ = berat sampel setelah dikeringkan dalam tanur (gr).

2. Kadar Abu / *Ash Content*

Abu yang terkandung dalam bahan bakar padat adalah mineral yang tidak dapat terbakar tertinggal setelah proses pembakaran dan reaksi-reaksi yang menyertai. Abu berperan menurunkan mutu bahan padat karena dapat menurunkan nilai kalor. Kandungan abu dapat diukur dengan menurunkan nilai kalor. Kandungan abu dapat diukur dengan metode uji SNI 01-1682-1996 dengan persamaan :

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W} \times 100\%$$

Keterangan :

W = Berat *pellet* sebelum diabukan (gr)

W₁ = Berat *pellet* cawan sesudah diabukan (gr)

W₂ = Berat cawan kosong (gr)

3. Kandungan Karbon Terikat

Kadar karbon terikat pada karbon aktif dipengaruhi oleh variasi kadar air, abu dan zat mudah menguap. Kandungan karbon terikat dapat dihitung dengan metode uji SNI 06-3730-1995 dengan persamaan :

$$\text{Kadar karbon terikat (\%)} = 1 - (KA + KB + KZ) \times 100\%$$

Keterangan :

KA = kadar air *pellet*

KB = kadar abu *pellet*

KZ = kadar zat menguap *pellet*

4. Kadar Zat Menguap / *Volatile Matter*

Volatile matter atau sering disebut zat menguap, berpengaruh terhadap pembakaran *pellet*. Semakin banyak kandungan zat menguap pada *pellet* maka *pellet* semakin mudah terbakar dan menyala. Dapat diukur dengan metode uji SNI 01-1682-1996 dengan persamaan :

$$\text{Kadar zat menguap (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan :

W₁ = berat *pellet* sebelum dipanaskan (gr)

W₂ = berat contoh setelah pemanasan (gr)

5. Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah suatu panas yang dihasilkan persatu berat dari proses pembakaran cukup dari satu bahan yang mudah cukup terbakar (Syachry, 1983). Pengukur nilai kalor dapat dilakukan dengan menggunakan *bomb calorimeter* dengan metode uji SNI 01-6235-2000 dengan persamaan:

$$\text{Hg (cal/g)} = \frac{\Delta t \times w}{m}$$

Keterangan :

Hg = kalori per gram *pellet*

Δt = kenaikan temperatur pada termometer (°C)

w = kapasitas kalori alat 2565,446 kalori/°C pada saat kalibrasi

m = berat *pellet*

6. Kerapatan / Density

Densitas merupakan tingkat kerapatan suatu bahan bakar yang telah mengalami tekanan. Densitas didapatkan melalui perbandingan antara massa dan volume. Menghitung kerapatan dapat menggunakan rumus :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Ket : ρ = Densitas (g/cm³)

m = Massa (g)

V = Volume (cm³)

Standar nasional Indonesia mempersyaratkan karakteristik *wood pellet* (kerapatan, kadar air, kadar abu, kadar terkait karbon, kadar zat mudah menguap dan nilai kalor) seperti pada SNI 8021 : 2014 [8]. Adapun SNI 8021: 2014 dapat dilihat pada tabel 1..

TABEL 1 PERSYARATAN PELET KAYU MENURUT SNI 8021 : 2014

No	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Kerapatan	g/cm ³	Min. 0,8
2	Kadar Air	%	Maks. 12
3	Kadar Abu	%	Maks. 1,5
4	Zat yang mudah menguap/ bagian yang hilang	%	Maks. 80
5	Kadar Karbon	%	Min. 14
6	Nilai Kalor	Kal/g	Min. 4.000

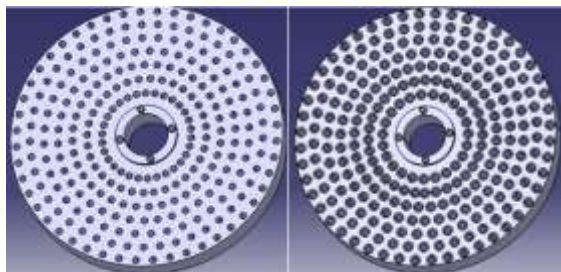
II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah *Countersink* dan *Drilling Machine* (sebagai alat dan bahan untuk modifikasi Lubang Lалан), mesin pencetak pellet kayu, alat uji kadar air, pengayak, timbangan. Sedangkan bahan yang digunakan adalah serbuk gergajian kayu sembarang (mesh 81), tepung tapioka (sebagai perekat), dan air panas.

B. Proses Modifikasi Lubang Lалан

- a. Mendesain rencana lubang lалан yang akan dimodifikasi seperti pada gambar 1.



Gambar 1 Desain Rencana Lubang Lалан yang akan dimodifikasi.

- b. Melakukan pengeboran untuk meluaskan semua lubang lалан pada *Wood Pellet Machine* dengan kesesuaian yang telah ditentukan yakni sudut kemiringan 45° dengan kedalaman sekitar 2 mm menggunakan *Drilling Machine* dan *Countersink*.

C. Proses Produksi Pellet Kayu

Persiapan Bahan Baku

Limbah serbuk gergajian kayu sembarang akan dijadikan sebagai bahan baku pellet kayu dengan saringan mesh 81. Serbuk yang telah disaring akan dikeringkan di bawah sinar matahari langsung agar kadar airnya sama. Bahan baku pellet kayu dengan saringan mesh 81.5

Pencampuran

Pembuatan pellet kayu dilakukan dengan mesin khusus yaitu *Wood Pellet Machine*. Pencampuran dilakukan dengan parameter yang sama disetiap persentase perekatnya yakni 1 kg bahan serbuk gergaji kayu dengan perlakuan perekat tapioka 10%, 15%, 20% dan pemberian air panas sebanyak 1 liter. Tepung tapioka yang diberikan air panas akan berubah menjadi lem, kemudian dicampur dengan serbuk gergaji kayu.

Pencetakan

Pellet Kayu ini dicetak menggunakan mesin pencetak pellet kayu atau *Wood Pellet Machine* yang di mana roller dengan tekanan 60 kg/m² berputar menggiling bahan baku pada cetakan (*dies*), kemudian pellet yang keluar dari lubang cetakan akan dipotong oleh pisau, sehingga ukurannya sama. Proses pencetakan pellet kayu membutuhkan waktu sekitar 1 menit 30 detik untuk sekali proses penggilingannya sampai merata.

Pengeringan

Pengeringan pellet yang sudah jadi dijemur di bawah sinar matahari langsung, agar kadar air pada pellet berkurang dan pellet menjadi lebih padat karena zat pengikat sudah mengering.

Tahap Analisa

Tahapan ini meliputi menganalisis pengaruh modifikasi pada lubang lалан terhadap karakteristik pellet kayu yang berbahan kayu sisa gergajian. Analisa dilakukan ketika lubang lалан telah dimodifikasi dengan menggunakan bor listrik yang memakai *Countersink* yang membuat tirus pada bagian lubang atas dengan sudut kemiringan 45°.

Tahapan ini juga melakukan pengujian karakteristik masing-masing pelet yang telah dipersentasekan perekatnya, pengujian yang akan dilakukan antara lain, kadar air dan nilai kalor. Kemudian dibandingkan hasilnya dengan standar pelet kayu Indonesia dengan mengacu pada SNI 8021 : 2014.

Persentase perbandingan pembuatan pellet kayu, divariasikan dengan perlakuan perekat atau tepung tapioka secara berbeda. Tabel Persentase perbandingan pembuatan pellet kayu dapat dilihat pada tabel 2.

TABEL 2
PERSENTASE PERBANDINGAN PEMBUATAN WOOD PELLET

Perbandingan	Perlakuan Perekat	Air Panas	Serbuk Gergaji	
I	10%	100 gr	1 liter	1000 gr
II	15%	150 gr	1 liter	1000 gr
III	20%	200 gr	1 liter	1000 gr

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan penelitian dan pembuatan pellet kayu, dilakukan modifikasi terhadap lubang lалан yang terdapat pada cetakan *Wood Pellet Machine*. Terdapat 369 lubang yang akan dimodifikasi dengan menggunakan *Countersink* dan *Drilling Machine*. Lubang Lалан yang sudah dimodifikasi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Lubang Lалан setelah dimodifikasi.

Untuk mengetahui efektifitas dari modifikasi lubang cetakan, maka hasil penelitian dari Indra [6] digunakan sebagai pembanding. Diambilnya hasil penelitian Indra [6] dikarenakan semua variabel proses pembentukan wood

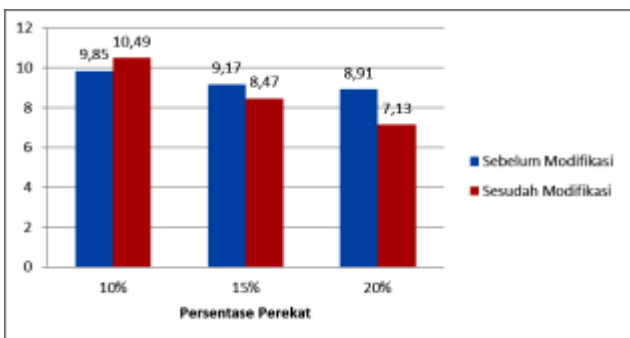
pellet sama kucuali bentuk dari lubang laluan yang terdapat pada cetakan.

Pengaruh nilai densitas pada pellet kayu sangat mempengaruhi karakteristik pellet kayu lainnya, seperti nilai kadar air dan nilai kalor. Nilai densitas/kepadatan yang tinggi mempengaruhi penurunan nilai kadar air yang disebabkan oleh tekanan pada lubang laluan yang sudah dimodifikasi mendapatkan tekanan yang berbeda dan menyebabkan air keluar dari pellet kayu yang berdampak pada pori-pori pellet kayu semakin kecil sehingga pellet kayu akan sulit menyerap kadar air. Rendahnya kadar air ternyata berdampak positif pada nilai kalor. Semakin rendah suatu nilai kadar air, maka semakin tinggi nilai kalornya. Hal ini disebabkan oleh pellet kayu yang rendah kadar air mengakibatkan perekat tapioka dapat mengikat serbuk kayu dengan baik dan mengisi rongga-rongga kosong pada pellet kayu sehingga mengurangi partikel air pada pellet kayu tersebut.

Hasil Penelitian rata-rata persentase perekat pellet kayu antara 10%, 15% dan 20% setelah dilakukan pengujian (antara sebelum dan sesudah modifikasi lubang laluan) dapat dilihat pada gambar 3 s.d 5.

a. Nilai Kadar Air (%)

Grafik hasil pengujian nilai kadar air dapat dilihat pada gambar 3. Kadar air pada bahan utama pellet kayu yakni serbuk gergaji sangat menentukan kualitas pellet yang akan dihasilkan. Pellet kayu dengan kadar air yang tinggi akan memiliki nilai kalor yang rendah, sebaliknya pellet kayu dengan kadar air yang rendah akan memiliki nilai kalor yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh panas yang digunakan untuk menguapkan air pada pellet kayu dapat digunakan sebagai panas pada pembakaran.



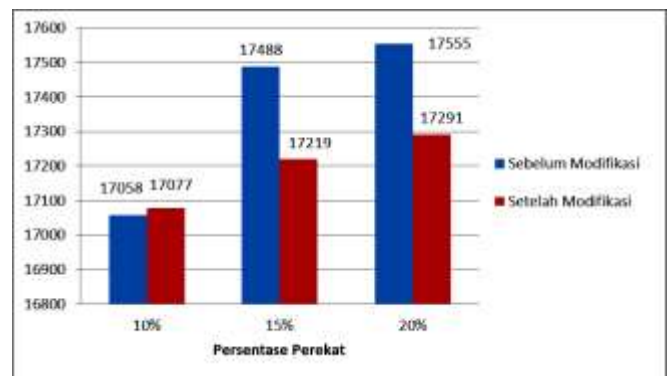
Gambar 3 Grafik Nilai Kadar Air (%) sebelum dan sesudah modifikasi lubang laluan.

Kadar air pada pellet kayu berhubungan langsung dengan nilai kalor. Semakin banyak perekat yang diberikan maka kadar air pada pellet kayu akan semakin rendah, yang di mana nilai kalor pada pellet kayu akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan ukuran partikel perekat tapioka lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran serbuk gergajian kayu yang menyebabkan perekat tapioka mengikat dengan serbuk gergajian kayu yang di mana perekat tapioka mengisi rongga-rongga kosong pada pellet kayu yang dapat mengurangi partikel air pada pellet kayu.

Setelah dilakukannya modifikasi lubang laluan, didapatkan hasil kadar air yang semakin rendah jika dibandingkan dengan hasil kadar air ketika sebelum dilakukan modifikasinya lubang laluan. Hal ini disebabkan oleh lubang laluan yang sudah dimodifikasi ternyata memiliki kelebihan dari segi kepadatan yang berpengaruh pada kadar air.

b. Nilai Kalor (J/g)

Pada pengujian nilai kalor ini menggunakan *Automatic Bomb Calorimeter – K88890*. Penentuan nilai kalor dengan cara menimbang pellet kayu yang sudah ditumbuk hancur menjadi serbuk seberat 1 gram. Lalu spesimen ditempatkan pada *crucible* cawan besi dan disiapkan kawat untuk menyalakan dan dihubungkan dengan batang-batang yang terdapat pada bom dan bagian kawat spiral diatur agar mengenai pada bagian bahan yang akan diuji. Kemudian bom ditutup rapat dan diisi oksigen perlahan sehingga mencapai tekanan 35 atmosfer. Juga dilakukan pengaturan massa yang terdapat pada *crucible* pada monitor. Kemudian *bomb* dimasukkan ke dalam kalorimeter yang telah terisi air sebanyak 1350 ml. Setelah dimasukkan, kemudian ditutup dan dihidupkan pengaduk air pendingin selama 5 menit sebelum alat dinyalakan. Setelah temperatur bom dan kalorimeter sama, maka pada *calorimeter controller* terdapat status *fire*, sehingga akan terjadi pembakaran. Menunggu hingga temperatur antara bom dan kalorimeter sama. Pengukuran dilakukan sampai suhu mencapai maksimum. Gambar 4 merupakan hasil pengujian nilai kalor.

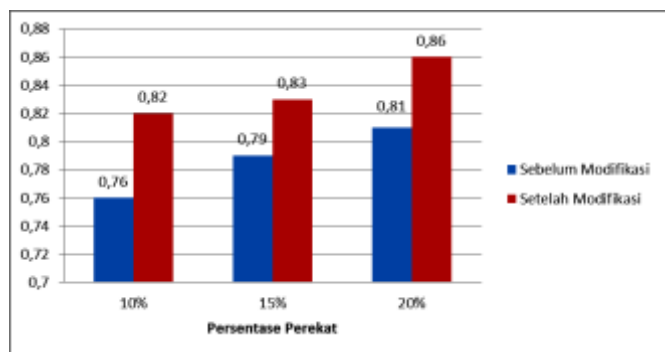


Gambar 4 Grafik Nilai Kalor (J/g) sebelum dan setelah memodifikasi Lubang Laluan

Setelah dilakukannya modifikasi lubang laluan, didapatkan hasil nilai kalor yang lebih sedikit jika dibandingkan sebelum modifikasi. Hal ini disebabkan oleh disaat dilakukan pengujian nilai kalor, massa pellet kayu yang dimasukkan ke dalam *Bomb Calorimeter* tidak sampai 1 gram, yang di mana penelitian sebelumnya [6] memasukkan massa pellet kayu mencapai 1 gram. Hal tersebut menjadi salah satu penyebab mengapa nilai kalor menjadi berbeda yang di mana hasil nilai kalor sebelum dimodifikasi lubang laluan lebih unggul jika dibandingkan dengan hasil nilai kalor sesudah dimodifikasi lubang laluan.

c. Nilai Densitas (g/cm^3)

Hasil perhitungan densitas dilakukan dengan cara menentukan volume pada pellet kayu sesuai dengan penelitian sebelumnya, kemudian ditimbang massanya. Setelah didapatkan massa dan volumenya dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus densitas yakni massa dibagi dengan volume. Grafik densitas dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Grafik Nilai Densitas (g/cm^3) sebelum dan setelah memodifikasi Lubang Lалан.

Setelah dimodifikasinya lubang lалан, didapat data nilai densitas/kerapatannya lebih unggul jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya [6]. Perbedaannya terletak pada volume lubang lалан yang sudah berubah jika dibandingkan dengan lubang lалан sebelum dan sesudah modifikasi. Lubang lалан yang sudah dimodifikasi dengan sudut kemiringan 45 derajat (kedalaman 2 mm) mendapatkan perlakuan pengecilan penampang dari area yang besar (area modifikasi) menuju area yang kecil (lubang lалан) sehingga pori-pori dari pellet kayu semakin rapat dan tentunya memberi efek kepadatan yang lebih pada kerapatan/densitasnya.

Dapat disimpulkan bahwa setelah melakukan modifikasi pada lubang lалан, ternyata karakteristik pada pellet kayu tidak sama. Melihat dari parameter yang diukur yakni nilai Kadar Air, Nilai Kalor dan Kerapatan/Densitas dengan hasil penelitian [6] yang di mana lubang lалан yang terdapat pada *Wood Pellet Machine* belum termodifikasi.

Pengaruh nilai densitas pada pellet kayu sangat mempengaruhi karakteristik pellet kayu lainnya, seperti nilai kadar air dan nilai kalor. Nilai densitas/kerapatan yang tinggi mempengaruhi penurunan nilai kadar air yang disebabkan oleh tekanan pada lubang lалан yang sudah dimodifikasi mendapatkan tekanan yang berbeda dan menyebabkan air keluar dari pellet kayu yang berdampak pada pori-pori pellet

kayu semakin kecil sehingga pellet kayu akan sulit menyerap kadar air. Rendahnya kadar air ternyata berdampak positif pada nilai kalor. Semakin rendah suatu nilai kadar air, maka semakin tinggi nilai kalornya. Hal ini disebabkan oleh pellet kayu yang rendah kadar air mengakibatkan perekat tapioka dapat mengikat serbuk kayu dengan baik dan mengisi rongga-rongga kosong pada pellet kayu sehingga mengurangi partikel air pada pellet kayu tersebut.

IV. KESIMPULAN

Modifikasi bentuk cetakan dalam hal ini lubang lалан dari bentuk lurus menjadi bentuk tirus dan membesar pada ujung lubang sangat berpengaruh terhadap karakteristik *wood pellet* terutama pada nilai kerapatan yang dihasilkan. Karakteristik *wood pellet* yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah kadar air berkisar antara 10.49% - 7.13%, Nilai kalor berkisar antara 17077 J/g (4078 kal/g) – 17291 J/g (4129 kal/g) dan densitas yang berkisar antara 0.82 g/cm^3 – 0.86 g/cm^3 .

REFERENSI

- [1] Ahmad Zikri 2015, uji kinerja rotary dryer berdasarkan efisiensi termal pengeringan serbuk kayu untuk pembuatan biopellet. *Jurnal Teknik Kimia No. 2, Vol. 21, April 2015*.
- [2] Jones, D., D. Harper, and A. Taylor. 2012. *Wood Pellets, an Introduction to Their Production and Use*. Forest Product Center, Mississippi State University. Mississippi.
- [3] Hendra, D. 2012. Rekayasa Pembuatan Mesin Pelet Kayu dan Pengujian Hasilnya. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 30 No. 2 Juni 2012*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Bogor.
- [4] Effendi Arsad 2015, Teknologi Pengolahan dan Manfaat Bambu, *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan Vol.7, No.1, Juni 2015*.
- [5] Zulfian 2015, Kualitas Biopellet dari limbah batang kelapa sawit pada berbagai ukuran serbuk dan jenis perekat. *Jurnal hutan lestari (2015) Vol. 3 (2)*. Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura.
- [6] Indra Mawardi, Ariefin, Haiyum M, Alfatier, Junaidi. 2017. Pengaruh Persentase Perekat Terhadap Karakteristik Biopellet Dari Kayu Sisa Gergajian sebagai Bahan Baku Energi Alternatif, *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe Vol.1 No.1 Sep. 2017*
- [7] Effendi Arsad 2014, sifat fisik dan kimia *wood pellet* dari limbah industri perikanan sebagai sumber energi alternatif. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan, Vol.6, No.1, Juni 2014*.
- [8] Standar Nasional Indonesia. 2014. "Pellet Kayu (SNI 06-3730-1995)". Jakarta : Badan Standarisasi Nasional Indonesia