

## PENGARUH VARIASI KOMPOSISI AMPAS TEBU DAN SERBUK GERGAJI PADA PAPAN PARTIKEL TERHADAP KONDUKTIVITAS TERMAL

Fitri Maiwita<sup>\*)</sup>, Yenni Darvina<sup>\*\*)</sup>, dan Yulkifli<sup>\*\*)</sup>

<sup>\*)</sup> Mahasiswa Jurusan Fisika Universitas Negeri Padang

<sup>\*\*)</sup> Dosen Jurusan Fisika Universitas Negeri Padang

Jln. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Barat Padang

email:fitrimaiwita@yahoo.co.id

### ABSTRACT

*Lack of utilization of bagasse and sawdust has been a big problem for the sugar and the wood industry in Indonesia. Bagasse and sawdust is used as fuel only and the rest is thrown away. The content of the bagasse lignocellulosic allows to be used as particle board. Particle board with variations in the composition of bagasse and sawdust had been investigated previously by testing his physical and mechanical properties. However, the thermal conductivity testing has not been done. Therefore, researchers would like to continue this research by testing the thermal conductivity of the particle board with thermal conductivity apparatus,, because it contains silica bagasse. Silica is a ceramic material that is an insulator so it is hoped will be used as a heat isolator. Created by varying the particle board bagasse and sawdust that is 100 % : 0 % , 75 % : 25 % , 50 % : 50 % . The process of manufacture of particle board made with compression heat for 20 minutes with pressure of 160 kg/m<sup>2</sup> and temperature of 180 ° C. Based on the results obtained by the value of the thermal conductivity of particle board with a composition ratio of bagasse and sawdust 100 %: 0 is equal to 0.08 W / m ° C, 75 % : 25 % ie 0.11 W / m ° C , and 50 % : 50 % ie 0.14 W / m ° C. The smaller the bagasse composition, the greater is thermal conductivity. From the results obtained, it can be concluded that the particle board as an heat isolator has the lowest thermal conductivity, that is 0.08 W / m ° C with 100 % bagasse composition. Giving sawdust makes thermal conductivity value increases so that the quality of heat isolator decreases.*

Keywords: Bagasse , Sawdust , Thermal Conductivity , Particle Board

### PENDAHULUAN

Tebu merupakan tanaman yang digunakan sebagai bahan baku utama dalam pembuatan gula. Tanaman ini merupakan jenis rumput- rumputan dan tumbuh subur di daerah beriklim tropis seperti Indonesia. Tebu dapat dipanen setelah berumur 1 tahun. Pembudidayaan tebu di Indonesia banyak dilakukan di Pulau Jawa dan Sumatera.

Pandai Sikek merupakan salah satu daerah di pulau Sumatera yang berada di Propinsi Sumatera Barat yang terkenal sebagai pemasok gula merah terbesar. Salah satu masalah yang dihadapi pengelola perkebunan dan perindustrian gula merah adalah ampas tebu, karena belum optimalnya pemanfaatan dari ampas tebu.

Ampas tebu atau lazimnya disebut bagase, merupakan ahasil samping dari proses ekstraksi cairan tebu. Potensi ampas tebu adalah 30% dari berat tebu<sup>[1]</sup>. Ampas tebu belum dimanfaatkan secara optimal. Hal ini tentu menjadi permasalahan utama yang harus dicari jalan keluarnya. Ampas tebu yang tidak dimanfaatkan dapat merusak lingkungan dan apabila dibakar tentunya menimbulkan masalah baru yaitu polusi udara.

Sebagian besar ampas tebu mengandung lignoselulosa. Panjang serat antara 1,7 sampai 2 mm

dengan diameter sekitar 20 mikro meter. Serat ampas tebu tidak dapat larut dalam air. Oleh karena itu ampas tebu memenuhi persyaratan untuk diolah menjadi papan buatan. Kandungan Air dalam Ampas tebu sekitar 48-52%, dan rata-rata 3,3% kandungan gula, sedangkan serat yang terdapat dalam ampas tebu rata-rata 47,7%<sup>[2]</sup>. Selain serat ampas tebu juga mengandung 62,78% silika. Silika merupakan bahan keramik yang bersifat sebagai isolator. Pembuatan papan partikel ampas tebu dapat diaplikasikan sebagai isolator panas<sup>[3]</sup>. Partikel ampas tebu memiliki kekuatan dan daya rekat mor yang kurang baik<sup>[4]</sup>. Oleh karena itu ampas tebu diberi campuran lain seperti serbuk gergaji

Serbuk gergaji berasal dari limbah industri pengolahan kayu. Meningkatnya minat masyarakat terhadap produk olahan kayu membuat perkembangan industri pengolahan kayu di Indonesia cukup pesat. Pengolahan kayu disamping menghasilkan produk diperoleh pula limbah kayu berupa potongan kayu, sebetan dan serbuk gergaji. Jumlah limbah ini cukup besar yakni sekitar 50 % dari volume kayu yang diolah. Limbah-limbah kayu berupa potongan kayu bulat dan sebetan sudah dimanfaatkan sebagai inti papan blok, akan tetapi limbah kayu berupa serbuk gergaji belum

dimanfaatkan secara optimal<sup>[5]</sup>. Salah satu cara mengoptimalkan pemanfaatan serbuk gergaji adalah dengan menjadikannya papan partikel.

Papan partikel adalah suatu produk yang dibuat dengan mencampurkan bahan mengandung lignoselulosa dengan perekat dan dikempa panas dengan suhu tertentu. Papan partikel dapat digunakan sebagai alternatif pengganti kayu. Hal ini dapat membantu mengurangi pemakaian kayu. Penebangan kayu berlebihan disamping berdampak buruk bagi lingkungan juga berdampak bagi kelangsungan hidup manusia.

Papan partikel dapat diuji sifat mekanik, fisis, absorpsi bunyi dan juga konduktivitas termalnya. Pengujian konduktivitas termal dari papan partikel bertujuan untuk melihat kemampuannya untuk menahan kalor. Contoh, menjaga es agar lama mencair, makanan agar tetap awet dan tahan lama, atau atap rumah yang menjaga suhu rumah dari pengaruh panas dan dingin lingkungan.

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan maka pada penelitian ini dirumuskan suatu permasalahan bagaimana pengaruh variasi komposisi ampas tebu dan serbuk gergaji pada papan partikel terhadap konduktivitas termal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meneliti pengaruh variasi komposisi ampas tebu dan serbuk gergaji pada papan partikel terhadap konduktivitas termal.

Papan partikel adalah lembaran bahan yang terbuat dari serpihan kayu atau bahan-bahan yang mengandung lignoselulosa seperti keping, serpih, untai yang disatukan dengan menggunakan bahan pengikat organik dan dengan memberikan perlakuan panas, tekanan, kadar air, katalis dan sebagainya<sup>[4]</sup>. Dibandingkan dengan kayu asal, papan partikel mempunyai beberapa kelebihan yaitu ukuran dan kerapatan papan partikel dapat disesuaikan dengan kebutuhan, tebal dan kerapatannya seragam serta mudah dikerjakan, mempunyai sifat isotropis, dan sifat dan kualitasnya dapat diatur<sup>[7]</sup>.

Berdasarkan kerapatan/tipe papan partikel dapat dibedakan menjadi 3 macam yaitu<sup>[8]</sup>:

1. Papan partikel tipe rendah (kerapatan  $< 0,30 \text{ g/cm}^3$ ). Jenis papan partikel tipe rendah dapat digunakan dalam pembuatan mebel yang tidak memerlukan kekuatan yang besar, karena jenis papan ini rapuh.
2. Papan partikel tipe sedang (kerapatan  $0,40 \text{ g/cm}^3 - 0,80 \text{ g/cm}^3$ ). Jenis papan partikel ini biasanya digunakan untuk bagian atas meja, rak buku, lemari, dan sebagainya.
3. Papan partikel tipe tinggi (kerapatan  $0,80 \text{ g/cm}^3 - 1,05 \text{ g/cm}^3$ ). Papan tipe ini dapat digunakan untuk keperluan struktural atau keperluan lain yang membutuhkan papan yang cukup kuat dalam menerima beban.

Bahan utama papan partikel adalah sisa industri seperti serbuk gergaji, pasahan dan potongan-potongan kayu, sisa pengambilan kayu, penjarangan

atau jenis bukan komersil. Selain itu bahan material berlignoselulosa juga dapat dijadikan sebagai papan partikel. Salah satu bahan yang memiliki kandungan lignoselulosa yang cukup berlimpah adalah ampas tebu yang berasal dari tanaman tebu.

Tanaman tebu termasuk tumbuhan monokotil yang berasal dari famili rumput-rumputan. Batang dari tebu memiliki anakan tunas dari pangkal batang yang membentuk rumpun. Waktu musim tanam ini sepanjang 11- 12 bulan. Tanaman tebu tidak bercabang dan tumbuh tegak, serta mempunyai sosok yang tinggi kurus. Tanaman yang tumbuh dengan baik memiliki tinggi batang 3- 5 meter bahkan lebih. Tebu memiliki sistem perakaran menjalar dengan batang yang kokoh dan beruas. Ruas pada tebu memiliki panjang yang beragam antara 10 – 30 cm<sup>[9]</sup>.

Klasifikasi botani tanaman tebu adalah sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monokotyledone
Famili	: Poaceae
Genus	: Saccharum
Spesies	: Saccharum officinarum

Tebu merupakan bahan baku utama dalam pembuatan gula. Bagian tebu yang diambil sebagai bahan dasar pembuatan gula adalah cairan yang terdapat pada batang tebu. Pada proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu menghasilkan hasil sampling berupa ampas tebu.

Ampas tebu lazim juga disebut bagase. Istilah bagase pertama kali dipakai di Prancis untuk ampas tebu dari perasan minyak zaitun, lalu oleh persatuan teknisi gula internasional dipakai untuk residu hasil. Ampas tebu memiliki serat yang mengandung lignin, selulosa dan hemiselulosa<sup>[10]</sup>. Kandungan lignin dan selulosa pada ampas tebu memungkinkan material ini dapat dijadikan sebagai bahan utama papan partikel. Akan tetapi papan partikel dari ampas tebu masih memiliki kelemahan pada kuat rekat mor. Oleh karena itu diberi campuran berbahan dasar kayu seperti serbuk gergaji.

Limbah yang dihasilkan Industri penggergajian pada umumnya berupa serbuk gergaji 10,6%, potongan 14,3% , dan sebetan 25,9% dengan total limbah 50,8% dari jumlah bahan baku yang digunakan. Ada beberapa kelebihan serbuk gergaji sebagai *filler* bila dibandingkan dengan mineral seperti mika, talk, dan kalsium karbonat, diantaranya yaitu berat jenisnya lebih kecil sehingga biaya per volume lebih ekonomis, temperatur prosesnya lebih rendah (kurang dari 400°F) sehingga mengurangi biaya energi, , gaya geseknya lebih rendah sehingga tidak merusak peralatan pada proses pembuatan, berasal dari sumber yang dapat diperbaharui, serta dapat terdegradasi secara alami,<sup>[11]</sup>.

Industri kayu memiliki limbah utama berupa adalah serpihan kayu dan potongan - potongan kecil

dari hasil penggergajian. Selain itu limbah lain yang dihasilkan yaitu debu dan serbuk gergaji. Limbah – limbah tersebut sangat sulit dikurangi, tetapi dapat dimanfaatkan menjadi barang lain yang memiliki nilai ekonomis tinggi<sup>[12]</sup>. Pemanfaatan serbuk gergaji dan ampas tebu untuk papan partikel dapat memberi jalan keluar dari masalah dampak lingkungan.

Ampas tebu mengandung 62,78% silika. Silika merupakan bahan keramik yang bersifat isolator<sup>[3]</sup>. Serat selulose pada ampas tebu mengandung *void* yang dapat memberikan sifat isolator pula. Sehingga pengujian nilai konduktivitas termal pada papan partikel ampas tebu dan serbuk gergaji dapat meningkatkan nilai guna.

Konduktivitas termal didefinisikan sebagai jumlah kalor yang mengalir secara konduksi dalam suatu unit waktu melalui penampang tertentu yang diakibatkan karena adanya perbedaan suhu<sup>[13]</sup>. Kalor akan berpindah dari bagian bersuhu tinggi ke bagian lain yang memiliki suhu lebih rendah.

Kalor ( $Q$ ) adalah bentuk energi yang berpindah melewati batas sistem pada temperatur tertentu ke sistem lain(sekelilingnya) dengan temperatur lebih rendah, karena adanya perbedaan temperatur antara sistem-sistem itu. Jadi panas dipindahkan dari sistem bertemperatur tinggi ke sistem bertemperatur rendah<sup>[14]</sup>.

Besarnya kalor yang diserap/dilepas suatu benda berbanding lurus dengan massa benda, kalor jenis benda dan perubahan suhu. Besarnya kalor tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut<sup>[15]</sup>:

$$Q = mc\Delta T \quad (1)$$

Konstanta  $Q$  merupakan besar kalor yang diserap/dilepas (J),  $M$  adalah massa benda (kg),  $c$  merupakan kalor jenis benda (J/kg°C), dan  $\Delta T$  merupakan perubahan suhu (°C)

Perpindahan energi akan terjadi apabila pada suatu benda terdapat gradien suhu (*temperature gradient*). Bisa dikatakan bahwa energi berpindah secara konduksi (*conduction*) atau hantaran dan laju perpindahan kalor itu berbanding dengan gradient suhu normal<sup>[15]</sup>:

$$\frac{q}{A} \sim \frac{\partial T}{\partial x} \quad (2)$$

Jika dimasukkan konstanta proporsionalitas (*proportionality constant*) atau disebut juga tetapan kesebandingan, sehinggadapat dirumuskan:

$$q = -kA \frac{\partial T}{\partial x} \quad (3)$$

Koefisien  $q$  menunjukkan laju perpindahan kalor dan  $\frac{\partial T}{\partial x}$  merupakan gradient suhu kearah perpindahan kalor. Konstanta positif  $k$  disebut konduktivitas termal. Tanda minus pada rumus (3) diselipkan agar memenuhi hukum termodinamika kedua, yaitu kalor

mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah dalam skala suhu<sup>[16]</sup>.

Pengukuran nilai konduktivitas termal bertujuan untuk melihat pengaruh laju dari konduksi termal dalam beberapa jenis material. Sedangkan jumlah panas yang dikonduksikan dalam material dapat dirumuskan:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = kA \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (4)$$

Apabila terjadi perubahan temperatur akibat dari perubahan posisi yang sangat kecil di mana  $\Delta x \rightarrow 0$ , maka dapat dilukiskan:

$$\frac{dT}{dx} = \frac{(T_2 - T_1)}{x} \quad (5)$$

Bila garis dari aliran panas paralel, maka setiap penampang memiliki gradien temperatur yang sama. jumlah panas yang dikonduksikan persatuan waktu pada kondisi ini dapat dirumuskan<sup>[16]</sup>:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = kA \frac{(T_2 - T_1)}{h} \quad (6)$$

$\Delta Q$  merupakan energi panas total yang dikonduksikan,  $\Delta t$  adalah waktu selama terjadi konduksi,  $A$  merupakan luas dimana konduksi mengambil tempat,  $\Delta T$  adalah perbedaan temperatur dari dua sisi material,  $h$  merupakan ketebalan material dan  $k$  merupakan nilai konduktivitas termal.

Koefisien konduktivitas termal digunakan untuk menentukan jenis dari material, yaitu penghantar panas yang baik atau konduksi panas yang tidak baik. Hal ini disebabkan karena  $k$  di artikan sebagai laju panas pada benda dengan gradien temperatur. Konduktivitas termal dari berbagai bahan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Konduktivitas Termal Berbagai Bahan pada 0°C<sup>[16]</sup>:

BAHAN	Konduktivitas termal(k) W/M °C
<b>Logam</b>	
Alumunium (murni)	202
Perak (muni)	410
Tembaga(murni)	385
Timbal (murni)	35
Nikel(murni)	93
Baja krom nikel(18%Cr,8%Ni)	16.3
Baja karbon,1%C	43
Besi (murni)	73
<b>Bukan logam</b>	
Magnesit	4.15
Kayu, maple atau ek	0.17
Kaca, jendela	0.78

Wol kaca	0.038
Batu pasir	1.83
Marmar	2.08-2.94
Kuarsa(sejajar sumbu)	41.6

Perpindahan energi pada bahan isolator pada suhu tinggi berlangsung dengan beberapa cara: konduksi melalui udara yang terkurung dalam rongga dan konduksi melalui bahan berongga atau padat<sup>[16]</sup>. Nilai konduktivitas termal dapat dihitung dengan pengukuran tak langsung dengan melakukan pengukuran secara langsung dari beberapa besaran lain, maka secara umum nilai konduktivitas termal dapat ditentukan melalui persamaan:

$$k = \frac{\Delta Q}{A \Delta T} \frac{h}{\Delta t} \quad (7)$$

Suatu plat material yang akan diuji nilai konduktivitas termalnya, di jepitkan di atas ruang uap (stem chamber) dan mempertahankan suhu konstan sekitar 100°C. Sebuah balok es diletakkan di atas material dengan mempertahankan temperature konstan 0°C. Banyaknya es yang melebur menunjukkan seberapa besar panas yang ditransfer. Es melebur pada laju 1 gram per 80 kalori dari aliran panas yang merupakan panas laten untuk peleburan es. Berdasarkan keterangan tersebut maka nilai konduktivitas termal dapat ditentukan dengan persamaan:

$$k = \frac{M_{es} K_l h}{A \Delta T \Delta t} \quad (8)$$

Konstanta k adalah konduktivitas termal, h merupakan ketebalan material, A merupakan luas penampang es.  $\Delta T$  merupakan perbedaan temperature antara kedua sisi material sedangkan  $\Delta t$  merupakan selang waktu selama terjadinya kontak termal dan  $K_l$  bernilai 80 kal/gram, yang merupakan kalor lebur es dalam sistem CGS<sup>[1]</sup>.

Salah satu alat ukur konduktivitas termal adalah *Stand with Insulating Pad*. Cara kerja dari alat ini yaitu dengan memasang atau menjepitkan sampel berbentuk plat yang telah diukur diameternya di antara satu tabung ruang uap (*steam chamber*) yang temperature konstanya sekitar 100 °C dan di atasnya diletakkan satu balok es yang dipertahankan suhu konstannya 0 °C. Besarnya panas yang di transfer di ukur dengan cara mengumpulkan air yang berasal dari es yang melebur.

Untuk menghitung konduktivitas termal dari setiap sampel yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini menggunakan persamaan<sup>[17]</sup>:

$$k = \frac{(R_0) \left( 80 \frac{\text{kal}}{\text{gr}} \right) (h)}{(A)(\Delta T)} \quad (9)$$

Koefisien k merupakan nilai konduktivitas termal,  $R_0$  merupakan laju pada es yang melebur, H merupakan ketebalan sampel, A merupakan luas

permukaan sampel, sedangkan  $\Delta T$  adalah perbedaan suhu.

Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai konduktivitas termal suatu material, yaitu sebagai berikut<sup>[18]</sup>:

#### 1. Kandungan Uap Air

Konduktivitas termal air sebesar 25 kali konduktivitas udara tenang. Oleh karena itu, apabila suatu benda berpori diisi air, maka akan berpengaruh terhadap nilai konduktivitas termalnya. Konduktivitas termal yang rendah pada bahan isolator adalah selaras dengan kandungan udara dalam bahan tersebut.

Kadar air merupakan banyaknya air di dalam papan partikel. Lama pengeringan dan suhu kempa yang tinggi akan mempengaruhi kadar air karena dapat membuat partikel-partikel penyusunnya mengering dan pada saat air dikeluarkan dari dinding-dinding sel, molekul-molekul berantai panjang bergerak saling mendekat dan ikatan antar partikel menjadi kuat sehingga pori-pori menjadi lebih kecil<sup>[19]</sup>.

#### 2. Suhu

Pengaruh suhu terhadap konduktivitas termal sebenarnya kecil, tapi secara umum apabila suhu meningkat maka konduktivitas termalnya juga akan meningkat.

#### 3. Porositas dan Kepadatan

Kepadatan merupakan ukuran kekompakan partikel dalam suatu bahan dan merupakan sifat khas dari suatu bahan, kepadatan dipengaruhi oleh temperature dan tekanan<sup>[20]</sup>. Dengan mengetahui kepadatan papan maka kita mengetahui kekuatannya. Semakin rendah kepadatannya maka kekuatan papan pun akan semakin rendah.

Perpindahan panas adalah proses terjadinya transport energi, bila dalam suatu sistem tersebut terdapat gradien temperatur, atau bila dua sistem yang temperaturnya berbeda disinggungkan, maka akan terjadi perpindahan energi. Energi yang dipindahkan dinamakan kalor atau panas<sup>[21]</sup>.

Energi termal pada zat padat dihantarkan melalui dua mekanisme<sup>[17]</sup>:

1. Melalui angkutan elektron bebas, dimana elektron bebas yang bergerak didalam struktur kisi-kisi bahan, disamping dapat mengangkut muatan listrik, dapat pula membawa energi kalor dari daerah yang memiliki suhu lebih tinggi ke daerah bersuhu lebih rendah, elektron ini disebut juga gas elektron.
2. Melalui getaran kisi (*phonon*), pada mekanisme ini energi berpindah sebagai energi getaran dalam struktur kisi bahan. Getaran kisi-kisi dalam gelombang tetap (*standing waves*) yang bergerak melalui material dengan kecepatan suara.

Pada bahan-bahan non logam perpindahan kalor hampir seluruhnya dilakukan oleh getaran kisi (*phonon*). Jadi pengaruh dari kontrubusi elektron dapat diabaikan. Hal ini mengakibatkan rendahnya konduktivitas kalor pada bahan isolator. Pada bahan isolator dan material bangunan biasanya merupakan material berpori<sup>[22]</sup>.

Rendahnya nilai konduktivitas termal diantaranya disebabkan rendahnya konduktivitas udara yang terjebak di dalam pori-pori material. Penggunaan pada temperatur tinggi secara berkelanjutan cenderung akan menyebabkan pemadatan yang mengurangi kualitasnya sebagai isolator panas. Isolator panas yang paling baik yaitu pada ruang hampa, karena perpindahan panas hanya bisa terjadi melalui radiasi. Jenis material polimer yang *porous* bisa saja mendekati kualitas ruang hampa ketika temperaturnya sangat rendah, gas yang terdapat dalam pori-pori yang membeku menyisakan ruang hampa yang berperan sebagai isolator. Jenis material isolator seperti ini banyak diaplikasikan sebagai bahan penyekat<sup>[23]</sup>.

Ilmu perpindahan kalor tidak hanya menjelaskan bagaimana energi kalor itu dipindahkan dari satu benda ke benda yang lain, tetapi juga dapat meramalkan laju perpindahan kalor dan konduktivitas termal bahan dimana yang akan dilakukan pada penelitian ini. Suatu bahan yang mempunyai konduktivitas panas yang rendah maka dapat dikatakan bahan tersebut merupakan penghambat panas yang baik yang disebut dengan isolator, sedangkan bahan yang mempunyai konduktivitas tinggi disebut konduktor karena dapat menghantarkan panas dengan baik. Bahan yang baik untuk isolator panas memiliki nilai konduktivitas termal sekitar  $0,1 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ <sup>[3]</sup>.

Konduktivitas termal pada papan partikel dipengaruhi oleh kepadatan material, apabila pori-pori bahan semakin banyak maka konduktivitas termalnya makin kecil. Perbedaan konduktivitas termal dengan kepadatan yang sama, akan tergantung pada perbedaan struktur yang meliputi ukuran, distribusi, hubungan pori atau lubang<sup>[17]</sup>.

Material berpori dapat mengandung gas atau cairan didalam pori-porinya. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa gas adalah pemindah kalor yang buruk dibandingkan cairan. Pada material yang mengandung gas dan bertemperatur yang tinggi, kalor dapat berpindah melalui radiasi. Pada material yang berpori yang mengandung cairan juga harus memperhitungkan kadar air yang terkandung didalamnya. Selain itu konduktivitas termal akan turun dengan naiknya porositas serta akan naik dengan bertambahnya kecepatan<sup>[22]</sup>.

Konduktivitas termal pada papan partikel juga dipengaruhi oleh bahan penyusunnya. Suatu bahan yang mengandung silika dapat bertindak sebagai penghambat hantaran panas karena silika merupakan bahan keramik yang bersifat isolator<sup>[24]</sup>.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Proses pembuatan sampel dilakukan di laboratorium kehutanan Universitas muhammadiyah Sumatera Barat dan pengujian dilakukan di laboratorium mekanika dan kalor Jurusan Fisika Universitas Negeri Padang.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tebu, serbuk gergaji, perekat / pengikat (*resin polyester*), katalis dan es batu. Sedangkan alat yang digunakan adalah alat cetak papan partikel, ember, timbangan digital, kempa dingin, kempa panas, jangka sorong, gelas ukur dan *Thermal Conductivity Apparatus*.

Sampel pada penelitian ini adalah papan partikel ampas tebu dan serbuk gergaji dengan variasi komposisi.

Prosedur penelitian dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu persiapan bahan, pembuatan sampel dan pengujian papan partikel. Tahap-tahap dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

### 1. Persiapan bahan

Sebelum melakukan penelitian dilakukan persiapan bahan-bahan yang akan dipergunakan sewaktu melakukan penelitian. Bahan yang digunakan adalah ampas tebu, serbuk gergaji, perekat dan katalis. Ampas tebu terlebih dahulu dibersihkan, direndam dalam air panas selama 2 jam, kemudian dijemur dibawah sinar matahari. Sedangkan serbuk gergaji diayak dengan ayakan 20 Mes, setelah itu dijemur di bawah sinar matahari.

Setelah semua bahan dipersiapkan dilakukan penimbangan bahan dengan komposisi sebagai berikut:

- a. Perbandingan ampas tebu dan serbuk gergaji  
Perbandingan komposisi yang digunakan pada penelitian ini antara ampas tebu dan serbuk gergaji sebagai berikut:  
A = 100% ampas tebu dan 0 % serbuk gergaji  
B = 75% ampas tebu dan 25 % serbuk gergaji  
C = 50% ampas tebu dan 50 % serbuk gergaji
- b. Kadar perekat (*Resin Polyester*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah 14% dari berat bahan. Sedangkan katalis yang digunakan adalah Amonium Klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) sebanyak 1% dari berat *Resin Polyester*.

Perbandingan variasi komposisi bahan papan partikel antara ampas tebu dan serbuk gergaji, dan variasi komposisi bahan perekat dan katalis dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Komposisi Bahan**

No	Komposisi bahan (%)		Berat bahan (gram)		Perekat Resin Polyester 15% (gram)	Amonium Klorida (NH <sub>4</sub> Cl) 1% (gram)
	Ampas Tebu	Serbuk Gergaji	Ampas Tebu	Serbuk Gergaji		
1	100	0	540	-	75.6	0.756
2	75	25	405	135		
3	50	50	270	270		

## 2. Pembuatan sampel

Pembuatan sampel dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu:

- Pencampuran dengan bahan dengan perekat (*resin polyester*) dan katalis (Amonium Klorida (NH<sub>4</sub>Cl)).

Ampas tebu dan serbuk gergaji yang telah dipersiapkan sesuai komposisi dicampur dengan perekat dan katalis kemudian diaduk-aduk sampai tercampur rata.

- Proses pembuatan papan partikel

Bahan baku dicampur dengan perekat dan katalis kemudian dimasukkan kedalam alat pencetak lembaran dengan ukuran 30cmx30cmx1cm. Campuran kemudian dikempa dengan kempa dingin dan kempa panas selama 20 menit, dengan tekanan kempa panas 160 Kg/cm<sup>2</sup> dan suhu pada mesin kempa 180°C.

Lembaran yang sangat panas dikeluarkan dari mesin kempa dan dibiarkan sekitar 3 jam agar terjadi pengerasan perekat sebelum dikeluarkan dari klem. Selanjutnya dilakukan pengeringan selama 15 hari untuk mencapai distribusi kadar air yang seragam dan melepaskan tegangan sisa dalam papan akibat pengempaan. Setelah itu dilakukan pemotongan sesuai ukuran yang diinginkan. Pemotongan dilakukan untuk menyesuaikan sampel dengan alat pengujian. Sampel di potong dengan ukuran 13 cm x 13 cm, sehingga tiap sampel dapat dipotong menjadi 4 bagian.

## 3. Pengujian Papan Partikel

Pengujian papan partikel dengan mengukur nilai konduktivitas termal papan partikel menggunakan *Thermal Conductivity Apparatus*. Langkah-langkah dalam pengukuran adalah sebagai berikut:

- Mengisi bejana es dengan air lalu bekukan dengan freezer. Pekerjaan ini dilakukan sebelum pelaksanaan kegiatan penelitian.
- Mengukur ketebalan dari setiap material sampel yang digunakan dalam penelitian ( $h$ ).
- Menjepitkan sampel di atas ruang uap.
- diameter dari balok es diukur dan nilai ini dilambangkan dengan  $d_1$ , tempatkan es tersebut di atas sampel.
- Es ada di atas sampel dibiarkan selama beberapa menit agar terjadi kontak penuh antara permukaan material dengan es.

- Mengukur massa tabung kecil yang digunakan untuk menampung es yang melebur ( $M_1$ ).
- Dalam suatu waktu pengukuran  $t_a$ , misalnya sekitar 3 menit, es yang melebur dalam tabung dikumpulkan dan dilakukan untuk 3 kali pengukuran.
- Menentukan masa dari tabung yang berisi kan es yang melebur tadi ( $M_{ta}$ ).
- Untuk menentukan massa es yang melebur ( $M_a$ ) dilakukan dengan cara mengurangi massa es yang ditampung ( $M_{ta}$ ) dengan massa tabung ( $M_1$ ).
- Uap dialirkan ke dalam ruang uap yang terletak di bawah sampel, dibiarkan mengalir beberapa menit sampai temperaturnya stabil sehingga aliran panas dalam tabung uap keadaan *steady*, artinya temperatur pada beberapa titik tidak mengalami perubahan terhadap waktu.
- Tabung yang digunakan dikosongkan lagi untuk mengumpulkan es yang akan melebur pada tahap selanjutnya. Mengulangi lagi langkah 6 sampai dengan 9, tetapi dengan mengalirkan uap ke dalam ruang uap dalam waktu tertentu  $t_{au}$  (misal sekitar 3 menit). ukur massa es yang melebur ( $M_{au}$ ). lakukan untuk 3 kali pengukuran.
- Melakukan pengukuran ulang diameter balok es yang dinyatakan dengan  $d_2$ .
- Melakukan kegiatan yang sama dengan sampel material ukuran lainnya.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan teknik pengumpulan data langsung dan tidak langsung. Data yang diperoleh secara langsung adalah ukuran ketebalan sampel, massa sampel, diameter balok es, waktu dan masa es mencair. Sedangkan data yang tidak langsung adalah nilai konduktivitas termal.

Teknik analisa data dilakukan dengan memplot grafik hubungan antara variabel bebas yaitu variasi komposisi ampas tebu dan serbuk gergaji pada sumbu X dengan variabel terikat yaitu nilai konduktivitas termal pada sumbu Y.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

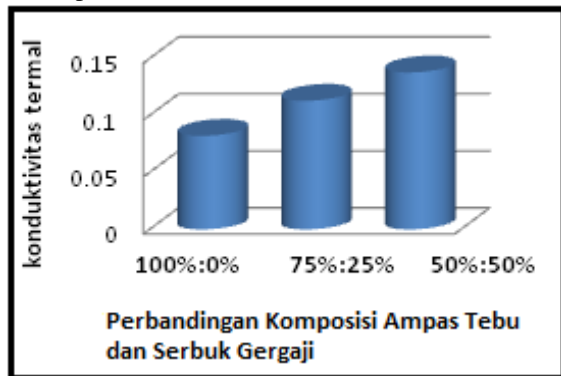
Data hasil pengukuran yang didapat secara tidak langsung yaitu nilai konduktivitas termal, yang dihitung berdasarkan nilai pengukuran langsung dengan menggunakan Persamaan 13. Untuk melihat pengaruh dari variasi komposisi ampas tebu dan serbuk gergaji pada papan partikel terhadap konduktivitas termal dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Nilai Konduktivitas Termal Papan Partikel dengan Variasi Komposisi Ampas Tebu dan Serbuk Gergaji.

Komposisi		Konduktivitas termal (W/m°C)				Rata-rata Konduktivitas Termal(W/m°C)
Ampas tebu (%)	Serbuk gergaji (%)	Pengukuran pertama	Pengukuran kedua	Pengukuran ketiga	Pengukuran keempat	
100	0	0,0839	0,0825	0,0791	0,0828	0,0821
75	25	0,1083	0,1138	0,1147	0,1148	0,1129
50	50	0,1390	0,1335	0,1347	0,1442	0,1378

Berdasarkan Tabel 3 nilai rata-rata konduktivitas termal terkecil adalah perbandingan komposisi ampas tebu dan serbuk gergaji 100%:0% yaitu 0,0821 W/m°C. Sedangkan nilai rata-rata konduktivitas termal terbesar adalah dengan perbandingan ampas tebu dan serbuk gergaji 50%:50% yaitu sekitar 0,1378 W/m°C. Sedangkan papan partikel dengan perbandingan komposisi ampas tebu dan serbuk gergaji 100%:25% memiliki nilai rata-rata konduktivitas termal 0,1129 W/m°C.

Pada hasil pengujian konduktivitas termal pada Tabel 3 dapat dilihat semakin kecil perbandingan komposisi ampas tebu maka nilai konduktivitas termal semakin tinggi dan sebaliknya. Hal ini dapat dilihat pada grafik hubungan antara komposisi ampas tebu dan serbuk gergaji terhadap konduktivitas termal pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Hubungan Antara Komposisi Ampas Tebu dan Serbuk Gergaji dengan Nilai Konduktivitas Termal

Gambar 1 memperlihatkan bahwa ada pengaruh pemberian serbuk gergaji pada papan partikel terhadap konduktivitas termal. Papan partikel yang memiliki persentase ampas tebu yang lebih besar memiliki nilai konduktivitas terkecil yaitu 0,0821 W/m°C dan nilai konduktivitas terbesar pada perbandingan komposisi 50%:50% yaitu 0,1379 W/m°C.

Berdasarkan Gambar 1, semakin kecil komposisi ampas tebu maka semakin besar nilai konduktivitas termalnya dan sebaliknya semakin besar komposisi ampas tebu maka konduktivitasnya menurun. Semakin banyak serbuk gergaji yang digunakan maka nilai konduktivitas termalnya meningkat. Papan partikel dengan ampas tebu lebih banyak menunjukkan nilai konduktivitasnya kecil. Hal ini disebabkan karena silika yang terkandung dalam ampas tebu berpengaruh besar menahan hantaran panas. Hasil yang didapat sesuai dengan teori yang disampaikan oleh Wibiwo<sup>[3]</sup> bahwa "silika merupakan bahan keramik yang bersifat isolator".

Menurut Apri<sup>[10]</sup> Ampas tebu mengandung 32-43% selulosa. Selulosa dalam bentuk papan partikel mengandung *void* yang dapat memberikan sifat isolator pula, sehingga dapat membantu mengurangi transfer energi panas pada partikel-partikel dalam papan partikel<sup>[3]</sup>.

Salah satu faktor yang mempengaruhi konduktivitas termal suatu material adalah porositas dan kepadatan<sup>[18]</sup>. Apabila pori-pori bahan semakin banyak maka konduktivitas termalnya makin kecil. Material berpori dapat mengandung gas dalam pori-porinya. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa gas adalah pemindah kalor yang buruk dibandingkan cairan atau padatan. Rendahnya konduktivitas termal disebabkan karena konduktivitas udara yang terjebak dalam pori-pori juga rendah.

Pemberian serbuk gergaji dapat menutupi pori-pori dalam papan partikel karena ukurannya yang kecil, sehingga pori-pori pada papan partikel berkurang. Oleh sebab itu penambahan serbuk gergaji di samping mengurangi kadar silika dalam papan partikel karena persentase ampas tebu yang kecil, juga dapat membuat papan partikel lebih padat. Sehingga semakin besar persentase serbuk gergaji maka nilai konduktivitas termalnya semakin besar. Maka daya hantar panas menjadi lebih besar.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai konduktivitas termal papan partikel dengan perbandingan komposisi ampas tebu dan serbuk gergaji 100%:0 yaitu sebesar 0,08 W/m°C, 75%:25% yaitu 0,11 W/m°C, dan 50%:50% yaitu 0,14 W/m°C. Nilai konduktivitas termal terkecil pada papan partikel adalah 0,08 W/m°C dengan perbandingan komposisi ampas tebu dan serbuk gergaji 100%:0%. Sedangkan nilai konduktivitas termal terbesar pada papan partikel adalah 0,14 W/m°C dengan perbandingan komposisi ampas tebu dan serbuk gergaji 50%:50%. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa, semakin kecil komposisi ampas tebu maka nilai konduktivitas termalnya makin besar. Sehingga pemberian serbuk gergaji membuat kualitas papan partikel sebagai isolator panas semakin buruk. Papan partikel yang baik sebagai isolator panas memiliki nilai konduktivitas termal terendah, yaitu pada papan partikel tanpa campuran serbuk gergaji.

## DAFTAR RUJUKAN

- [1] Hizbullah, Malik. 2008. *Potensi Energy Ampas Tebu*. (di akses pada tanggal 25 Januari 2013)
- [2] Husin, A.A., 2002, "Pemanfaatan Limbah Untuk Bahan Bangunan", Pengembangan Pemanfaatan Limbah Pertambangan dan Industri untuk Bahan Bangunan, Pusat

- Penelitian dan Pengembangan Pemukiman Bandung, Modul 1-3, hal 6-7.
- [3] Wibowo, Hari, dkk. 2008. *Pengaruh Ketebalan dan Kepadatan Terhadap Sifat Isolator Panas Papan Partikel dari Sekam Padi*. Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, IST AKPRIND Yogyakarta (Diakses pada tanggal 5 Januari 2013)
- [4] Krisna M..2009. *Pemanfaatan Ampa Tebu Sebagai Bahan Baku Dalam Pembuatan Papan Partikel* [skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [5] Febrianto, Fauzi. 2003. *Teknologi Produksi Recycle Komposit Bermutu Tinggi dari Limbah Kayu dan Plastik*. Lembaga Penelitian Institut Pertanian Bogor
- [6] Tuzzuhrah Arsyad, Fathima. 2009. *Pengaruh Proporsi Campuran Serbuk Kayu Gergajian Dan Ampas Tebu Terhadap Kualitas Papan Partikel Yang Dihasilkannya* [Skripsi]. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- [7] Maloney. 1993. *Papan Partikel*. <http://www.google.com.id>. (Diakses pada tanggal 29 Desember 2011)
- [8] Sugeng dan Prayitno T.A. 2002. *Pengaruh Jumlah Urea Formaldehida dan Parafin Terhadap Sifat Papan Partikel Kayu Mangium (Acacia Mangium Wild)* [Skripsi]. Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [9] Penebar swadaya.2000. *Pembudidayaan Tebu di Lahan Sawah dan Tegalan*. Penebar swadaya : Jakarta.
- [10] Apri H.I.2009. *Papan Partikel Ampas Tebu*[skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara : Medan
- [11] Setyawati D. 2003. *Komposit serbuk kayu plastik daur ulang: Teknologi alternative pemanfaatan limbah kayu dan plastik*.
- [12] Eko, 2007. Limbah dari Industri Kayu. <http://www.tentangkayu.com/2007/12/limbah-dari-industri-kayu.html> (diakses Tanggal 20 juli 2013).
- [13] Supriyono, Agus. 1993. *Pengukuran Panas Jenis, Konduktivitas Panas Buah Bengkuang Dalam Rangka Penentuan Nilai Difusivitas panas* [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 3-8, 20, 21, 23, 26-30
- [14] Harmanto.1989. *Dasar-Dasar Termodinamika Teknik*. Depertemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi: Jakarta.
- [15] Haugh D.Young & Roger A. 2001. *Fisika Untuk Universitas, Edisi Kesepuluh Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- [16] J. P. Holman.1997. *Perpindahan Kalor*. Jakarta : Erlangga
- [17] Anonim.1987. *Thermal Conductivity Apparatus, Instruction Manual and Experiment Guide for the Pasco Scientific Model TD-8561*. PASCO scientific
- [18] Hidayat, Syarif. 2000. *Pusat Pengembangan Bahan Ajar*. UMB
- [19] Haygreen JG dan Bowyer JL. 1989. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Terjemahan. GadjahMada University Press: Yogyakarta.
- [20] Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika 1*. Erlangga: Jakarta.
- [21] Kreith, F., 1976, *Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas*, edisi ketiga, (Alih Bahasa: A Prijono), Erlangga: Jakarta.
- [22] Arbintarso, Ellyawan S, dkk. 2008. *Kotak Penyimpanan Dingin dari Papan Partikel Sekam Padi*. Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, IST AKPRIND Yogyakarta (Diakses pada tanggal 21 Maret 2012 ).
- [23] Asyhari, Muhammad.2012. *Isolator dan semikonduktor*. GadjahMada University Press: Yogyakarta. (Di akses tanggal 21 Maret 2013)
- [24] Wibowo FXN. 1998. Laporan Studi : *Peningkatan Kandungan SiO<sub>2</sub> Abu Ampas Tebu dan Efeknya pada Kuat Desak Beton*. Fak. Teknik UAJY