

**PENGARUH VARIASI UKURAN PARTIKEL TERHADAP  
NILAI KONDUKTIVITAS TERMAL  
PAPAN PARTIKEL TONGKOL JAGUNG**

**SKRIPSI**

*untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Sains*



**Oleh:**

**NANDA PRATAMA  
NIM. 01963/2008**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2015**

**PERSETUJUAN SKRIPSI**

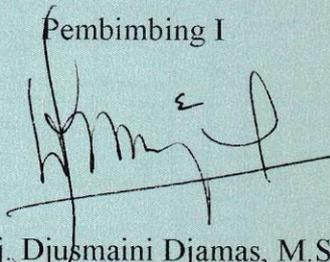
**PENGARUH VARIASI UKURAN PARTIKEL TERHADAP  
NILAI KONDUKTIVITAS TERMAL  
PAPAN PARTIKEL TONGKOL JAGUNG**

Nama : Nanda Pratama  
NIM : 01963/2008  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 2 April 2015

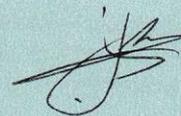
Disetujui Oleh

Pembimbing I



Dr. Hj. Djußmaini Djamal, M.Si  
NIP. 19530309 198003 2 001

Pembimbing II



Dra. Hj. Yenni Darvina, M.Si  
NIP. 19630911 198903 2 003

## PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Nanda Pratama  
NIM : 01963/2008  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan judul

### **PENGARUH VARIASI UKURAN PARTIKEL TERHADAP NILAI KONDUKTIVITAS TERMAL PAPAN PARTIKEL TONGKOL JAGUNG**

**Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang**

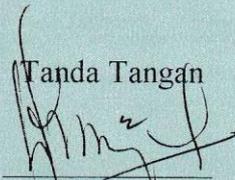
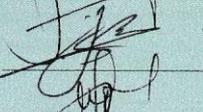
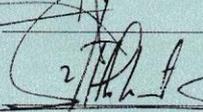
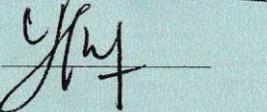
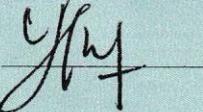
Padang, 28 April 2013

Tim Penguji

Nama

1. Ketua : Dr. Hj. Djusmaini Djamal, M.Si
2. Sekretaris : Dra. Hj. Yenni Darvina, M.Si
3. Anggota : Dra. Syakbaniah, M.Si
4. Anggota : Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si
5. Anggota : Yohandri, M.Si, Ph.D

Tanda Tangan

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 2015

Yang menyatakan,



Nanda Pratama

## ABSTRAK

### **Nanda Paratama : Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Terhadap Nilai Konduktivitas Termal Papan Partikel Tongkol Jagung**

Tongkol jagung oleh kebanyakan masyarakat masih belum maksimal dimanfaatkan, bahkan dianggap sebagai bahan limbah hasil sampingan dari produksi utama yang berupa jagung. Tongkol jagung hanya dijadikan bahan bakar dan sisanya dibuang begitu saja sehingga dapat merusak lingkungan. Belum optimalnya pemanfaatan tongkol jagung menjadi perhatian khusus. Kandungan lignoselulosa pada tongkol jagung memungkinkan untuk pembuatan papan partikel. Tongkol jagung memiliki kandungan silika, oleh karena itu peneliti ingin membuat papan partikel dari tongkol jagung dengan menguji konduktivitas termal sehingga diharapkan nantinya dapat dijadikan sebagai isolator panas.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium dengan papan partikel berbahan dasar tongkol jagung ditambah dengan perekat dan katalis dimana masing-masing papan partikel memiliki ukuran partikel yang bervariasi. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas berupa ukuran partikel tongkol jagung yang lolos ayakan 8, 16, 30 mesh. Variabel kontrol berupa massa perekat 30% dari massa bahan, katalis 1% dari massa resin, lama waktu pengempaan 20 menit, suhu mesin kempa 150 °C, tekanan mesin kempa 160 Pa, pengeringan papan partikel selama 15 hari, kerapatan papan partikel  $0.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , dan ketebalan papan partikel 1 cm. Variabel terikatnya adalah nilai konduktivitas termal.

Hasil penelitian yang diperoleh untuk nilai konduktivitas termal papan partikel dari tongkol jagung dengan ukuran lolos ayakan 8 mesh  $0.1012 \text{ W/m}^0\text{C}$ , 16 mesh  $0.132 \text{ W/m}^0\text{C}$ , dan 30 mesh  $0.209 \text{ W/m}^0\text{C}$ . Besarnya ukuran mesh, ukuran partikel nya semakin kecil maka konduktivitas termalnya semakin besar. Dari hasil yang diperoleh disimpulkan bahwa papan partikel yang baik untuk dijadikan sebagai bahan isolator panas adalah yang memiliki nilai konduktivitas termal yang rendah yaitu ukuran lolos ayakan 8 mesh sebesar  $0.1012 \text{ W/m}^0\text{C}$ . Semakin kecilnya ukuran partikel membuat nilai konduktivitas termal meningkat sehingga kualitas isolator panas semakin menurun.

**Kata kunci:** tongkol jagung, ukuran ayakan mesh, nilai konduktivitas termal, papan partikel

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah memberi rahmat hidayah kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Ukuran Partikel terhadap Nilai Konduktivitas Termal Papan Partikel Tongkol Jagung” dengan baik dan lancar. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan dan memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Dalam penyusunan dan menulis skripsi ini, penulis banyak memperoleh bimbingan, pengarahan, bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Hj. Djusmaini Djamas, M.Si sebagai Dosen Pembimbing I yang telah tulus dan ikhlas memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
2. Ibu Dra. Hj. Yenni Darvina, M.Si sebagai Dosen pembimbing II yang telah tulus dan ikhlas memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
3. Ibu Dra. Syakbaniah, M.Si, Bapak Zuhendri Kamus, S.Pd, M.Si, dan Bapak Yohandri, M.Si, Ph.D sebagai Dosen tim penguji.
4. Bapak Drs. Akmam, M.Si sebagai ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
5. Ibu Dra. Yurnetti, M.Pd sebagai sekretaris jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
6. Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai ketua Program Studi Fisika, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

7. Bapak Drs. H. Asrizal, M.Si sebagai ketua Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
8. Bapak Pakhrur Razi, S.Pd, M.Si sebagai Penasehat Akademis bagi penulis yang telah tulus dan ikhlas memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
9. Bapak / Ibu Dosen Staf pengajar di Jurusan Fisika Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
10. Bapak/Ibu Staf Fakultas Kehutanan dan Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
11. Orang tua dan keluarga atas doa dan dorongan semangat yang diberikan.
12. Teman-teman yang telah banyak membantu penulis dalam menyusun skripsi ini.
13. Semua Senior, dan teman-teman Fisika 2008 yang telah banyak membantu.

Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah berjasa dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga semua amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan yang berlipat ganda dari ALLAH SWT. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran sangat penulis harapkan. Besar harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Padang, Maret 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Pertanyaan Penelitian .....	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	7
A. Jagung.....	7
1. Defenisi Jagung .....	7
2. Tongkol Jagung .....	9
B. Papan Partikel .....	10
C. Perekat dan Katalis .....	14
1. Perekat .....	14
2. Katalis .....	15

D. Konduktivitas Termal (k) dan Mekanisme Perpindaahan Energi .....	16
E. Isolator Panas .....	22
F. Kalor dan Azaz Black.....	24
1. Kalor .....	24
2. Azaz Black .....	26
G. Pengaru Variasi Ukuran Partikel Pada Papan Partikel Terhadap Konduktivitas Termal.....	26
H. Standwith Insulating Pad dan Generator Uap.....	27
I. Konversi Satuan Ukuran Mesh .....	29
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>31</b>
A. Jenis Penelitiann .....	31
B. Tempat, jenis kegiatan dan Waktu Penelitian .....	31
C. Variabel Penelitian .....	32
D. Alat dan Bahan Penelitian.....	33
E. Prosedur Penelitian .....	37
1. Persiapan Bahan .....	37
2. Pembuatan Sampel .....	38
3. Pengujian Papan partikel.....	38
4. Diagram Alir Penelitian .....	40
F. Data Pengamatan .....	40
G. Teknik Pengumpulan Data .....	41
H. Teknik Analisa Data .....	41
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>43</b>
A. Hasil Penelitian .....	43

1. Deskripsi Hasil Penelitian.....	43
2. Analisa Data .....	46
B. Pembahasan.....	48
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>50</b>
A. Kesimpulan .....	50
B. Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>54</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Konversi ukuran mesh ke milimeter .....	29
Tabel 2.	Tempat dan Kegiatan Penelitian .....	31
Tabel 3.	Jadwal Kegiatan Penelitian .....	32
Tabel 4.	Data pengamatan pengukuran konduktivitas termal papan partikel tongkol jagung .....	41
Tabel 5.	Hasil pengukuran sampel dengan ukuran lolos ayakan 8 mesh .....	44
Tabel 6.	Hasil pengukuran sampel dengan ukuran lolos ayakan 16 mesh.....	44
Tabel 7.	Hasil pengukuran sampel dengan ukuran lolos ayakan 30 mesh.....	45
Tabel 8.	Data nilai konduktivitas termal papan partikel dengan variasi ukuran partikel yang lolos ayakan mesh .....	45
Tabel 9.	Data pengukuran sampel papan partikel tongkol jagung dengan ukuran lolos ayakan 8 mesh.....	54
Tabel 10.	Data pengukuran sampel papan partikel tongkol jagung dengan ukuran lolos ayakan 8 mesh.....	62
Tabel 11.	Data pengukuran sampel papan partikel tongkol jagung dengan ukuran lolos ayakan 8 mesh.....	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tanaman Jagung.....	8
Gambar 2. Tongkol Jagung.....	9
Gambar 3. Papan Partikel .....	10
Gambar 4. Standwith Insulating Pad Model TD-8561 .....	28
Gambar 5. Alat Kempa Dingin .....	33
Gambar 6. Mesin Kempa Panas .....	34
Gambar 7. Ember .....	34
Gambar 8. Timbangan .....	35
Gambar 9. Standwith Insuling Pad.....	35
Gambar 10. Generator Uap.....	36
Gambar 11. Tabung Plastik.....	36
Gambar 12. Jangka Sorong .....	36
Gambar 13. Stopwatch.....	37
Gambar 14. Ayakan .....	37
Gambar 15. Diagram Alir Penelitian.....	40
Gambar 16. Grafik variasi ukuran papan partikel pada papan partikel tongkol jagung terhadap konduktivitas termal.....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran. Perhitungan nilai konduktivitas termal .....	54
--	----

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Papan partikel merupakan komposit yang dibuat dari potongan-potongan kayu dan serbuk gergajian berupa bahan anorganik (seperti *phenol formaldehyde*) atau bahan organik (seperti *polyisocyanates*). Menurut Sulastiningsih (2004) papan partikel adalah papan buatan yang terbuat dari limbah penggergajian kayu atau bahan selulosa lainnya yang diikat dengan perekat dengan bahan tambahan lainnya, dalam proses tekanan dan suhu yang cukup tinggi dalam waktu tertentu, maka terciptalah papan partikel. Haygreen dan Bowyer (1987) menyatakan bahwa papan partikel adalah produk panel yang dihasilkan dengan memanfaatkan partikel-partikel kayu dan sekaligus mengikatnya dalam suatu perekat.

Saat ini bahan utama yang paling sering digunakan dalam pembuatan papan partikel adalah limbah kayu industri penggergajian yang berupa serbuk kayu (grajen) dan potongan kayu (tatal). Hal tersebut cukup beralasan, karena menurut Subiyakto (2003), sekitar 80% dari kayu-kayu di Indonesia merupakan kayu yang banyak dipergunakan untuk menghasilkan produk jadi.

Namun, ekplorasi kayu perlu dikendalikan dalam rangka konservasi sumber daya kehutanan. Salah satu alternatif yang dapat ditempuh adalah pemanfaatan bahan limbah non kayu, seperti limbah pertanian dan limbah industri untuk pemasok industri pembuatan papan partikel. Beberapa contoh

limbah pertanian non kayu yang telah dimanfaatkan untuk keperluan tersebut adalah kulit kakao, limbah batang tebu, limbah bambu dan limbah sekam padi.

Jagung (*Zea Mays*) merupakan produk pertanian di negara-negara agraris, termasuk Indonesia. Hasil dari limbah jagung juga bisa dimanfaatkan, seperti tongkol jagung. Petani tradisional pada umumnya masih menggunakan tongkol jagung tersebut sebagai bahan pakan ternak. Penanganan tongkol jagung yang kurang tepat akan menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan. Tongkol jagung oleh kebanyakan masyarakat masih belum maksimal dimanfaatkan, bahkan dianggap sebagai bahan limbah hasil sampingan dari produksi utama pertanian yang berupa jagung. Oleh karena itu perlu adanya alternatif untuk dapat lebih dimanfaatkan di bidang keteknikan, sebagai bahan pengganti yang mempunyai nilai lebih dibandingkan dengan bahan yang sudah ada baik dari segi teknik, ekonomis maupun kualitas bahan tersebut.

Saat ini pemanfaatan tongkol jagung sebagai bahan teknik belum optimal dimanfaatkan dan dikelola dengan dengan baik. Tongkol jagung mempunyai kemampuan sebagai isolator panas salah satu diantaranya adalah pengawetan es terhadap lingkungan, agar panas dari lingkungan dicegah tidak masuk ke dalam es, yang dapat menyebabkan es cepat mencair. Dilihat dari potensinya, tongkol jagung memiliki ukuran partikel lebih kecil, memiliki sifat mekanis yang baik, ukuran stabil, memiliki permukaan yang kuat, dan tahan tekanan sehingga berdasarkan sifat ini memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan isolator. Sebelum penggunaan papan partikel tongkol jagung ini, diadakan berbagai proses pengujian diantaranya konduktivitas termal.

Berdasarkan hal tersebut peneliti mencoba mengetahui sifat isolator dari tongkol jagung. Untuk dapat dilakukan pengujian tongkol jagung dibuat menjadi papan partikel dengan kepadatan dan ketebalan tertentu.

Menurut Zhongli dkk, 2007, perbedaan ukuran mesh berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik dari komposit, ukuran mesh yang kecil menghasilkan permukaan kasar dan ikatan antar partikel lemah sehingga ada pori di antara partikel serta tidak semua partikel berikatan baik dengan matrik. Ukuran partikel yang kecil menghasilkan permukaan yang halus dan ikatan antar partikel yang baik karena matrik berikatan baik dengan partikel.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mujahid (2008), perbedaan ukuran bulir dari papan partikel serbuk aren mempengaruhi sifat mekanik, densitas dan konduktivitas panas papan partikel tersebut. Partikel yang berukuran lebih besar nilai konduktivitasnya lebih kecil dibanding dengan partikel yang berukuran lebih kecil. Ukuran partikel yang besar menyebabkan banyak terjadi rongga pada papan partikel. Rongga mempunyai hambatan panas lebih besar dibandingkan material penyusun papan partikel.

Dalam pemanfaatan tongkol jagung sebagai isolator panas, tongkol jagung di sini nantinya akan diolah menjadi suatu papan partikel dimana akan diteliti angka konduktivitas termalnya, sehingga dapat diketahui seberapa besar angka konduktivitas termal pada papan partikel tongkol jagung. Untuk mengolah tongkol jagung menjadi papan partikel, tongkol jagung dicampur dengan bahan perekat/pengikat (resin). Untuk membuktikan kemampuan papan partikel tongkol jagung sebagai suatu isolator yang baik, maka dilakukan serangkaian pengujian konduktivitas termal. Untuk itu, berdasarkan uraian di

atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “Pengaruh Variasi Ukuran Partikel terhadap Nilai Konduktivitas Termal Papan Partikel Tongkol Jagung”.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, maka dapat dirumuskan masalah, bagaimanakah pengaruh variasi ukuran partikel tongkol jagung terhadap nilai konduktivitas termal, dan berapakah ukuran partikel tongkol jagung supaya didapatkan nilai konduktivitas termal untuk bahan isolator panas.

## **C. Batasan Masalah**

Karena luasnya ruang lingkup permasalahan, maka untuk membatasinya penulis hanya melakukan pengukuran terhadap nilai konduktivitas termal dari tongkol jagung berdasarkan variasi ukuran partikel (mesh 8, 16, dan 30) dan ukuran massa dengan kadar perekat (resin polyester) 30% dari berat bahan sehingga dapat diketahui sifat isolator dari tongkol jagung tersebut. Selain itu, perpindahan panas pada saat pengujian konduktivitas termal adalah perpindahan konduksi dengan mengabaikan efek konveksi dan radiasi. Sedangkan katalis yang digunakan adalah Klorida ( $NH_4Cl$ ) sebanyak 1% dari berat Resin Polyester.

#### **D. Pertanyaan Penelitian**

Untuk menentukan arah dari penelitian ini, maka penulis membuat beberapa pertanyaan penelitian yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi ukuran partikel terhadap nilai konduktivitas termal papan partikel tongkol jagung?
2. Berapakah ukuran partikel tongkol jagung yang optimum dijadikan sebagai papan partikel untuk bahan isolator panas?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menyelidiki pengaruh variasi ukuran partikel terhadap nilai konduktivitas termal papan partikel tongkol jagung.
2. Untuk menyelidiki ukuran partikel papan partikel yang optimum dijadikan sebagai bahan isolator panas.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk:

1. Peningkatan pemahaman ilmu fisika terutama dalam hal konduktivitas termal.
2. Untuk memperkaya khasanah penelitian masyarakat dan ilmu pengetahuan lainnya.
3. Menjadi sumber informasi serta sumbangan pengetahuan terhadap ilmu fisika khususnya tentang fisika material dan biofisika.

4. Mengoptimalkan proses daur ulang limbah dari sisa industri rumah tangga menjadi bahan yang mempunyai nilai lebih tinggi.
5. Menambah kajian dan literatur bagi Perguruan Tinggi khususnya Jurusan Fisika Universitas Negeri Padang.
6. Sebagai syarat bagi penulis untuk menyelesaikan Program Sarjana Satrata Satu di Jurusan Fisika Universitas Negeri Padang.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Jagung ( *Zea Mays* )**

##### **1. Defenisi Jagung**

Jagung merupakan tanaman semusim (*annual*). Satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari. Paruh pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk tahap pertumbuhan generatif. Tinggi tanaman jagung sangat bervariasi. Meskipun tanaman jagung umumnya berketinggian antara 1m sampai 3m, ada variasi yang dapat mencapai tinggi 6m.

Tanaman jagung dalam tata nama atau sistematika (*Taksonomi*) tumbuhan jagung diklasifikasi sebagai berikut (Wakman dan Burhanuddin, 2007):

Kingdom : *Plantae*  
Divisi : *Spermatophyta*  
Subdivisio : *Angiospermae*  
Kelas : *Monocotyledoneae*  
Ordo : *Graminae*  
Famili : *Graminaceae*  
Genus : *Zea*  
Spesies : *Zea mays*



Gambar 1. Tanaman Jagung

*Sumber: (<http://id.wikipedia.org/wiki/jagung>)*

Setelah perkecambahan, akar primer awal memulai pertumbuhan tanaman. Sekelompok akar sekunder berkembang pada buku-buku pangkal batang dan tumbuh menyamping. Akar yang tumbuh relatif dangkal ini merupakan akar adventif dengan percabangan yang amat lebat (Rubaztky dan Yamaguchi, 1998).

Batang tanaman jagung silindris dan tidak berlubang. Batang tanaman jagung yang masih muda (hijau) rasanya manis karena cukup banyak mengandung zat gula.

Daun jagung tumbuh di setiap ruas jagung. Daun ini berbentuk pipa, mempunyai lebar 4-15 cm dan panjang 30-150 cm, serta didukung oleh pelepah daun yang menyelubungi batang. Daun mempunyai dua jenis bunga yang berumah satu (Wakman dan Burhanuddin, 2007).

Pada setiap tanaman jagung terdapat bunga jantan dan bunga betina yang letaknya terpisah. Bunga jantan terdapat pada malai bunga di ujung tanaman, sedangkan bunga betina terdapat pada tongkol jagung. Bunga betina ini

biasanya di sebut tongkol selalu dibungkus kelopak-kelopak yang jumlahnya sekitar 6-14 helai. Tangkai kepala putik merupakan rambut atau benang yang terjumbal di ujung tongkol sehingga kepala putiknya menggantung di luar tongkol. Bunga jantan yang terdapat di ujung tanaman masak lebih dahulu dari pada bunga betina.

## 2. Tongkol Jagung

Tongkol jagung merupakan bagian terbesar dari limbah jagung, yang telah diambil bijinya sehingga merupakan limbah padat karena tongkol jagung tidak dapat dikonsumsi. Tongkol jagung ialah tempat menempelnya biji serta merupakan modifikasi dari cabang. Tongkol mulai berkembang pada ruas-ruas batang. Tongkol jagung memiliki kandungan serat kasar yang cukup tinggi yakni 33%, 44.9 % selulosa, dan 33.3% lignin.



Gambar 2. Tongkol Jagung

Sumber: (<http://id.wikipedia.org/wiki/jagung>)

Dari berat jagung bertongkol, diperkirakan 40-50% adalah tongkol jagung, yang besarnya dipengaruhi oleh varietas jagungnya. Oleh karena itu dapat diperkirakan untuk produksi jagung 13 juta ton (jagung pipilan) akan terjadi limbah tongkol jagung sekitar 10,6 juta ton/tahun. Berdasarkan hal tersebut perlu adanya perhatian dan penanganan. Selama ini limbah tongkol jagung hanya dibuang, atau hanya digunakan sebagai bahan bakar dapur dan pengasapan untuk mengusir nyamuk.

### **B. Papan Partikel**

Menurut Maloney (1993), mengemukakan bahwa papan partikel adalah salah satu jenis produksi / panel kayu yang terbuat dari partikel-partikel atau bahan-bahan berlignoselulosa lainnya, yang diikat dengan perekat atau bahan pengikat lainnya kemudian dikempa panas. Sedangkan menurut Suhasman (2008), papan partikel adalah istilah umum untuk panel yang dibuat (biasanya kayu) , terutama dalam bentuk potongan-potongan kecil atau partikel dicampur dengan perekat sintetis atau perekat lain yang sesuai dan direkat bersama-sama di bawah tekanan dan pres di dalam suatu alat kempa panas melalui suatu proses dimana terjadi ikatan antara partikel dan perekat yang di tambahkan.



Gambar 3. Papan Partikel

Papan partikel merupakan lembaran bahan yang terbuat dari serpihan kayu atau bahan-bahan yang mengandung lignoselulosa seperti keping, serpih, untaian yang disatukan dengan bahan pengikat organik dan memberikan perlakuan panas, tekanan, kadar air, katalis dan sebagainya.

Menurut Walker (1993), bahan utama untuk papan partikel adalah:

1. Sisa industri berupa serbuk gergaji, pasahan dan pemotongan-pemotongan kayu.
2. Sisa pengambilan kayu, penjarangan dan jenis bukan komersil
3. Bahan material berlignoselulosa bukan kayu seperti sekam padi, rami, ampas tebu, tandan kelapa sawit, serat nanas, eceng gondok dan lain-lain.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi sifat papan partikel yaitu:

1. Jenis kayu atau bahan dasar yang digunakan.
2. Tipe bahan kayu
3. Tipe partikel
4. Resin yang digunakan. Biasanya resin yang digunakan untuk pembuatan partikel ini adalah Urea Formaldehyde (UF) dan Phenol Formaldehyde (PF).
5. Jumlah dan distribusi lapisan

Pebagian papan partikel terbagi atas:

1. Kegunaan Papan Partikel

Penggunaan papan partikel dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu:

- a. Structural Composite

Dipergunakan untuk dinding, atap, bagian lantai, tangga, komponen kerangka, mebel dan lain-lain.

b. Non Structural Composite

Penggunaan ini biasa digunakan untuk bahan pengemas, bahan interior mobil dan lain-lain.

2. Mutu Papan Partikel

Adapun faktor yang mempengaruhi mutu papan partikel menurut Sutigno (1994) adalah sebagai berikut :

- a. Berat jenis partikel, perbandingan antara kerapatan atau berat jenis papan partikel dengan berat jenis kayu harus lebih dari satu, yaitu sekitar 1,3 agar mutu papan partikelnya baik. Pada keadaan tersebut proses pengempaan bejalan optimal sehingga kontak antara partikel baik.
- b. Zat ekstraktif partikel, kayu yang berminyak akan menghasilkan papan partikel yang kurang baik dibandingkan dengan papan partikel dari kayu yang tak berminyak karena zat tersebut dapat mengganggu proses perekatan.
- c. Jenis partikel, keragaman jenis bahan baku dapat terjadi di antara jenis dan di dalam jenis, yakni disebabkan oleh tingkat kerapatan, tingkat keasaman kayu, kadar air dan kadar zat ekstraktif.
- d. Campuran jenis partikel, keteguhan lentur papan partikel dari campuran jenis partikel ada di antara keteguhan lentur papan partikel dari jenis tunggalnya, karena papan partikel structural lebih baik dibuat dari satu jenis kayu daripada campuran jenis kayu

- e. Ukuran partikel, papan partikel yang dibuat dari tatal akan lebih baik dari pada serbuk, karena itu papan partikel structural dibuat dari partikel yang relatif panjang dan lebar.
- f. Kulit, makin banyak kulit kayu dalam partikel kayu sifat papan partikelnya makin kurang baik karena kulit akan mengganggu proses perekatan antar partikel. Banyak kulit kayu maksimum sekitar 10%
- g. Perekat, macam perekat dapat mempengaruhi sifat papan partikel. Penambahan perekat akan berperan juga menghasilkan papan partikel dengan kerapatan tertentu sesuai dengan standar.
- h. Proses produksi papan partikel berlangsung secara otomatis. Walaupun begitu, masih mungkin terjadi penyimpangan yang dapat mengurangi mutu papan partikel. Sebagai contoh, kadar air hampan (campuran partikel dengan perekat) yang optimum adalah 10-14%, bila terlalu tinggi keteguhan lentur dan keteguhan rekat internal papan partikel akan menurun.

Secara umum papan partikel dapat diklasifikasikan berdasarkan kerapatan dan proses pembuatannya. Kollman dkk (1975 ) mengemukakan bahwa papan partikel diklasifikasikan berdasarkan tipe bahan baku dan metode produksi serat, metode pembentukan kasuran, kerapatan papan serta jenis dan tempat penggunaannya, namun cara terbaik untuk mengklasifikasikan papan partikel adalah berdasarkan kerapatannya. Berdasarkan rekomendasi ASTM 1974, dalam standar designation 1554-67 mengklasifikasikan :

- a) Papan partikel berkerapatan rendah (*Low Density particleboard*). Papan partikel berkerapatan rendah yaitu papan partikel yang mempunyai kerapatan kurang dari 0.4 gram/cm<sup>3</sup> atau berat jenis kurang dari 0.59 g/cm<sup>3</sup>.
- b) Papan partikel berkerapatan sedang (*Medium Density Particleboard*). Papan partikel berkerapatan sedang adalah papan partikel yang mempunyai kerapatan kurang dari 0.4-0.8 gram/cm<sup>3</sup> atau berat jenis kurang dari 0,59-0.80 g/cm<sup>3</sup>.
- c) Papan partikel berkerapatan tinggi (*High Density Particleboard*). Papan partikel berkerapatan tinggi yaitu papan partikel yang mempunyai berat jenis lebih dari 0.80 gr/cm<sup>3</sup>.

Klasifikasi papan serat berdasarkan proses pembuatannya adalah papan serat (partikel) yang dibuat dengan cara kering dan papan yang dibuat dengan cara basah). Pembuatan papan partikel dengan cara kering menggunakan udara untuk membantu terbentuknya ikatan antar serat, sedangkan pembuatan papan dengan cara basah menggunakan air untuk membantu terbentuknya ikatan antar serat.

### **C. Perekat dan Katalis**

#### **1. Perekat**

Perekat (*adhesiv*) adalah suatu substansi yang dapat menyatukan dua buah benda atau lebih melalui ikatan permukaan. Dilihat dari reaksi perekat terhadap panas, maka perekat dapat dibedakan atas perekat *thermosetting* dan perekat *thermoplastic*. Perekat *thermosetting* merupakan perekat yang

dapat mengeras bila terkena panas atau reaksi kimia dengan bantuan katalisator atau hardener dan bersifat *irreversible*. Perekat jenis ini jika sudah mengeras tidak dapat lagi menjadi lunak. Contoh perekat yang termasuk jenis ini adalah fenol formaldehida, urea formaldehida, melamine formaldehida, *isocyanate*, *resorsinol formaldehida*. Perekat *thermoplastic* adalah perekat yang dapat melunak jika terkena panas dan mengeras kembali apabila suhunya telah rendah. Contoh perekat yang termasuk jenis ini adalah *polyvinyl adhesive*, *cellulose adhesive*, dan *acrylic resin adhesive*.

Houwink dan Solomon (1965) mengemukakan bahwa perekatan merupakan suatu peristiwa tarik-menarik antara molekul-molekul dari dua permukaan yang direkat. Merekatnya dua buah benda yang direkat terjadi oleh adanya gaya tarik-menarik antar perekat dengan bahan yang direkat (adhesi) dan gaya tarik menarik (kohesi) antara perekat dengan perekat dan antar bahan yang direkat.

## 2. Katalis

Katalis digunakan untuk menghambat penetrasi air pada produk jadi. Penetrasi air penting untuk memastikan keberhasilan proses perekatan dan untuk melindungi produk (Haygreen & Bowyer, 1996). Katalis yang digunakan adalah Amonium Klorida ( $NH_4Cl$ ).

#### D. Konduktivitas Termal (K) dan Mekanisme Perpindahan Energi

Menurut J.P Holman (1997) jika pada suatu benda terdapat gradien suhu (*temperature gradient*), maka akan terjadi perpindahan energi dari bagian bersuhu tinggi ke bagian bersuhu rendah. Kita katakan bahwa energi berpindah secara konduksi (*conduction*) atau hantaran dan laju perpindahan kalor itu berbanding dengan gradien suhu normal:

$$\frac{q}{A} \sim \frac{\partial T}{\partial x} \dots\dots\dots (1)$$

Jika dimasukkan konstanta proporsionalitas (*proportionality constant*) atau tetapan kesebandingan, maka

$$q = -kA \frac{\partial T}{\partial x} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana  $q$  ialah laju perpindahan kalor dan  $\frac{\partial T}{\partial x}$  merupakan gradien suhu kearah perpindahan kalor. Konstanta positif  $k$  disebut konduktivitas termal. Sedangkan tanda minus diselipkan agar memenuhi hukum kedua termodinamika, yaitu bahwa kalor mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah dalam skala suhu. (J.P. Holman,1997:2)

Konduktivitas termal adalah suatu fenomena transport dimana perbedaan temperatur menyebabkan transfer energi termal dari satu daerah benda panas ke daerah yang lain dari benda yang sama pada temperatur yang lebih rendah. Panas yang ditransfer dari suatu titik ke titik yang lain melalui salah satu dari tiga metoda yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi. Bila panas yang di transfer

tidak diikuti dengan perpindahan massa dari benda disebut dengan peristiwa konduksi.

Penyelidikan terhadap konduktivitas termal adalah untuk menyelidiki laju dari konduksi termal melalui beberapa material. Jumlah panas yang dikonduksikan melalui material persatuan waktu dilukiskan oleh persamaan:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = kA \frac{\Delta T}{\Delta x} \dots\dots\dots (3)$$

Dalam kasus perubahan temperatur sebagai akibat perubahan posisi yang sangat kecil di mana  $\Delta x \rightarrow 0$ , maka berlaku:

$$\frac{dT}{dx} = \frac{(T_2 - T_1)}{x} \dots\dots\dots (4)$$

Bila garis dari aliran panas adalah paralel, maka gradien temperatur pada setiap penampang adalah sama. Untuk kondisi ini jumlah panas yang dikonduksikan persatuan waktu, dapat dituliskan dalam bentuk :

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = kA \frac{(T_2 - T_1)}{h} \dots\dots\dots (5)$$

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

Koefisien konduktivitas termal  $k$  didefinisikan sebagai laju panas pada suatu benda dengan suatu gradien temperatur. Nilai konduktivitas termal

penting untuk menentukan jenis dari penghantar yaitu konduksi panas yang baik (*good conductor*) dan penghantar panas yang tidak baik (*good insulator*).

Pada suhu tinggi, perpindahan energi pada bahan isolator berlangsung dalam beberapa cara; konduksi melalui bahan berongga atau padat, konduksi melalui udara yang terkurung dalam rongga –rongga dan jika suhu cukup tinggi melalui radiasi. (j.P. Holman, 1997:10). Nilai konduktivitas termal suatu material dapat ditentukan melalui pengukuran tak langsung. Dengan melakukan pengukuran secara langsung terhadap beberapa besaran lain, maka nilai konduktivitas termal secara umum dapat ditentukan melalui persamaan:

$$k = \frac{\Delta Q}{A \Delta T} \frac{h}{\Delta t} \dots\dots\dots (6)$$

Dalam teknik pengukuran konduktivitas termal, suatu plat material yang akan diuji di jepitkan di antara satu ruang uap (stem chamber) dengan mempertahankan temperatur konstan sekitar 100°C dan satu blok es yang di pertahankan pada temperature konstan 0°C. Berarti perbedaan temperatur di antara dua permukaan dari material adalah 100°C . Panas yang di transfer diukur dengan mengumpulkan air yang berasal dari es yang melebur . Es melebur pada suatu laju 1 gram per 80 kalori dari aliran panas (panas laten untuk peleburan es). Karena itu konduktivitas termal dari suatu material dapat ditentukan menggunakan persamaan:

$$k = \frac{M_{es} K_l h}{A \Delta T \Delta t} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana  $k$  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. Dalam system CGS kalor lebur es adalah 80 kal/gram( Anonim,1987).

Menurut Hidayat (2000) ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai konduktivitas termal suatu material, yaitu sebagai berikut:

#### 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 (Haygreen dan Bowler,1989).

Berdasarkan SNI 03-2105-1996 nilai kadar air dihitung dengan rumus:

$$KA = \frac{B_1 - B_2}{B_2} \times 100\% \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan: KA = kadar air papan partikel (%)

$B_1$  = berat awal sampel setelah pengeringan (kg)

$B_2$  = berat kering sampel (kg)

## 2. Suhu

Pengaruh suhu berbanding lurus terhadap konduktivitas termal, secara umum apabila suhu meningkat maka konduktivitas termalnya juga akan meningkat.

## 3. Porositas dan Kepadatan

Kerapatan merupakan ukuran kekompakan partikel dalam suatu bahan dan merupakan sifat khas dari suatu bahan, kerapatan dipengaruhi oleh temperature dan tekanan (Giancoli ,2001). Dengan mengetahui kerapatan papan maka kita mengetahui kekuatannya. Semakin rendah kerapatannya maka kekuatan papan pun akan semakin rendah.

Nilai kerapatan dihitung dengan rumus: (Giancoli,2001)

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:  $\rho$  = Kerapatan papan partikel ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

V = Volume sampel setelah pengeringan ( $\text{m}^3$ )

m = massa sampel setelah pengeringan (Kg)

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 (Kreith,1976).

Rendahnya nilai konduktivitas termal disebabkan oleh rendahnya konduktivitas udara yang terjebak dalam pori-pori. Namun penggunaan pada temperatur tinggi yang berkelanjutan cenderung terjadi pemadatan yang mengurangi kualitasnya sebagai isolator termal. Isolator termal yang paling baik adalah ruang hampa, karena panas hanya bisa dipindahkan melalui radiasi. Material polimer yang *porous* bisa mendekati kualitas ruang hampa pada temperatur sangat rendah, gas dalam pori yang membeku menyisakan ruang-ruang hampa yang bertindak sebagai isolator. Material isolator jenis ini banyak digunakan dalam aplikasi sebagai bahan penyekat (Asyhari,2012).

Adapun bahan yang digolongkan sebagai bahan isolator adalah :

1. Bahan tambang (batu pualam, asbes, mika, dan sebagainya).
2. Bahan berserat (benang, kain, kertas, prespon, kayu, dan sebagainya).
3. Gelas dan keramik.
4. Plastik.
5. Karet, bakelit, ebonit, dan sebagainya.
6. Bahan yang dipadatkan.

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 menurut Wibowo (2008) memiliki nilai konduktivitas termal sekitar  $0,1 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ .

### **E. Isolator Panas**

Isolator merupakan suatu bahan atau material penghantar panas yang tidak baik. Hal ini dipengaruhi oleh tinggi dan rendahnya nilai dari koefisien konduktivitas termal ( $k$ ) bahan tersebut. Koefisien konduktivitas termal didefinisikan sebagai laju panas pada suatu benda dengan suatu gradien temperatur. Nilai konduktivitas panas penting untuk menentukan jenis dari penghantar apakah termasuk penghantar panas yang baik (*good konduktor*) atau penghantar panas yang tidak baik (*good isolator*). Apabila suatu material mempunyai nilai konduktivitas yang rendah maka material tersebut merupakan bahan isolator.

Energi termal pada zat padat dihantarkan melalui dua mekanisme:

- a. 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 bersuhu tinggi ke daerah bersuhu rendah, elektron ini disebut juga gas elektron
- b. Melalui getaran kisi (phonon), pada mekanisme ini energi berpindah sebagai energi getaran dalam struktur kisi bahan. Getaran kisi-kisi dalam gelombang tetap (standing wave) yang bergerak melalui material dengan kecepatan suara.

Pada bahan-bahan non logam perpindahan kalor hampir seluruhnya dilakukan oleh getaran kisi (phonon). Jadi pengaruh dari kontribusi elektron dapat diabaikan. Hal ini mengakibatkan rendahnya konduktivitas kalor pada bahan isolator. Pada bahan isolator dan material bangunan biasanya merupakan material berpori. 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.

Bahan isolator secara garis besar mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

a. Sifat Kelistrikan

Bahan penyekat mempunyai tahanan listrik yang besar. Penyekat listrik ditujukan untuk mencegah terjadinya kebocoran arus listrik antara kedua penghantar yang berbeda potensial.

b. Sifat Mekanis

Mengingat luasnya pemakaiannya, pemakaian bahan penyekat, maka dipertimbangkan kekuatan struktur bahannya. Dengan demikian, dapat dibatasi hal-hal penyebab kerusakan dikarenakan kesalahan pemakaiannya. Misal diperlukan bahan yang tahan tarikan, maka kita harus menggunakan bahan dari kain dari pada kertas. Bahan kain lebih kuat terhadap tarikan dari pada bahan kertas.

c. Sifat Termal

Panas yang ditimbulkan dari dalam oleh arus listrik atau oleh arus gaya, magnet, berpengaruh terhadap kekuatan konduktivitas bahan sampel. Demikian panas yang berasal dari luar (alam sekitar)

d. Sifat Kimia

Panas yang tinggi yang diterima oleh bahan penyekat dapat mengakibatkan perubahan susunan kimia bahan. Demikian juga pengaruh adanya kelembaban udara basah yang ada di sekitar bahan sampel.

Adapun bahan yang digolongkan sebagai bahan isolator adalah:

1. Bahan tambang (batu pualam, asbes, mika, dan sebagainya).
2. Bahan berserat (benang kain, kertas, prespon, kayu, dan sebagainya).
3. Gelas dan keramik.
4. Plastik.
5. Karet, bakelit, ebonit, dan sebagainya.

## **F. Kalor dan Azas Black**

### **1. Kalor**

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 (Hermanto, 1989).

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 (Hough D,2001):

$$Q = mc\Delta T. . . . . (10)$$

Keterangan :

$Q$  = besar kalor yang diserap/dilepas (J)

$m$  = massa benda (kg)

$c$  = kalor jenis benda (J/kg°C)

$\Delta T$  =Perubahan suhu (°C)

Satuan dari kuantitas panas dapat didefinisikan berdasarkan perubahan suhu pada bahan tertentu. Kalori (disingkat kal) didefinisikan sebagai jumlah panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu satu gram air dari 14.5°C menjadi 15.5°C kilo kalori (kkal). Karena panas adalah energi yang berpindah, maka harus ada hubungan pasti antara satuan kuantitas panas dan satuan energi mekanik, misalnya joule, seperti terlihat dibawah ini:

$$1 \text{ kal} = 4,186 \text{ J}$$

$$1 \text{ kkal} = 1000 \text{ kal} = 4186 \text{ J}$$

Dalam SI satuan kalor adalah Joule (J) (Hough D,2001).

## 2. Azaz Black

Azaz black menjelaskan kekekalan energi kalor. Bunyi Azaz Black yaitu, *"Banyaknya kalor yang dilepas sama dengan banyaknya kalor yang diterima"*.

Secara matematis dapat dirumuskan:

$$\Sigma Q \text{ lepas} = \Sigma Q \text{ terima} \dots \dots \dots (11)$$

Dengan menggunakan persamaan diatas, maka azaz black dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$m_2 c_2 t_2 = m_1 c_1 t_1 \dots \dots \dots (12)$$

Keterangan :

$m_2$  = masa materi yang suhunya lebih tinggi (kg)

$c_2$  = kalor jenis materi yang suhunya lebih tinggi (J/kg°C)

$m_1$  = masa materi yang suhunya lebih rendah (kg)

$c_1$  = kalor jenis materi yang suhunya lebih rendah (J/kg°C)

$t_1$  = suhu yang lebih rendah (°C)

$t_2$  = suhu yang lebih tinggi (°C)

## G. Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Pada Papan Partikel Terhadap Konduktivitas Termal

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 (Hidayat, 2000).

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 (Arbintarso, 20008).

Konduktivitas termal pada papan partikel juga dipengaruhi oleh bahan penyusunnya. Suatu bahan yang mengandung silika dapat bertindak sebagai penghambat hantaran panas karena silika memiliki bahan keramik yang bersifat isolator (Wibowo, 2008).

#### **H. Standwith Insulating Pad dan Generator Uap**

Standwith Insulating Pad merupakan alat yang digunakan untuk mengukur konduktivitas termal suatu bahan atau sampel padat. Perangkat alat yang dibuat dari PASCO Scientific Company ini Tipenya adalah Model TD-8561 dan dilengkapi dengan generator uap Termal (*Thermal Conductivity Apparatus*).



Gambar 4. Standwith Insulating Pad Model TD-8561 Termal  
(Thermal Conductivity Apparatus)

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 konstannya sekitar  $100^{\circ}\text{C}$  dan di atasnya diletakkan satu balok es yang dipertahankan suhu konstannya  $0^{\circ}\text{C}$ . Panas yang di transfer di ukur dengan mengumpulkan air yang berasal dari es yang melebur. Es melebur pada satu laju 1 gram per 80 kalori dari aliran panas (panas laten dari peleburan es). Karena itu konduktivitas termal dari suatu material dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 7

$$k = \frac{M_{es} \times K_{lebur} \times h}{A \times \Delta T \times \Delta t}$$

Dimana ;  $M_{es}$  = Massa Es ( gram )

$K_{lebur}$  = Kalor Lebur ( Dalam system CGS kalor lebur es adalah 80 kal / gram )

Untuk menghitung nilai konduktivitas termal dari setiap material sampel yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini menggunakan persamaan :

$$k = \frac{(R_0)\left(80 \frac{\text{kal}}{\text{gr}}\right)(h)}{(A)(\Delta T)} \dots\dots\dots(13)$$

dimana :     k = nilai konduktivitas termal  
               R<sub>0</sub> = laju pada es yang melebur  
               h = ketebalan sampel  
               A = Luas permukaan sampel  
               ΔT = perbedaan suhu

## I. Konversi Satuan Ukuran Mesh

Mesh adalah jumlah lubang yang terdapat dalam ayakan tiap 1 inci persegi. Misalkan ukuran mesh adalah 5 mesh artinya tiap 1 inci persegi terdapat 5 lubang. Jadi makin besar jumlah mesh berarti ukuran lubang akan semakin kecil.

Tabel 1. Konversi ukuran mesh ke milimeter

U.S.MESH	MILLIMETERS
3	6.730
4	4.760
5	4.000
6	3.360
7	2.830
8	2.380
10	2.000
12	1.680
14	1.410
16	1.190
18	1.000
20	0.841
25	0.707
30	0.595
35	0.500
40	0.400

Sumber. [www.universalfilters.com](http://www.universalfilters.com)

Pada tabel 1 dapat dijelaskan sebagai berikut, untuk ayakan 3 mesh, tiap 1 linear inci ada 3 lubang dan tiap lubang ukuran diameternya 6,73mm.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai papan partikel tongkol jagung dengan variasi ukuran partikel, dapat disimpulkan:

1. Semakin kecil ukuran partikel pada papan partikel tongkol jagung, maka semakin besar nilai konduktivitas termalnya.
2. Ukuran partikel yang baik dijadikan bahan isolator pada papan partikel tongkol jagung adalah ukuran partikel yang besar dengan ukuran lolos ayakan 8 mesh.

#### **B. Saran**

Untuk peneliti yang ingin melanjutkan penelitian ini disarankan agar pembuatan papan partikel dari tongkol jagung, memperhatikan kehomogenitas dari campuran papan partikel antara bahan papan partikel yaitu tongkol jagung dengan perekat dan katalisnya.