

**PENGARUH UKURAN FILLER PADA SIFAT FISIS DAN DAYA
SERAP BUNYI MATERIAL KOMPOSIT BATANG JAGUNG**

SKRIPSI

Oleh:

FAIZ KHOIRIL ANAM

NIM. 09640028



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2016**

**PENGARUH UKURAN FILLER PADA SIFAT FISIS DAN DAYA SERAP
BUNYI MATERIAL KOMPOSIT BATANG JAGUNG**

SKRIPSI

**Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:
FAIZ KHOIRIL ANAM
NIM.09640028**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH UKURAN FILLER PADA SIFAT FISIS DAN DAYA SERAP
BUNYI MATERIAL KOMPOSIT BATANG JAGUNG

SKRIPSI

Oleh:

FAIZ KHOIRIL ANAM

NIM.09640028

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:

Tanggal: 06 Juni 2016

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Erna Hastuti, M.Si

NIP. 198111192008012009

Dr. Achmad Nasichuddin, M.A

NIP. 19730705 200003 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika

Erna Hastuti, M.Si
NIP. 198111192008012009

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH UKURAN FILLER PADA SIFAT FISIS DAN DAYA SERAP BUNYI MATERIAL KOMPOSIT BATANG JAGUNG

SKRIPSI

Oleh:
FAIZ KHOIRIL ANAM
NIM.09640028

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 29 Juni 2016

Penguji Utama	<u>Drs. H. Tirono, M.Si</u> NIP.19641211 199111 1 001	
Ketua Penguji	<u>Ahmad Abtokhi, M.Pd</u> NIP. 19761003 200312 1 004	
Sekretaris Penguji	<u>Erna Hastuti, M. Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	
Anggota Penguji	<u>Dr. Achmad Nasichuddin, M.A</u> NIP. 19730705 200003 1 002	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika

Erna Hastuti, M. Si
NIP. 198111192008012009

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faiz Khoiril Anam

NIM : 09640028

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pengaruh Komposisi Dan Ukuran Filler Pada Sifat Fisis
Dan Daya Serap Bunyi Material Komposit Batang Jagung

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 29 Juni 2016
Yang Membuat Pernyataan,

MATERAI
TEMPEL

6000

Faiz Khoiril Anam
NIM. 09640028

MOTTO



HALAMAN PERSEMBAHAN

*Segala puja puji dan syukur kepada Allah SWT
Sholawat serta salam kami haturkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW
yang selalu kami harapkan ridho dan Syafaatnya*

Karya ini spesial tertuntuk:

*Romo Kyai Marzuqi Musytamar Romo Kyai Murtadlo Amin Romo Kyai
Masykur Hafidz Abah Aziz Husein Abah Warsito yang selalu kami harap
Ridlo dan Barokah ilmunya*

*Bapak, Ibuk, Mas Udin, Neng Barir, Mas Uzi, Neng Ulik serta Seluruh
Keponakan (Thia, Fairuz, Mamad, Yib, Nava, Nisrina, Nadia), Mbah
Abah dan seluruh Keluarga besar Bnni Usman*

*Bu Erna Hastuti yang selalu membimbing dan mengarahkan kami setiap waktu
tanpa pamrih.*

Bapak Ibu Guru dan Dosen-Dosen

*Terima kasih atas segala ilmu dan pengalaman yang beliau-beliau sampaikan
kepada kami agar kami selalu menjadi orang yang baik*

Serigala Terakhir (Umam, Mifta, Jiril, Santos, Evan)

*Dan tak terlupakan konco-konco Fisika Jedhul, Zaid, Vivi, Lidya, Adhim,
Refin, Rifa, Ratna Ari, Anshor, Hanif, Ana, Riza, Sel, Amin, Bulan, Ali,
Subur, Linda, Xhotim, Rofiqo, Kenty, Jma, Riska, Dwi M, Tia, Max, Ila,
Vita, Dwi R., Nani, Dona, Indana, Wahyu, Fahmi, Arif, Firman,
Chandra, Muhsin. Especially teruntuk Max (Jna), Venda, Jedhul, Mbok
hingga detik terakhir tetap mensupport dan membantu terselesaikan semua ini
Terima kasih atas kebersamaan, persahabatan selamanya*

*Sahabat-Sahabat Konco-Konco Pondok Gasek Community bajel toil farid
(sepurane pirang2 ulan tak tinggal) mas habib cak pon gendut taibe lungset gondrong
dayak nasikin tolhah kenyot zamir (suwun laptop e), pak mad pak ali pak han pak
basyar mbah amin santi (suwun sepedah) dan seluruh keluarga besar sabros gasek
kalian lah keluargaku*

*Tanpa disangka-sangka Allah mempertemukan menumbuhkan rasa hingga saling
menguatkan dan saling bertahan dan bersabar atas ego masing-masing untuk
menapaki jejak yang paling diridhoi Allah. Bintang, dibalik semua alasan yang
menopang dan kamu adalah alasan yang paling berarti dan rasional.*

*Semua selalu datang dan pergi silih berganti. Tapi semua tetap memberi corak dan
warna dalam setiap sendi kehidupan yang terangkai selama ini hingga masa depan
yang terbentuk adalah cerminan dari hari ini. Terima kasih*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Wr. Wb

Syukur Alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Ilahi Robbi yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Pengaruh Ukuran Filler Pada Sifat Fisis Dan Daya Serap Bunyi Material Komposit Batang Jagung** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan *jazakumullah ahsanal jaza'* penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M.Si selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah banyak memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Dr. drh. Hj. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Erna Hastuti, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Erna Hastuti, M.Si Malang selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Dr. Achmad Nasichuddin, M.Aselaku Dosen Pembimbing Agama, yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan bidang integrasi Sains dan al qur'an.
6. Segenap Dosen Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah berjasa memberikan ilmunya, membimbing dan memberikan pengarahan selama penulis di UIN.

7. Keluagaku (Bapak, Ibu, Kakak dan Keponakan-Keponakan).
8. Romo Kyai Marzuqi Musytamar, Romo Kyai Murtadlo Amin, Abah Aziz Husein, Abah Warsito, Romo Kyai Masykur Hafidz, yang selalu kami harap-harap do'a restu dan bimbingannya.
9. Seluruh keluarga besar Pondok Pesantren Sabilurrosyad.
10. Sahabat-sahabat fisika seperjuangan angkatan 2009 khususnya teman seperjuangan terakhir (serigala terakhir), serta teman-teman Fisika, anggota Material Science Comunity (MSC) dan seluruh angkatan 2010 hingga 2014 terima kasih atas do'a motivasi dan kebersamaannya selama ini.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan penulis berharap semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi. *Amin Ya Rabbal Alamin.*

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 1 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
ملخص	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Gelombang Bunyi	7
2.1.1 Intensitas Bunyi	10
2.1.2 Frekuensi Bunyi	10
2.1.3 Resonansi Bunyi	11
2.1.4 Pemantulan Bunyi (<i>Refleksi</i>).....	12
2.1.5 Difraksi Bunyi.....	12
2.1.6 Penyerapan Bunyi (<i>Absorpsi</i>)	13
2.1.7 Koefisien Penyerapan Bunyi.....	14
2.1.8 Bahan Akustik Dan Kontruksi penyerapan Bunyi.....	17
2.2 Komposit	19
2.2.1 Fungsi Filler Dan Matriks	21
2.2.2 Penyusun Komposit	22
2.2.3 Kontribusi Matriks Terhadap Sifat Komposit.....	25
2.2.4 Ikatan Antar Muka Dan Interfase.....	25
2.3 Sound Level Meter	27
2.4 Jagung	28
2.4.1 Taksonomi Tanaman Jagung	29
2.4.2 Morfologi Tanaman Jagung	29
2.5 Manfaat Tanaman Dalam Al-Quran.....	32

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian.....	36
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	36
3.3 Bahan dan Alat	36
3.3.1 Alat yang Digunakan	36
3.3.2 Bahan yang Digunakan	37
3.4 Langkah Penelitian.....	37
3.4.1 Pembuatan Panel Batang Jagung	37
3.4.2 Uji Penyerapan Suara Panel Batang Jagung	38
3.4.3 Pembuatan Sampel Uji Densitas dan Perhitungan Densitas	38
3.5 Teknik Analisis Data.....	38
3.6 Rancangan Penelitian	39
BAB VI HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Hasil Penelitian.....	40
4.1.1 Pembuatan sampel Komposit Batang Jagung	40
4.1.2 Pengujian Penyerapan Suara Menggunakan <i>Sound Level Meter</i>	42
4.1.3 Uji Sifat Fisis Panel Akustik.....	46
4.2 Pembahasan.....	49
4.3 Pemanfaatan jagung dalam pandangan Islam	55
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sifat bunyi yang mengenai bidang	8
Gambar 2.2 Bentuk komposit	20
Gambar 2.3 Partikel komposit.....	24
Gambar 2.4 Fiber komposit.....	24
Gambar 2.5 Struktur komposit.....	25
Gambar 2.6 Diagram skematik interfase penguat-matriks dan faktor pembentuknya	26
Gambar 2.7 Tanaman jagung	28
Gambar 2.8 Akar jagung	30
Gambar 2.9 Struktur anatomi batang jagung	31
Gambar 3.1 Diagram alir rancangan penelitian	39
Gambar 4.1 Skema percobaan pengambilan data intensitas suara.....	42
Gambar 4.2 Grafik pengaruh ukuran butir terhadap intensitas penyerapan bunyi.....	44
Gambar 4.3 Grafik pengaruh koefisien serapan panel batang jagung dengan ukuran butir.....	46
Gambar 4.4 Grafik pengaruh densitas panel akustik dengan ukuran butir	49

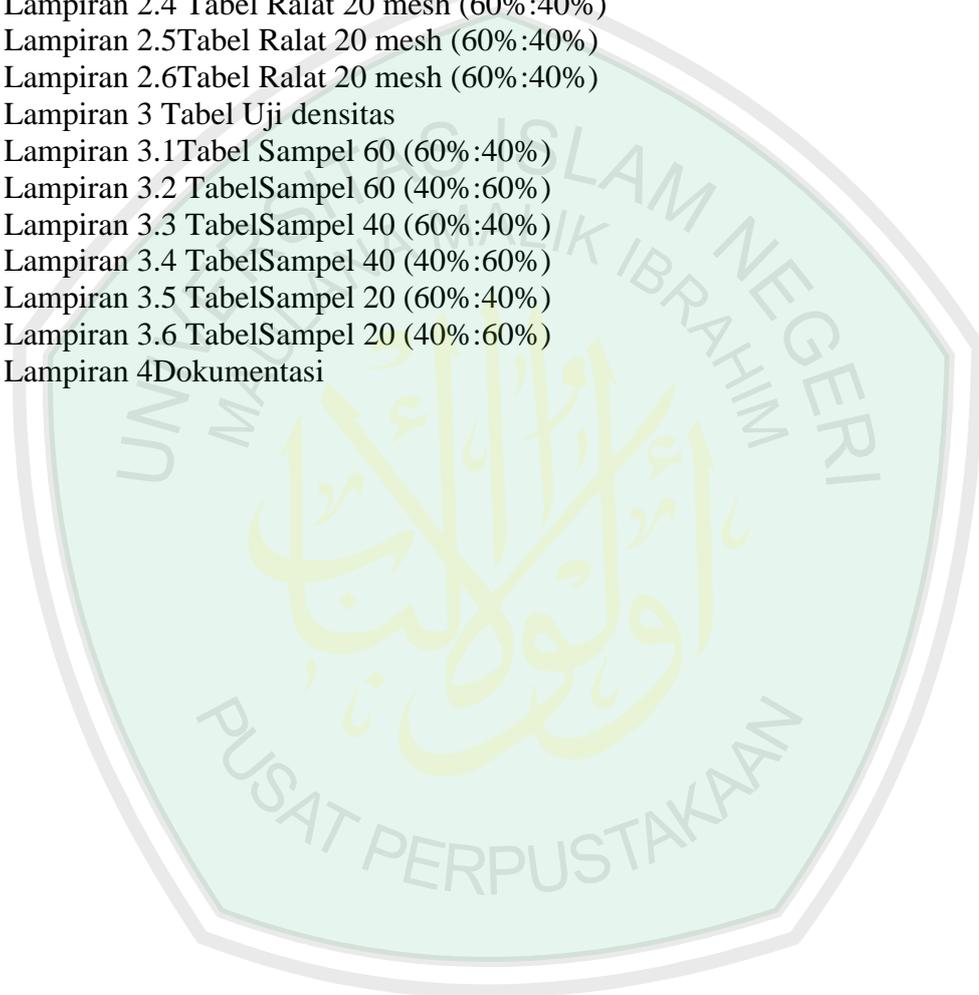
DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nilai taraf intensitas penyerapan bunyi panel batang jagung	43
Tabel 4.2 Koefisien serapan panel batang jagung	45
Tabel 4.3 Nilai densitas panel batang jagung.....	48



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tabel hasil pengambilan data intensitas suara dan perhitungan intensitas
- Lampiran 2 Tabel Hasil Perhitungan intensitas suara
 - Lampiran 2.1 Tabel Ralat 20 mesh (60%:40%)
 - Lampiran 2.2 Tabel Ralat 20 mesh (60%:40%)
 - Lampiran 2.3 Tabel Ralat 20 mesh (60%:40%)
 - Lampiran 2.4 Tabel Ralat 20 mesh (60%:40%)
 - Lampiran 2.5 Tabel Ralat 20 mesh (60%:40%)
 - Lampiran 2.6 Tabel Ralat 20 mesh (60%:40%)
- Lampiran 3 Tabel Uji densitas
 - Lampiran 3.1 Tabel Sampel 60 (60%:40%)
 - Lampiran 3.2 Tabel Sampel 60 (40%:60%)
 - Lampiran 3.3 Tabel Sampel 40 (60%:40%)
 - Lampiran 3.4 Tabel Sampel 40 (40%:60%)
 - Lampiran 3.5 Tabel Sampel 20 (60%:40%)
 - Lampiran 3.6 Tabel Sampel 20 (40%:60%)
- Lampiran 4 Dokumentasi



ABSTRAK

Anam, Faiz K. 2016. **Pengaruh Ukuran Filler Pada Sifat Fisis Dan Daya Serap Bunyi Material Komposit Batang Jagung**. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing: Erna Hastuti, M. Si dan Dr. Achmad Nasichuddin, M. A

Kata kunci : Ukuran Filler, Sifat Fisis, Daya Serap Bunyi, Material Komposit, Batang jagung

Bahan organik yang dapat dibuat panel akustik penyerap suara adalah bahan resistif berserat, mempunyai pori-pori serta mengandung sedikit lignin (bahan pembentuk kayu). Pada penelitian ini bahan organik yang dipakai untuk membuat panel akustik adalah batang jagung sebagai filler dan tepung tapioka sebagai matriks. Material komposit merupakan perpaduan antara dua paduan atau lebih yang saling menguatkan untuk memperoleh material baru yang diinginkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran butir filler terhadap densitas panel akustik batang jagung serta pengaruh ukuran butir filler terhadap koefisien penyerapan suara panel akustik batang jagung. Dalam penelitian ini tidak dilakukan pengamatan terhadap refleksi sehingga ada kemungkinan nilai koefisien absorpsi yang terbaca dipengaruhi oleh refleksi suara terhadap bahan.

Penelitian ini dilakukan dengan penghalusan batang jagung, pengayakan butir batang jagung agar menjadi homogen. Selanjutnya butir batang jagung dicampur dengan tepung tapioka dan dipanaskan dilanjutkan dengan pengepressan pada campuran untuk mendapatkan bentuk persegi. Hasil uji penyerapan suara panel akustik batang jagung mempunyai nilai koefisien serapan 0,98 dengan nilai densitas $0,365 \text{ g/cm}^3$ pada komposisi 60%:40% dan ukuran butir 20 mesh. Nilai koefisien paling tinggi adalah 4,76 dengan nilai densitas $0,416 \text{ g/cm}^3$ pada komposisi 60%:40% dan ukuran butir 60 mesh. Ukuran butir dan komposisi berpengaruh pada koefisien penyerapan suara. Semakin kecil ukuran butir serbuk batang jagung dan semakin banyak porsi filler maka semakin besar koefisien penyerapan suara.

ABSTRACT

Anam, Faiz K. 2016. **The Influence of Filler Size on Physical Properties and Sound Absorption of Composite Materials of Cornstalks**. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang.

Supervisor: Erna Hastuti, M. Si and Dr. Achmad Nasichuddin, M.A

Keywords: Filler Size, Physical Properties, Sound Absorption, Composite Materials, Cornstalks

Organic materials that could be made of acoustic panel of sound absorber is a fibrous resistive material, having pores and containing little lignin (wood forming material). In this study, the organic material used tapioca flour to make the acoustic panel as a filler and matrix. The composite material is a blend of two or more alloys to acquire new material desired. This study aimed to determine the influence of the grain size of the filler on the density acoustic panels of Cornstalks and the influence of the grain size of the filler of the acoustic panel of sound absorption coefficient of Cornstalks. In this study was not carried out observations of reflection so that there was a possibility that the absorption coefficient values were influenced by sound reflection of the material.

This research was conducted by refining cornstalks, sieving grain corn stalks to be homogeneous. Furthermore, grain of cornstalks was mixed with starch and heated followed by pressing the mixture to obtain a square shape. The test results of acoustic panel sound absorption corn stalk had a value of absorption coefficient of 0.98 with a density value of 0.365 g/cm^3 on the composition of 60%: 40% and grain size of 20 meshes. The highest value of coefficient was 4.76 with a density value of $0,416 \text{ g/cm}^3$ on the composition of 60%: 40% and grain size of 60 meshes. The grain size and composition affected the sound absorption coefficient. The smaller the size of the individual grains of corn stalks and the more servings of filler, the greater the sound absorption coefficient.

ملخص

الانام، فائز خبير. عام ٢٠١٦. الاثر حجم حشو على الخصائص الفيزيائية والامتصاص الصوت للمواد المركبة

القضيبية الذرة. قسم الفيزياء. قسما الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا. الجامعة الحكيمية الإسلامية مولانا مالكا ابراهيم، مالانج.

المشرف : ايرنا هستوني الماجستير و احمد نسح الدين الماجستير.

الكلمة الرئيسية: حجم حشو، الخصائص الفيزيائية، امتصاص الصوت، المواد المركبة، القضيبية الذرة

من امتصاص الصوتية لوحة الصوت هو مادة مقاوم ليفية يعني المواد العضوية. التي يمكن أن تكون مصنوعة ، وجود المسام ويحتوي على قليل اللجنين (المواد تشكيل الخشب). في هذه الدراسة، والمواد العضوية التي استخدمت لصنع لوحة الصوتية هي القضيبية الذرة والدقيق التايوكا كمادة مالئة والمصفوفة المواد المركبة هي مزيج من اثنين أو أكثر من السبائك هو التشجيع على اكتساب هو المطلوب المواد الجديدة. وتهدف هذه الدراسة إلى تحديد تأثير حجم الحبوب حشو على الكثافة الصوتية لوحات القضيبية الذرة وتأثير حجم حشو معامل امتصاص لوحة الصوت الصوتية من القضيبية الذرة. في هذه الدراسة لم تنفذ ملاحظات انعكاس ذلك أن هناك إمكانية أن قيم معامل الامتصاص التي تقرأ و تتأثر التفكير الصوت للمادة.

وقد أجريت هذه الدراسة عن طريق تحسين القضيبية الذرة ، النخل سيقان الحبوب الذرة لتكون متجانسة. وعلاوة على ذلك، سيقان الحبوب الذرة مختلطة مع النشا وتسخينها جاءت عن طريق الضغط على خليط للحصول على شكل مربع نتائج اختبار الصوتية لوحة الصوت ساق امتصاص القضيبية الذرة يحتوي على قيمة معامل الامتصاص من ٠.٩٨ مع قيمة كثافة $0,365 \text{ g/cm}^3$ على تشكيل 40%:60% وحجم الحبوب من ٢٠ شبكات. كان القيم أعلى معامل ٤.٧٦ مع قيمة كثافة $0,416 \text{ g/cm}^3$ على تشكيل 40%:60% وحجم الحبوب من ٦٠ شبكات . حجم الحبوب وتكوين تؤثر على معامل امتصاص الصوت. أصغر حجم الحبوب الفردية من 40%:60% وأكثر من أطباق حشو، وأكبر معامل امتصاص الصوت.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi menjadi kebutuhan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Masalah-masalah yang ditimbulkan semakin beragam sebagai akibat dari kemajuan teknologi. Kebisingan atau polusi suara menjadi salah satu masalah yang timbul dari hal tersebut. Gangguan kebisingan sangat mengganggu di lingkungan pemukiman, pendidikan, perkantoran bahkan untuk waktu yang lama dapat mengganggu kesehatan manusia. Untuk mengatasi kebisingan atau polusi suara dalam suatu ruangan digunakan material peredam suara.

Jenis bahan yang dibuat sebagai peredam suara adalah bahan berpori, resonator dan panel (Lee, 2003). Glasswool dan rockwool adalah bahan yang banyak dibuat sebagai peredam suara. Glasswool terbuat dari serat kaca dan gabus. Rockwool terbuat dari material bebatuan dan gabus. Kedua bahan tersebut mudah rontok sehingga mengganggu kesehatan dan masuk ke pori-pori kulit. Disamping itu, kedua bahan tersebut relatif mahal. Oleh karena itu, banyak dilakukan penelitian menggunakan bahan-bahan organik dari alam yang sesuai dengan karakteristik untuk membuat peredam suara. Seperti jerami, sabut kelapa, bambu dan pelepah pisang. Karakteristik bahan organik yang dapat dipakai untuk peredam suara adalah berserat, berpori dan mengandung sedikit lignin. Lignin adalah polimer organik kompleks yang diendapkan pada selulosa dalam dinding sel tumbuhan selama penebalan sekunder. Lignifikasi menyebabkan dinding sel ber kayu sehingga sifatnya kaku (Achmadi, 1994).

Ainie khuriati, dkk. (2006) telah melakukan penelitian dengan bahan sabut kelapa. Pada penelitian tersebut dijelaskan bahwa peningkatan massa jenis sampel yang dihasilkan dari bahan dengan berat komposisi yang sama dengan jenis perekat yang sama menyebabkan kenaikan penyerapan pada frekuensi dibawah 1200 Hz. Evi Indrawati (2009) meneliti koefisien absorpsi bahan pelepah pisang menghasilkan kesimpulan ketika sampel pelepah pisang dengan massa 700 g mampu menyerap bunyi sebesar 0,1176 dB dan pada massa 840 g dapat menyerap bunyi mencapai 0,25 dB. Penelitian yang dilakukan Iedo Khrisna Lucky (2011) dengan material bambu betung didapatkan bahwa dalam rentang 1000 Hz–4000 Hz rata-rata koefisien absorpsi pada sampel dengan kerapatan 0,4 g/cm³ yaitu 0,72 dB sedangkan sampel dengan kerapatan 0,6 g/cm³ nilai rata-rata koefisien absorpsinya 0,53 dB. Dari penelitian-penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan kerapatan yang terukur bahan penyerap bunyi mempunyai nilai koefisien absorpsi bunyi yang baik. Bahan-bahan tersebut mempunyai daya serap yang tinggi, lebih tinggi daripada ambang batas yang dapat didengarkan oleh manusia yaitu 0,15 dB.

Jenis bahan organik yang sesuai untuk dijadikan peredam suara adalah batang jagung. Dengan bahan tongkol jagung, Sutrisno (2013) membuat material peredam suara dengan memakai perekat polyurethane didapatkan bahwa tongkol jagung dengan ukuran butir paling kecil (16 mesh) dan komposisi 40% tongkol jagung mempunyai koefisien absorpsi yang paling baik yaitu 0,63. Batang jagung memiliki struktur luar keras seperti bambu sehingga jika digiling akan menjadi serat. Bagian dalam batang jagung berbentuk seperti gabus dan berpori. Dalam Morfologi Tanaman Dan Pertumbuhan Jagung, dijelaskan bahwa tanaman jagung mempunyai batang yang tidak bercabang, berbentuk silindris, dan terdiri atas sejumlah ruas dan buku ruas (Nuning, 2008).

Batang jagung tegak dan mudah terlihat, seperti pada sorgum dan tebu. Batangnya beruas-ruas terbungkus oleh pelepah daun yang berasal dari buku-bukunya. Batang jagung termasuk batang rumput (*calmus*), yaitu batang yang tidak keras mempunyai ruas-ruas yang nyata dan seringkali berongga. Batang jagung bulat (*teres*), licin (*leavis*), arah tumbuhnya tegak lurus (*erectus*), dan cara percabangan monopodial. Jagung juga merupakan tumbuhan annual (*anuus*), yaitu tumbuhan yang umurnya pendek, umurnya kurang dari satu tahun sudah mati atau paling banyak dapat mencapai umur setahun. Terdapat juga muatan yang batangnya tidak tumbuh pesat sehingga berbentuk roset. Batang jagung cukup kokoh namun tidak banyak mengandung lignin. (Tjitrosoepomo, 2005: 47-48).

Kemurahan Allah SWT terhadap makhluk-Nya dapat kita lihat dari tumbuhan yang beraneka ragam dan sangat bermanfaat untuk kelangsungan hidup manusia di bumi, sebagaimana yang difirmankan Allah SWT:

﴿وَنَبَاتًا حَبَّائِهِ لِنُخْرِجَ﴾

“untuk Kami Tumbuhkan dengan air itu biji-bijian dan tanam-tanaman”

(QS. An-Naba’: 15)

﴿بَيْنَ أَكْثَرِهِمْ كَانَ وَمَا لآيَةٍ ذَالِكَ فِي إِيَّاكَ إِنَّ كَرِيمٍ زَوْجٍ كُلِّ مِنْ فِيهَا أَنْبَتْنَا كَرَّمًا لَّا رَضِيَ إِلَى يَرِوَأَ أَوْلَمَّ﴾

﴿مُؤْمِنًا﴾

“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami Tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik?. Sungguh, pada yang demikian itu terdapat tanda (kebesaran Allah), tetapi kebanyakan mereka tidak beriman” (QS. Asy-Syu’araa’: 7-8)

Sebagai makhluk yang berakal sudah seharusnya manusia memahami bahwa Allah SWT menciptakan tanaman sangat bermanfaat. Pemanfaatan tanaman akhir-akhir ini tidak hanya sebatas sebagai makanan, namun juga untuk pengobatan dan bahkan untuk keperluan yang bersifat teknologi modern seperti untuk bahan bakar dan material peredam suara.

Daerah-daerah penghasil jagung sangat banyak di Indonesia dan pemanfaatan batang jagung masih belum maksimal. Oleh sebab itu pada penelitian ini dimanfaatkan limbah batang jagung sebagai material peredam suara. Dari karakteristik batang jagung tersebut diharapkan material batang jagung dapat menghasilkan nilai absorpsi yang lebih tinggi. Dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh komposisi dan ukuran filler pada sifat mekanik dan daya serap bunyi material komposit dari batang jagung.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahannya sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh ukuran butir filler terhadap densitas pada panel akustik batang jagung?
2. Bagaimana pengaruh ukuran butir filler terhadap absorpsi dan refleksi suara panel akustik batang jagung?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh ukuran butir filler terhadap densitas pada panel akustik komposit batang jagung?
2. Mengetahui pengaruh ukuran butir filler terhadap koefisien penyerapan suara panel akustik komposit batang jagung?

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memanfaatkan batang jagung sebagai bahan peredam suara yang murah, mudah, kuat dan ramah lingkungan.
2. Memanfaatkan batang jagung menjadi sesuatu yang bernilai lebih dan berkualitas tinggi.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi oleh:

1. Bahan yang digunakan sebagai penyerap bunyi adalah batang jagung.
2. Ketebalan pada sampel adalah sama dengan komposisi dan ukuran partikel yang berbeda.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Gelombang Bunyi

Bunyi adalah sesuatu yang dihasilkan dari benda yang bergetar. Benda yang menghasilkan bunyi disebut sumber bunyi. Sumber bunyi yang bergetar akan menggetarkan molekul-molekul udara yang ada disekitarnya. Dengan demikian, syarat terjadinya bunyi adalah adanya benda yang bergetar. Perambatan bunyi memerlukan medium. Kita dapat mendengar bunyi jika ada medium yang dapat merambatkan bunyi. Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi agar bunyi dapat terdengar. Syarat terjadi dan terdengarnya bunyi adalah (Gabriel, 2001):

- a. Ada benda yang bergetar (sumber bunyi)
- b. Ada medium yang merambatkan bunyi, dan
- c. Ada penerima yang berada di dalam jangkauan sumber bunyi

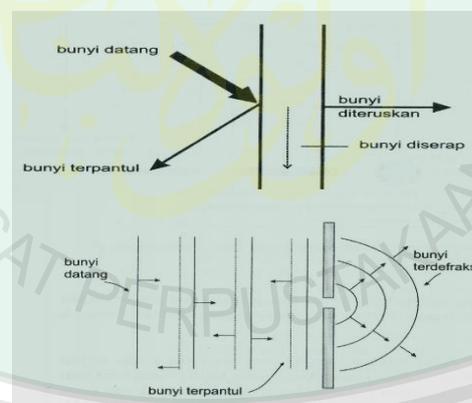
Secara fisis, bunyi adalah penyimpangan tekanan, pergeseran partikel dalam medium elastik seperti udara. Dari segi fisiologis bunyi adalah sensasi pendengaran yang disebabkan penyimpangan fisis (Doelle, 1993).

Ketika bunyi menumbuk suatu batas medium yang dilewatinya, maka energi dalam gelombang bunyi dapat diteruskan, diserap atau dipantulkan oleh batas tersebut. pada umumnya ketiganya terjadi pada derajat tingkat yang berbeda, tergantung pada jenis batas yang dilewatinya.

Kondisi bunyi di dalam ruang tertutup bisa dianalisa dalam beberapa sifat yaitu: bunyi langsung, bunyi pantulan, bunyi yang diserap oleh lapisan

permukaan, bunyi yang disebar, bunyi yang dibelokkan, bunyi yang ditransmisi, bunyi yang diabsorpsi oleh struktur bangunan, dan bunyi yang merambat pada konstruksi atau struktur bangunan (Suptandar, 2004).

Bunyi yang didengar oleh manusia secara fisis dapat dibedakan menjadi dua, yaitu *loudness* (suara keras) yang berhubungan dengan energi pada gelombang bunyi dan *pitch* (suara tinggi) yang diketahui dengan besaran frekuensi. Telinga manusia dapat mendengar frekuensi dalam jangkauan 20 Hz hingga 20.000 Hz. Gelombang bunyi yang frekuensinya di luar jangkauan pendengaran manusia di sebut ultrasonik dengan frekuensi >20.000 Hz. Infrasonik adalah gelombang yang frekuensinya di bawah jangkauan pendengaran manusia dengan frekuensi <20 Hz (Giancoli, 2001).



Gambar 2.1 Sifat bunyi yang mengenai bidang (Mediastika, 2005)

Perambatan gelombang bunyi yang mengenai obyek akan mengalami pemantulan, penyerapan, dan penerusan bunyi, yang karakteristiknya tergantung pada karakteristik obyek. Perambatan gelombang bunyi yang mengenai bidang batas dengan celah akan mengalami difraksi (Mediastika, 2005).

Gelombang bunyi adalah suatu bentuk gelombang longitudinal yang merambat secara perapatan dan perenggangan terbentuk oleh partikel zat perantara serta ditimbulkan oleh sumber bunyi yang mengalami getaran. Rambat gelombang bunyi disebabkan oleh lapisan perapatan dan peregang partikel-partikel udara yang bergerak ke luar, yaitu karena penyimpangan tekanan. Hal serupa juga terjadi pada penyebaran gelombang air pada permukaan suatu kolam dari titik dimana batu dijatuhkan (Doelle, 1972).

Doelle (1985) menyatakan bahwa bunyi mempunyai dua definisi, yaitu:

1. Secara fisis, bunyi adalah penyimpangan tekanan, pergeseran partikel dalam medium elastik seperti udara. Definisi ini dikenal sebagai bunyi obyektif.
2. Secara fisiologis, bunyi adalah sensasi pendengaran yang disebabkan penyimpangan fisis yang digambarkan pada bagian atas. Hal ini disebut sebagai bunyi subyektif.

Kelajuan gelombang mekanik sesuai dengan pernyataan dalam bentuk umum (Serway dan Jewett, 2009):

$$V = \sqrt{\frac{\text{sifat elastisitas medium}}{\text{sifat inersia medium}}} \quad (2.1)$$

Kelajuan suatu bunyi juga bergantung pada suhu medium untuk bunyi yang merambat. Hubungan antara kecepatan bunyi dengan suhunya adalah (Serway dan Jewett, 2009):

$$V = \left(331 \frac{m}{s}\right) \sqrt{1 + \frac{T_c}{273^\circ C}} \quad (2.2)$$

Dimana:

$331 \frac{m}{s}$: Hubungan kelajuan bunyi di udara pada 0°C

T_c : suhu udara dalam derajat *Celcius*

2.1.1 Intensitas Bunyi

Intensitas didefinisikan sebagai energi yang dibawa sebuah gelombang persatuan waktu melalui satuan luas, sebanding dengan kuadrat amplitudo gelombang. Karena energi per satuan waktu adalah daya, intensitas memiliki satuan daya per satuan luas, atau watt/meter² (W/m^2) (Giancoli, 2001).

Intensitas bunyi dinyatakan dengan skala logaritmik. Satuan skala ini adalah bel atau desibel (dB) yang merupakan $\frac{1}{10}$ bel ($10 \text{ dB} = 1 \text{ bel}$). Tingkat intensitas, β , dari bunyi didefinisikan dalam intensitasnya, I , sebagai berikut (Giancoli, 2001):

$$\beta(\text{dalam dB}) = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (2.3)$$

dimana I_0 adalah intensitas tingkat acuan.

Intensitas merupakan mengalirnya energi bunyi per unit waktu melalui luas suatu medium (luas) dimana arah gelombang bunyi tegak lurus dengan medium (Gabriel, 2001).

2.1.2 Frekuensi Bunyi

Jumlah pergeseran atau osilasi sebuah partikel dalam satu skon disebut frekuensi. Frekuensi dinyatakan dalam satuan hertz (Hz). Frekuensi adalah gejala fisis byektif yang dapat diukur oleh instrument-instrument akustik.

Bunyi (pembicaraan, musik, bising) terdiri dari banyak frekuensi, yaitu komponen-komponen frekuensi rendah, tengah, dan medium. Karena itu amatlah penting memeriksa masalah-masalah akustik meliputi spektrum frekuensi yang dapat didengar. Frekuensi standar yang dipilih secara bebas sebagai wakil yang penting dalam akustik lingkungan adalah 125, 250, 500, 1000, 2000, dan 4000 Hz atau 128, 256, 512, 1024, 2048 dan 4096 Hz (Doelle, 1985).

2.1.3 Resonansi Bunyi

Resonansi merupakan peristiwa ikut bergetarnya benda lain karena sumber bunyi dan benda yang digetarkan memiliki frekuensi yang sama atau kelipatannya. Gelombang bunyi yang merambat dan mengalami resonansi itu merupakan gelombang longitudinal, karena gelombang bunyi di udara arah getarnya sejajar dengan arah perambatannya. Gelombang bunyi merupakan gelombang yang memerlukan medium perambatan berupa udara. Sehingga bunyi tidak dapat merambat di ruang hampa udara (Tipler, 1998).

Bunyi dapat mengalami resonansi. Resonansi adalah peristiwa ikut bergetarnya suatu benda akibat getaran benda lain, karena frekuensinya sama. Bunyi dapat mengalami pemantulan, proses pemantulan bunyi dimanfaatkan pada (Ishaq, 2007):

- a. Penentuan cepat rambat bunyi
- b. Pendeteksian cacat dan retak pada pipa logam
- c. Survei geofisika
- d. Pengukuran ketebalan pelat logam dan kedalaman tempat

2.1.4 Pemantulan Bunyi (*Refleksi*)

Gelombang bunyi yang sampai ke suatu permukaan, maka sebagian gelombang bunyi akan dipantulkan dan sebagian yang lain akan ditransmisikan. Peristiwa ini terjadi ketika suatu bunyi diudara menumbuk suatu permukaan padat atau cair. Berkas yang terpantul membentuk sudut dengan garis normal permukaan yang besarnya sama dengan sudut berkas datang, sebaliknya berkas yang ditransmisikan akan dibelokkan atau menjauh dari garis normal, bergantung pada medium. Pemantulan bunyi mengikuti hukum pemantulan yaitu sudut datang sama dengan sudut pantul (Tipler, 1991).

Refleksi (pemantulan) gelombang bunyi memainkan peran penting dalam perancangan ruang. Sifat pemantulan bunyi dapat menimbulkan masalah untuk beberapa hal tertentu. Akan tetapi dapat pula digunakan untuk beberapa keperluan. Pemantulan bunyi pada dinding dalam ruangan dapat menyebabkan terjadinya gaung yang menyebabkan suara orang yang berbicara tidak jelas. Pada peristiwa pemantulan, tiap suku kata yang diucapkan diikuti oleh bunyi pantulansuku kata tersebut. Bunyi asli dan bunyi pantul berbaur menjadi suatu yang tidak jelas (Doelle, 1985).

2.1.5 Difraksi Bunyi

Seperti masalah cahaya, gelombang bunyi melengkung mengelilingi rintangan dikenal dengan nama difraksi. Oleh sebab itu bunyi dapat didengar disekitar sudut ruang. Peristiwa difraksi pada bunyi lebih nyata dari cahaya oleh karena panjang gelombang bunyi audio lebih besar/panjang dari pada

cahaya tampak. Nama umum bagi peristiwa difraksi bunyi adalah skater (hamburan bunyi) (Gabriel, 2001).

Difraksi adalah pembelokan berkas yang hingga batas tertentu selalu terjadi ketika sebagian muka gelombang dibatasi (Tipler, 1998).

Difraksi adalah gejala akustik yang menyebabkan gelombang bunyi dibelokkan atau dihamburkan sekeliling penghalang, seperti sudut, kolom, tembok dan balok. Pembelokan gelombang bunyi sampai batas tertentu terjadi ketika sebagian muka gelombang dibatasi. Difraksi lebih nyata pada frekuensi rendah dari pada frekuensi tinggi, karena panjang gelombang bunyi yang dapat didengar terentang dari beberapa sentimeter sampai beberapa meter dan seringkali cukup besar dibandingkan dengan lubang atau perintang, maka pembelokan gelombang bunyi di sekitar suatu pojokan merupakan suatu fenomena biasa (Doelle, 1985).

2.1.6 Penyerapan Bunyi (*Absorpsi*)

Bahan lembut, berpori, dan kain serta manusia menyerap sebagian besar gelombang bunyi yang menumbuk mereka, dengan kata lain, mereka adalah penyerap bunyi. Penyerapan bunyi adalah perubahan energi bunyi menjadi suatu bentuk lain, biasanya panas ketika melewati suatu bahan atau ketika menumbuk suatu permukaan. Jumlah panas yang dihasilkan pada perubahan energi ini sangat kecil, sedangkan kecepatan perambatan gelombang bunyi tidak dipengaruhi oleh penyerapan.

Sebenarnya semua bahan bangunan menyerap bunyi sampai batas tertentu, tetapi pengendalian bahan akustik yang baik membutuhkan

penggunaan bahan-bahan dengan tingkat penyerapan bunyi yang baik. Dalam akustik lingkungan unsur-unsur berikut dapat menunjang penyerapan bunyi:

1. Lapisan permukaan dinding, lantai dan atap
2. Isi ruang, seperti ponoton, bahan tirai, tempat duduk dengan lapisan lunak dan karpet
3. Udara dalam ruang

Efisiensi penyerapan bunyi suatu bahan pada suatu frekuensi tertentu dinyatakan oleh koefisiensi penyerapan bunyi. Koefisiensi penyerapan bunyi suatu permukaan adalah bagian energi bunyi yang datang yang diserap, atau tidak dipantulkan oleh permukaan. Koefisiensi ini dinyatakan dalam huruf greek α . Nilai α dapat berada antara 0 dan 1 (Doelle, 1972).

2.1.7 Koefisien Penyerapan Bunyi

Pada sistem gelombang bunyi diperlukan suatu waktu tertentu sesudah sumber bunyi mulai bekerja agar intensitasnya dalam ruang menjadi konstan, atau mencapai keadaan setimbang. Jadi, walaupun sumber tadi harus terus menerus memberikan energi namun bertambahnya energi bunyi dalam ruangan tersebut bukan tidak ada batasnya. Ini disebabkan karena tidak adanya penyerapan bunyi. Jika sumber bunyi tiba-tiba dihentikan, bunyi tidak segera lenyap, karena energi dalam ruangan itu memerlukan waktu untuk sampai pada dinding lalu diserap oleh dinding. Menetapkan adanya bunyi dalam ruangan sesudah sumbernya diputuskan disebut keredam

(*reverberation*). Waktu keredam sebuah ruangan didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan intensitas untuk turun menjadi seperjuta dari harga awalnya, atau supaya taraf intensitas berkurang sampai 60 dB. Waktu ini hampir tidak tergantung dari taraf intensitas awal dan dari kualitas bunyi.

Jika serapan bunyi besar, waktu keredam singkat. Jika demikian halnya, maka taraf intensitas bunyi yang dapat dibangkitkan oleh sumber dengan daya akustik tertentu, misalnya seorang pembicara rendah adanya dan seorang pembicara sukar dapat didengar diseluruh ruangan karena intensitas rendah itu ruangan demikian disebut mematikan bunyi. Sebaliknya, jika serapan dan waktu keredam panjang, kata-kata pembicara mungkin menjadi tidak jelas, karena selagi suku kata masih tetap terdengar dengan intensitas cukup, suku kata yang berikut diucapkan. Untuk memenuhi syarat-syarat akustik yang baik, waktu keredam harus terletak antara satu dan dua detik.

Secara kuantitatif, penyerapan oleh suatu permukaan ditentukan sebagai berikut. Jika gelombang bunyi sampai pada suatu permukaan padat atau cair, maka sebagian gelombang bunyi, misalnya α , diserap dan sisanya $(1-\alpha)$ dipantulkan. Beberapa angka serapan dicantumkan dalam tabel dibawah ini. Jika I_0 adalah intensitas gelombang datang (I_0 ini bukan taraf intensitas pembanding $I_0=10^{-16}$ watt/cm³ atau 0 dB), maka setelah intensitas tersebut dipantulkan sekali I_0 menjadi $I_0 (1-\alpha)$. Setelah dua kali pantulan, $I_0 (1-\alpha)^2$, dan begitu selanjutnya. Untuk menentukan intensitasnya setelah waktu t . Ini dapat dilakukan dengan menentukan suatu jarak rata-rata antara pantulan-pantulan pada umumnya, yaitu:

$$4 \times \frac{\text{Volume ruangan}}{\text{Luas ruangan}} \quad (2.4)$$

jarak ini setara dengan $2/3$ panjang rusuk ruangan jika ruangan berbentuk kubus.

Selama waktu t , gelombang merambat sejauh vt dan jumlah pantulan selama waktu ini sama dengan jarak yang dilintasi dibagi dengan jarak rata-rata antara pantulan-pantulan. Jadi intensitas I pada saat t adalah

$$I = I_0(I - \alpha)^{(vt/4) \times (\text{luas}/\text{volume})} \quad (2.5)$$

Waktu keredam didefinisikan sebagai waktu pada saat $I = 10^{-6} \times I_0$ andaikan waktu kerdam diberi tanda T , maka

$$10^{-6} \times I_0 = I_0(I - \alpha)^{(vt/4) \times (\text{luas}/\text{volume})} \quad (2.6)$$

Atau dengan mengambil logaritma asli dari kedua ruas

$$2.3 \times (-6) = \frac{vT}{4} \times \frac{\text{Luas}}{\text{Volume}} \ln(I - \alpha) - (\alpha^2/2) \quad (2.7)$$

Selanjutnya,

$$\ln(I - \alpha) = \alpha - \left(\frac{\alpha^2}{2}\right) + \left(\frac{\alpha^3}{2}\right) + \dots \quad (2.8)$$

dapat dilihat dari tabel diatas bahwa α merupakan besaran yang kecil untuk hampir semua permukaan. Jadi dengan mengambil suku pertama dari

$\ln(I - \alpha) = \alpha - \left(\frac{\alpha^2}{2}\right) + \left(\frac{\alpha^3}{2}\right) + \dots$ diperoleh pendekatan

$$T = 0.16 \times \frac{\text{volume}}{\text{luas} \times \alpha} \quad (2.9)$$

T dinyatakan dengan detik, volum dengan meter kubik, dan luas dalam meter persegi). Dengan demikian diperoleh

$$\alpha = \frac{I}{I_0} = B_0 \sin(\omega t - kx) + B_0 \sin(\omega t - kx) = 2B_0 \sin(\omega t - kx) \quad (2.10)$$

Dalam penurunan diatas angka serapan dianggap sama untuk semua permukaan ruang (Soedarjana, 1970).

Nilai koefisien serapan dihitung menggunakan rumus $I = I_0 e^{-\alpha x}$, dimana I adalah intensitas yang diteruskan melewati bahan akustik, I_0 adalah intensitas sebelum melewati panel akustik, sedangkan α adalah koefisien penyerapan bahan akustik. Sehingga (Rahmawati, 2009):

$$\ln I = \ln I_0 (-\alpha \cdot x) \quad (2.11)$$

$$-\alpha = \frac{\ln I - \ln I_0}{x} \quad (2.12)$$

Dimana:

I : intensitas yang diterima sound level meter setelah melewati panel akustik

I_0 : intensitas sebelum melewati panel akustik

α : koefisien serapan panel akustik

x : tebal panel akustik

Kualitas dari bahan peredam suara ditunjukkan dengan harga α yaitu koefisien penyerapan bahan terhadap bunyi, semakin besar α maka bahan semakin baik digunakan sebagai peredam suara. Nilai α berkisar dari 0 sampai 1. Jika α bernilai 0 berarti tidak ada bunyi yang diserap. Sedangkan jika α bernilai 1, artinya 100% bunyi yang datang diserap oleh bahan (Khuriati, 2006).

2.1.8 Bahan Akustik Dan Konstruksi Penyerapan Bunyi

Semua bahan bangunan dan lapisan permukaan yang digunakan dalam konstruksi auditorium mempunyai kemampuan untuk menyerap bunyi sampai suatu derajat tertentu. Bahan-bahan akustik dan konstruksi penyerap bunyi yang digunakan dalam rancangan akustik atau yang dipakai sebagai pengendali bunyi dalam ruang-ruang bising dapat diklasifikasikan menjadi (Doelle, 1985):

1. Bahan Berpori

Karakteristik akustik dasar semua bahan berpori adalah jaringan selular dengan pori-pori yang saling berhubungan. Bahan berpori yang biasa digunakan antara lain seperti papan serat (*fiber board*), plesteran lembut (*soft plasters*), *mineral wools*, selimut isolasi dan karpet.

2. Penyerap Panel

Penyerap panel yang tak dilubangi mewakili kelompok bahan-bahan penyerap bunyi yang kedua. Tiap bahan kedap yang dipasang pada lapisan penunjang yang padat tetapi terpisah oleh suatu ruang udara akan berfungsi sebagai penyerap panel dan akan bergetar bila tertumbuk oleh gelombang bunyi. Penyerap panel menyebabkan karakteristik dengung yang serba sama pada seluruh jangkauan frekuensi audio.

3. Resonator Rongga

Resonator rongga terdiri dari sejumlah udara tertutup yang dibatasi oleh dinding-dinding tegar dan dihubungkan oleh lubang/celah sempit keruang disekitarnya, dimana gelombang bunyi merambat.

4. Penyerap ruang

Bila dinding-dinding batas yang biasa dalam auditorium tidak menyediakan tempat yang cocok atau cukup untuk lapisan akustik konvensional, benda-benda penyerap bunyi, yang disebut penyerap ruang dan penyerap fungsional, dapat digantungkan pada langit-langit sebagai unit tersendiri.

5. Penyerapan Oleh Udara.

Penyerapan udara menunjang keseluruhan penyerapan bunyi. Penyerapan oleh udara dipengaruhi oleh temperatur dan kelembaban udara tetapi hanya memberikan nilai yang berarti pada dan diatas frekuensi 1000 Hz.

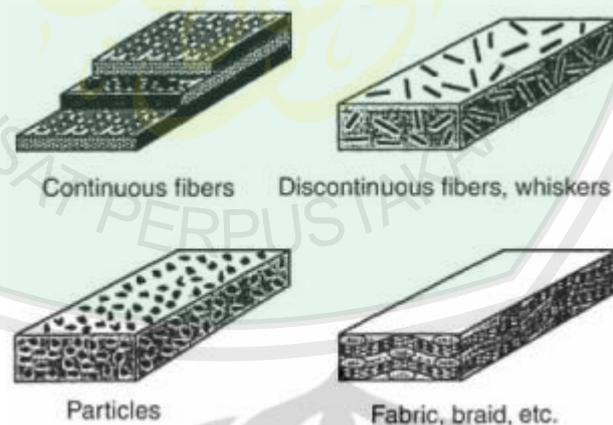
2.2 Komposit

Komposit didefinisikan sebagai sebuah kombinasi dari dua atau lebih komponen yang berbeda dalam bentuk atau komposisi pada skala makro, dengan dua atau lebih fasa yang berbeda yang mempunyai ikatan antarmuka yang diketahui antara dua komponen tersebut (Mazumdar, 2002). Tujuan dari pembuatan komposit adalah untuk memperbaiki sifat mekanik atau sifat spesifik tertentu, mempermudah desain yang sulit pada manufaktur, keleluasaan pada bentuk atau desain dan menjadikan bahan lebih ringan (Ali, 2010).

Material pembentuk komposit ada 2 yaitu pengisi (filler) dan pengikat (matriks). Sifat komposit bahan sangat dipengaruhi oleh sifat dan distribusi unsur penyusunnya, serta interaksi antara keduanya. Parameter yang lain yaitu bentuk, ukuran orientasi dan distribusi dari penguat sifat-sifat matriksnya (Kartini, 2002).

Metode efektif untuk meningkatkan kekuatan dan memperbaiki sifat keseluruhan adalah dengan menyatukan fasa serbuk atau serat yang ditebarkan atau dicampur ke dalam matriks (Pramono, 2012).

Komposit umumnya dikelompokkan pada dua tingkat berbeda. Kelompok pertama dibuat berdasarkan matriks penyusunnya, kelompok komposit utama meliputi komposit matriks organik, komposit matriks metal, dan komposit matriks keramik. Komposit matriks organik meliputi komposit matriks polimer dan komposit matriks karbon.



Gambar 2.2 Bentuk komposit (ASM, 2001).

Pada desain struktur dilakukan pemilihan matriks dan penguat, hal ini dilakukan untuk memastikan kemampuan material sesuai dengan produk yang akan dihasilkan (Lestari, 2008).

Komposit pada umumnya terdiri dari dua fasa, yaitu matriks dan *filler/fiber/reinforcement*. Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matriks mempunyai fungsi untuk mentransfer tegangan ke filler, melindungi dan memisahkan filler, membentuk dan melepas ikatan, dan tetap stabil setelah manufaktur (Xiaoli, 2012).

2.2.1 Fungsi Filler Dan Matriks

Material komposit dibentuk dari filler dan matriks misalnya melalui penguatan plastik dengan serat atau serbuk. Untuk membuat komposit yang baik, disini dijelaskan tentang fungsi utama dari filler dan dan matriks dalam komposit.

Fungsi utama filler dalam komposit adalah (Mazumdar, 2002):

- a. Filler berfungsi sebagai pembawa beban. Dalam komposit, struktur 70-90% beban adalah filler.
- b. Filler memberikan sifat kekakuan, kekuatan, stabilitas panas, dan sifat struktur lain dalam komposit.
- c. Filler menjadi bahan penghantar listrik, tergantung pada jenis filler yang digunakan.

Fungsi dari matriks adalah (Mazumdar, 2002):

- a. Material matriks mengikat filler. Memberikan bentuk dan kekakuan terhadap struktur komposit.
- b. Matriks mengisolasi filler sehingga masing-masing dapat bekerja secara terpisah sehingga dapat menghambat atau menghentikan deformasi bentuk komposit.

- c. Kualitas komposit menjadi lebih baik dan membantu mempermudah proses pembentukan komposit.
- d. Matriks memberikan perlindungan untuk filler/perekat terhadap serangan kimia dan kerusakan mekanik.

2.2.2 Penyusun Komposit

Sifat maupun karakteristik komposit ditentukan oleh (Anon, 2001):

- a. Material yang akan menjadi penyusun komposit ditentukan berdasarkan karakteristik material penyusun menurut “*Rule of Mixture*” sehingga akan berbanding secara proporsional.
- b. Bentuk dan penyusunan struktural dari penyusun. Bentuk dan cara penyusunan komposit akan mempengaruhi karakteristik komposit
- c. Peningkatan sifat komposit bila terjadi interaksi antar penyusun.

Bahan komposit dapat dikelompokkan menjadi empat bagian utama, yaitu:

- a. matriks, merupakan penyusun dasar komposit yang memiliki jumlah besar.
- b. Bahan penguat (*reinforcement*), merupakan penyusun komposit yang memperkuat dan meningkatkan sifat-sifat mekanik matriks.
- c. Bahan pengisi (*filler*), merupakan bahan untuk meningkatkan sifat dan jumlah bahan komposit.
- d. Bahan penambah (*additive*), bahan untuk meningkatkan rekatan antara matriks dan penguat.

Berdasarkan matriks yang digunakan, komposit dikelompokkan menjadi 3 macam yakni (Xiaoli, 2012):

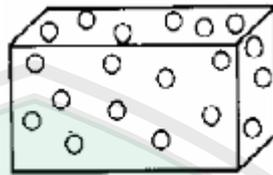
- A. *Metal matrices composit* (MMC) adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matriks logam. Pada mulanya penelitian tentang MMC adalah *Continous Filamen* MMC yang digunakan dalam aplikasi aerospace.
- B. *Ceramics matrices composite* (CMC) merupakan material dua fasa dengan satu fasa berfungsi sebagai penguat dan satu fasa sebagai matriks yang terbuat dari keramik. Penguat yang umum digunakan pada CMC adalah oksida, karbida, nitrit.
- C. *Polymer matrices composite* (PMC) menggunakan polimer sebagai matriksnya. Polimer merupakan matriks yang paling umum digunakan pada material komposit. Karena memiliki sifat yang lebih tahan terhadap korosi dan lebih ringan. Matriks polimer dibagi 2 yaitu termoset dan termoplastik. Jenis-jenis termoplastik yang biasa digunakan adalah *polypropylene* (PP), *polystyrene* (PS), *polyethylene* (PE) dan lain-lain.

Pembagian komposit berdasarkan penguatnya dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. *Particulate composite*, penguatnya berbentuk partikel

Keuntungan penguat ini adalah kekuatan yang lebih merata pada berbagai daerah, dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan dan

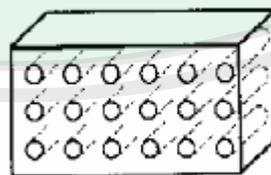
kekerasan material, cara penguatan dan kekerasan oleh partikulat adalah dengan menghalangi pergerakan dislokasi.



Gambar 2.3 Partikel komposit

b. *Fibre composite*, penguatnya berbentuk serat

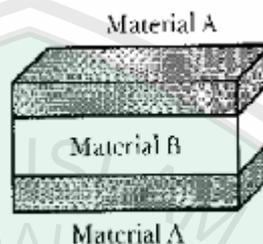
Fungsi utama dari serat adalah sebagai penopang kekuatan komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matriks akan diteruskan ke serat. Sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Karena itu serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matriks penyusun.



Gambar 2.4 Fiber komposit

c. *Structural composite*, penggabungan material komposit

Komposit struktural dibentuk oleh penguat-penguat yang memiliki bentuk lembaran. Berdasarkan struktur, komposit dibagi menjadi dua yaitu struktur *laminata* dan struktur *sandwich*.



Gambar 2.5 struktur komposit

2.2.3 Kontribusi Matriks Terhadap Sifat Komposit

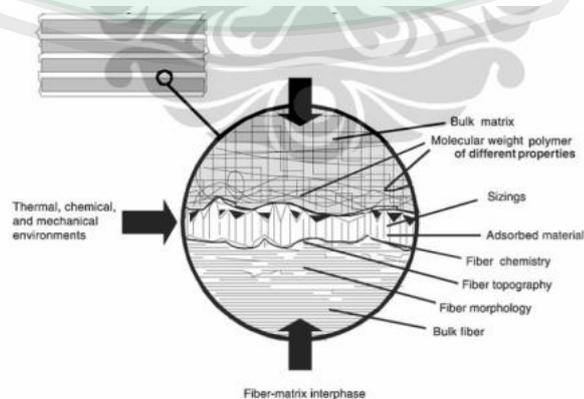
Sifat komposit sering didominasi oleh sifat penguat (*reinforcement*) atau filler tetapi beberapa sifat, seperti geseran dan tarik didominasi oleh matriks. Sifat-sifat konduktivitas thermal dan elektrik dapat dipengaruhi secara kuat oleh jenis bahan matriks. Bahkan sifat struktur yang lebih sederhana dipengaruhi oleh densitas dan porositas dari komposit, hampir semuanya karena matriks atau karena proses pembentukan matriks. Beberapa sifat kerja komposit, koefisien gesekan dan aus seperti dalam kampas rem adalah fungsi yang kompleks dari sifat utama komposit yang dipengaruhi dari matriks yang digunakan dan proses yang dilakukan ketika komposit dibuat (ASM, 2001).

2.2.4 Ikatan Antar Muka Dan Interfase

Material komposit adalah material yang mempunyai struktur utama matriks dan filler atau penguat. Faktor-faktor seperti komposisi utama,

morfologi fisik, dan pengaturan geometri dapat mengetahui sifat mekanik komposit. Suatu ikatan antarmuka yang optimal diperlukan bagi komposit untuk mencapai ketahanan lingkungan dan sifat mekanik dinamik dan statik yang maksimum. Perlekatan antarmuka antara filler dan matriks didasarkan pada metode optimasi dalam banyak komposit yang dipasarkan saat ini. Di pasaran, ikatan antarmuka sebagai sebuah penghantar yang efisien dari beban antara filler dan matriks adalah yang paling baik mutunya (Pramono, 2012).

Kondisi yang diperlukan untuk interaksi ikatan antarmuka yang dapat diterima antara penguat dan matriks ditentukan oleh energi bebas permukaan dari dua unsur tersebut. Hal ini berarti bahwa energi permukaan dari penguat harus lebih besar daripada matriks. Ketika permukaan filler dan matriks terjadi kontak, ikatan fisik dan kimia dapat terbentuk pada ikatan antarmuka tersebut. Senyawa kimia permukaan penguat dapat bereaksi dengan senyawa kimia dalam matriks, yang membentuk ikatan kimia. Gaya tarik menarik Van der Waals, ikatan hidrogen, dan ikatan elektrostatis dapat juga terbentuk bergantung pada sistem yang terjadi (Pramono, 2012).



Gambar 2.6 Diagram skematik interfasa penguat-matriks dan faktor pembentuknya (Pramono, 2012).

Jumlah dan jenis masing-masing secara kuat mempengaruhi interaksi (perekatan) antara filler dan matriks. Struktur dan sifat matriks dalam interfase dapat juga dipengaruhi oleh kedekatannya terhadap permukaan filler. Keberadaan penguat dan keadaan fisik dan kimianya dapat mengubah morfologi lokal dari matriks di daerah interfase. Ketidakhomogenitas dan komponen matriks yang tidak bereaksi dapat menyebar ke daerah interfase yang mengubah struktur lokal dan bertentangan dengan kontak yang baik antara filler dan matriks atau menghasilkan sebuah material dengan sifat mekanik yang kecil (Pramono, 2012).

2.3 *Sound Level Meter*

Sound Level Meter (SLM) adalah alat pengukur suara, mekanisme kerja SLM yaitu apabila ada benda bergetar maka menyebabkan terjadinya perubahan tekanan udara yang dapat ditangkap oleh SLM. Selanjutnya, dari getaran yang ditangkap oleh *microphone* SLM diteruskan ke layar yang menunjukkan intensitas suara yang dikeluarkan oleh sumber suara.

Alat yang digunakan dalam pengambilan data penyerapan suara adalah *sound level meter* merk PCE-Instrument dengan nomor seri PCE-EM882. Alat ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

Jarak pengukuran : A LO (*low*)-Weighting: 35-100 dB
A HI (*high*)-Weighting: 65-130 dB
C LO (*low*)-Weighting: 35-100 dB
A LO (*high*)-Weighting: 65-130 dB
Resolusi 0,1 dB

Tipe jarak frekuensi : 30Hz-10KHz

Frekuensi weighting : A, C-Weighting

Weighting time : Cepat

Data maksimal : *Decay*<1,5dB/3 menit

Akurasi : +/- 3,5 dB at 94 dB sound level, 1KHz *sine wave*

Microphone : *Electric condenser microphone*

2.4 Jagung

Tanaman jagung merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan. Berasal dari Amerika yang tersebar ke Asia dan Afrika melalui kegiatan bisnis orang-orang Eropa ke Amerika. Sekitar abad ke-16 orang Portugal menyebarkanluaskannya ke Asia termasuk Indonesia. Orang Belanda menamakannya mais dan orang Inggris menamakannya *corn* (Tjitrosoepomo, 2005).



Gambar 2.7 Tanaman jagung

Jagung merupakan tanaman biji-bijian (serealia) dan tergolong tanaman semusim (berumur pendek). Tanaman jagung hanya satu kali berproduksi, setelah

itu tanaman mati. Tanaman jagung tumbuh tegak dengan ketinggian 1-3 meter bergantung pada varietasnya dan tidak bercabang (Cahyono, 2007).

2.4.1 Taksonomi Tanaman Jagung

Tanaman jagung (*zea mays*L.) dalam tata nama atau sistematika (taksonomi) tumbuh-tumbuhan dimasukkan dalam klasifikasi sebagai berikut (Warisno, 2005):

Kingdom	: <i>Plantae</i> (tumbuh-tumbuhan)
Divisio	: <i>Spermatophyta</i> (tumbuhan berbiji)
Sub Divisio	: <i>Angiospermae</i> (berbiji tertutup)
Classis	: <i>Monocotyledone</i> (berkeping satu)
Ordo	: <i>Graminae</i> (rumput-rumputan)
Familia	: <i>Graminaceae</i>
Genus	: <i>Zea</i>
Species	: <i>Zea mays</i> L.

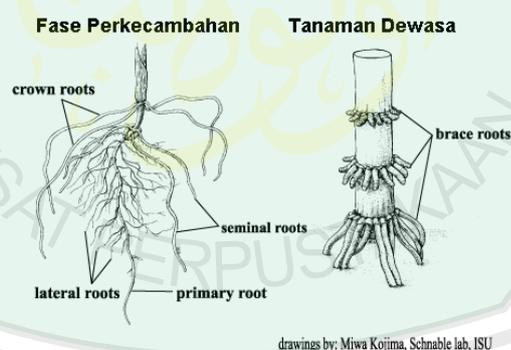
Di daerah aceh dan sunda, jagung biasa disebut dengan jagong, sedangkan di sumba disebut wataru, di sulawesi disebut dengan wokan, di ternate disebut kastela. Khusus di daerah jawa dan bali serta kalimantan disebut jagung (Warisno, 2005).

2.4.2 Morfologi Tanaman Jagung

A. Akar

Perakaran tanaman jagung tersusun atas akar kecambah, akar primer (*seminal root*), dan akar serabut (*fibrious root system*). Akar kecambah adalah akar yang pertama kali tumbuh atau keluar pada saat biji berkecambah.

Akar primer adalah akar yang tumbuh setelah terbentuknya calon batang (*coleoptile*) dan akar tersebut tumbuh dari ruas pertama atau ruas terbawah. Akar primer tersebut tumbuh ke bawah menuju pusat bumi. Akar serabut tumbuh memanjang ke arah samping (horizontal). Akar kecambah dan akar primer hanya tumbuh bersifat sementara, selanjutnya akan digantikan oleh akar serabut yang akan hidup terus. Selain akar serabut yang hidup terus, juga terdapat akar adventif yang tumbuh dari pangkal batang yang berada di pangkal permukaan tanah yang menembus masuk ke dalam tanah. Akar adventif tersebut berfungsi untuk memperkuat berdirinya tanaman, dan membantu menghisap air dan zat-zat hara. Perkembangan akar (kedalaman dan penyebarannya) dalam waktu 1 bulan dapat mencapai 60 cm (cahyono, 2007).

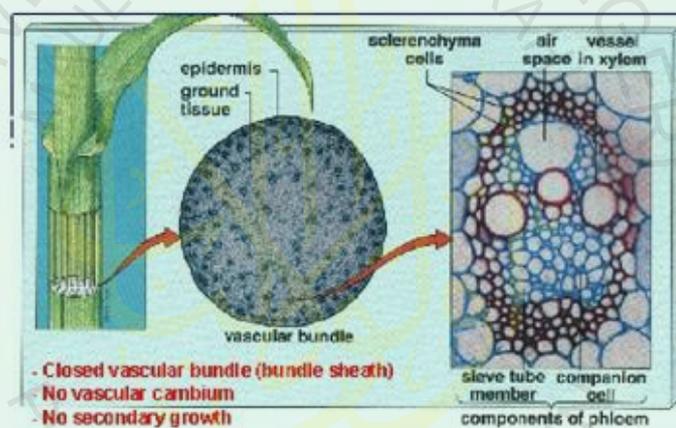


Gambar 2.8 Akar (Warisno, 2005)

B. Batang

Batang jagung tegak dan mudah terlihat, seperti pada sorgum dan tebu. Batangnya beruas-ruas terbungkus oleh pelepah daun yang berasal dari buku-bukunya. Batang jagung termasuk batang rumput (*calmus*), yaitu batang yang

tidak keras mempunyai ruas-ruas yang nyata dan seringkali berongga. Batang jagung bulat (*teres*), licin (*leavis*), arah tumbuhnya tegak lurus (*erectus*), dan cara percabangan monopodial. Jagung juga merupakan tumbuhan annual (*anuus*), yaitu tumbuhan yang umurnya pendek, umurnya kurang dari satu tahun sudah mati atau paling banyak dapat mencapai umur setahun. Terdapat juga muatan yang batangnya tidak tumbuh pesat sehingga berbentuk roset. Batang jagung cukup kokoh namun tidak banyak mengandung lignin (Tjitrosoepomo, 2005).



Gambar 2.9 Struktur anatomi batang jagung (Warisno,2005)

Batang tanaman jagung bulat silindris dan tidak berlubang seperti halnya batang tanaman padi, tetapi padat dan berisi berkas-berkas pembuluh sehingga makin memperkuat tinggi nya batang. Demikian juga jaringan kulit yang tipis dan keras yang terdapat pada batang bagian luarnya (kulit luar batang). Batang tanaman jagung yang masih muda (hijau) rasanya manis karena cukup banyak mengandung zat gula. Oleh sebab itu, batang tanaman

jagung, selain bisa digunakan untuk bahan baku pembuatan kertas, bisa juga diambil gulanya seperti halnya batang tanaman tebu (warisno, 2005).

C. Daun

Tanaman jagung berdaun tunggal. Daun berbentuk pita dengan ujung daun lancip, berukuran lebar berkisar antara 4-5 cm atau lebih dan panjang berkisar antara 31-96 cm atau lebih. Daun tumbuh pada setiap ruas batang dengan kedudukan daun agak mendatar dan saling berhadapan. Permukaan daun kasar dan sedikit berbulu (Cahyono, 2007).

Tangkai daun merupakan pelepah yang berfungsi untuk membungkus batang tanaman jagung. Daun-daun jagung tersebut mempunyai daun telinga yang terletak di pangkal daun. Lidah daun yang terletak di pangkal daun berfungsi untuk mengatasi masuknya air ke dalam tanaman jagung sehingga tidak mudah membusuk. Pada sisi sebelah atas daun terdapat sel-sel kipas yang berguna untuk menyerap air di bawah tekanan turgor sehingga daun menggulung atau mengerut. Pada sisi bawah terdapat stomata atau mulut daun yang jumlahnya lebih banyak. Daun tanaman jagung mempunyai peranan penting dalam proses penentuan produksi. Sebab pada daun terjadi beberapa aktifitas tanaman yang mendukung proses perkembangan tanaman (Warisno, 1998).

2.5 Manfaat Tanaman Dalam Al-Quran

Allah SWT telah menciptakan berbagai macam tumbuhan, sebagaimana yang difirmankan Allah SWT dalam surat asy Syu'araa ayat 7-8:

بَيْنَ أَكْثَرِهِمْ كَانَ وَمَا آيَةٌ ذَٰلِكَ فِي إِنَّ ﴿٧﴾ كَرِيمٍ زَوْجِ كُلِّ مِنْ فِيهَا أَنْبَتْنَا كَرَامًا الْأَرْضِ إِلَى يَرَوْنَ أَوْلَمَ

﴿٨﴾ مُؤْمِنًا

“Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami Tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik?. Sungguh, pada yang demikian itu terdapat tanda (kebesaran Allah), tetapi kebanyakan mereka tidak beriman” (QS. asy-Syu’araa’:)

Tafsir al-Misbah Oleh M. Quraish Shihab menafsirkan ayat diatas sebagai berikut:

أَلْأَرْضِ إِلَى يَرَوْنَ أَوْلَمَ

Apakah mereka tidak melihat ke bumi, merupakan kata yang mengandung makna batas akhir. Ia berfungsi memperluas arah pandangan hingga batas akhir, dengan demikian ayat ini mengundang manusia untuk mengarahkan pandangan hingga batas kemampuannya sampai mencakup seantero bumi, dengan aneka tanah dan tumbuhannya dan aneka keajaiban yang terhampar pada tumbuh-tumbuhannya.

Kata زَوْجٍ berarti pasangan. Pasangan yang dimaksud ayat ini adalah pasangan tumbuh-tumbuhan, karena tumbuhan muncul dicelah-celah tanah yang terkampar di bumi, dengan demikian ayat ini mengisyaratkan bahwa tumbuh-tumbuhan pun memiliki pasangan-pasangan guna pertumbuhan dan perkembangannya. Ada tumbuhan yang memiliki benang sari dan putik sehingga menyatu dalam diri pasangannya dan dalam penyerbukannya ia tidak membutuhkan pejantan dan bung lain. Dan ada juga yang hanya memiliki salah

satunya saja sehingga membutuhkan pasangannya. Yang jelas, setiap tumbuhan memiliki pasangannya dan itu dapat terlihat kapan saja bagi siapa yang ingin menggunakan matanya. Karena itu ayat diatas memulai dengan pertanyaan apakah mereka tidak melihat, pertanyaan yang mengandung unsur keheranan terhadap mereka yang tidak memfungsikan matanya untuk melihat bukti yang sangat jelas itu.

Kata *كريم* antara lain digunakan untuk menggambarkan segala sesuatu yang baik bagi setiap obyek yang disifatinya. Tumbuhan yang baik, paling tidak adalah yang subur dan bermanfaat (Shihab, 2002).

Syaikh Imam Al Qurthubi dalam tafsir al Qurthubi menjelaskan bahwa surat asy Syua'ra ayat 7 Allah memperingatkan akan keagungan dan kekuasaannya, jika mereka melihat dengan hati dan mata mereka niscaya mereka mengetahui bahwa Allah SWT adalah yang berhak untuk disembah, karena Maha Kuasa atas segala sesuatu. *Az-Zauj* adalah warna (Al Qurthubi, 2009).

كريم artinya baik dan mulia. Adapun asal kata *al karam* dalam bahasa arab adalah *al fadhil* (keutamaan). *Nakhlah kariimah* artinya kurma yang unggul dan banyak buahnya. *Rajuluun kariimun* artinya mulia, unggul dan suka memaafkan. *Nabatat al ardhu* dan *anbatat* artinya sama yaitu menumbuhkan (Al Qurthubi, 2009).

Surat asy Syua'ara Ayat 7 Allah SWT mencela orang-orang kafir yang tidak mau mempergunakan akal pikiran mereka untuk memperhatikan bahwa apa yang terjadi di alam ini menunjukkan kekuasaan Allah SWT. Seandainya mereka mau memikirkan dan merenungkan ciptaan Allah SWT, tentu mereka akan

menjadikan orang-orang yang beriman kepada Allah SWT dan Rosul-Nya (Depag. RI, 2010).

Buya Hamka (1978) dalam menafsirkan surat asy Syua'ra berpendapat bahwa kata "*min kulli zaujin kariim*" diartikan sebagai perkawinan. Bahwa semua tumbuh-tumbuhan di muka bumi ini ada karena proses perkawinan antara jantan dan betina. Lebih jauh lagi beliau berpendapat bahwa dengan pengetahuan yang lebih tinggi semua yang terjadi di alam semesta tidak hanya karena proses perkawinan tetapi adanya campur tangan Allah SWT dalam rangka untuk membuat manusia berfikir, merenung dan meninjau akan kebesaran Allah SWT.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental untuk mengetahui pengaruh komposisi dan ukuran filler terhadap sifat fisis dan koefisien absorpsi bunyi material komposit batang jagung.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan bulan Januari-Mei 2016. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Optik, Laboratorium Material dan Workshop Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang, Matera Medica Batu (MMB) Dinas Kesehatan Propinsi Jawa Timur di Kota Batu, dan Laboratorium Zat Padat Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat yang digunakan

1. *Sound Level Meter*
2. Speaker aktif 50 Hz
3. Pisau
4. Wadah/tempat batang jagung
5. Timbangan 5 Kg
6. Gelas ukur
7. Alat pengepres

8. Ayakan 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh
9. Jangka sorong
10. Neraca Ohaus
11. Gerinda
12. Gergaji

3.3.2 Bahan yang digunakan

1. Batang jagung
2. Tepung tapioka
3. Air

3.4 Langkah Penelitian

3.4.1 Pembuatan panel batang jagung

1. Batang jagung dikeringkan, kemudian dicacah.
2. Batang jagung yang sudah dikeringkan digiling menjadi serbuk.
3. Serbuk diayak dengan menggunakan ayakan ukuran 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh.
4. Serbuk batang jagung dicampur tepung tapioka dan air dengan perbandingan massa 40%:60% dan 60%:40%.
5. Bahan yang sudah dicampur ditruh dalam panci dan dipanaskan di atas api dan diaduk selama 10 menit hingga berubah warna kecoklatan.
6. Tiap bagian sampel tersebut dipres dengan alat pengepres dengan ukuran panjang 25 cm, lebar 25 cm, dan tebal 1 cm.

3.4.2 Uji penyerapan suara panel batang jagung

Pengujian penyerapan panel batang jagung dilakukan dengan menyiapkan miniatur ruang. Sumber suara 50 Hz dinyalakan ditaruh di dalam miniatur, panel akustik ditaruh di tengah bagian miniatur dan sound level meter diletakkan di sisi miniatur yang lain. Sumber suara diarahkan pada sound level meter tanpa panel akustik dan intensitas bunyi yang terbaca pada sound level meter dicatat sebagai intensitas bunyi sebelum melalui panel akustik (I_2), data diambil sebanyak 4 kali.

Panel akustik diletakkan di tengah miniatur ruang dan dilakukan pengambilan data intensitas bunyi yang diteruskan melalui panel akustik (I_1), data diambil sebanyak 4 kali untuk setiap panel akustik.

3.4.3 Pembuatan sampel uji densitas dan perhitungan densitas

Setelah didapatkan data intensitas bunyi, panel akustik dipotong menjadi 4 bagian kecil dengan ukuran panjang 1cm, lebar 1cm dan tinggi 1cm dihitung sebagai volume bahan. Sampel ditimbang untuk mencari massa dengan neraca Ohaus.

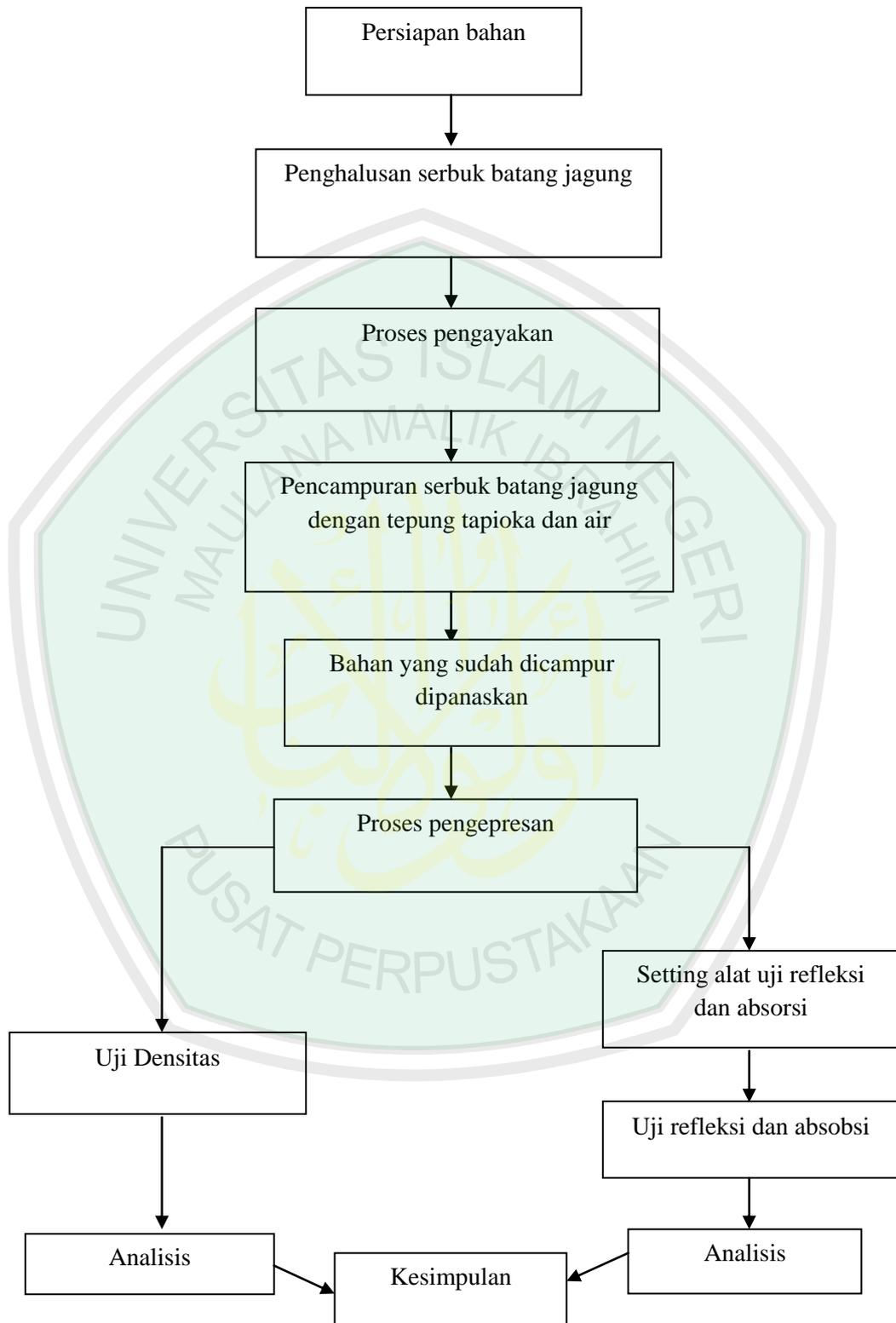
Perhitungan densitas menggunakan persamaan:

$$\rho = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} \quad (3.1)$$

3.5 Teknik Analisis Data

Analisis data koefisien penyerapan bunyi bahan akustik dari batang jagung dengan kerapatan yang berbeda digunakan analisis grafik, pengolahan data yang diperoleh dilakukan dengan bantuan komputer yaitu program excel.

3.6 Rancangan Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir rancangan penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Proses penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap. Tahap pertama adalah pembuatan panel akustik komposit batang jagung. Pada tahap kedua dilakukan pengambilan data koefisiensi penyerapan suara panel akustik batang jagung. Tahap ketiga pembuatan sampel pengujian sifat fisis, pengujian sifat fisis yang dilakukan pengujian densitas atau kerapatan sampel.

4.1.1 Pembuatan Sampel Komposit Batang Jagung

Batang jagung dikeringkan untuk mengurangi kadar air agar mudah dicacah. Pencacahan ini dilakukan agar dapat dengan mudah untuk digiling. Setelah digiling serbuk batang jagung dipisah dengan diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh. Diharapkan dengan ukuran mesh yang lebih kecil akan menghasilkan kerapatan bahan yang lebih bagus dan pori-pori yang relatif kecil. Sampel yang dipakai adalah serbuk batang jagung yang tidak lolos ayakan. Pengayakan ini dilakukan untuk mendapatkan butir batang jagung yang homogen.

Batang jagung yang telah selesai diayak dicampur dengan tepung tapioka dengan perbandingan 40% serbuk batang jagung dengan 60% tepung tapioka dan 60% serbuk batang jagung dengan 40% tepung tapioka untuk tiap ukuran butir batang jagung lalu ditambahkan air 3 kali jumlah tepung tapioka. Komposisi antara serbuk batang jagung, tepung tapioka dan air mangacu pada penelitian yang

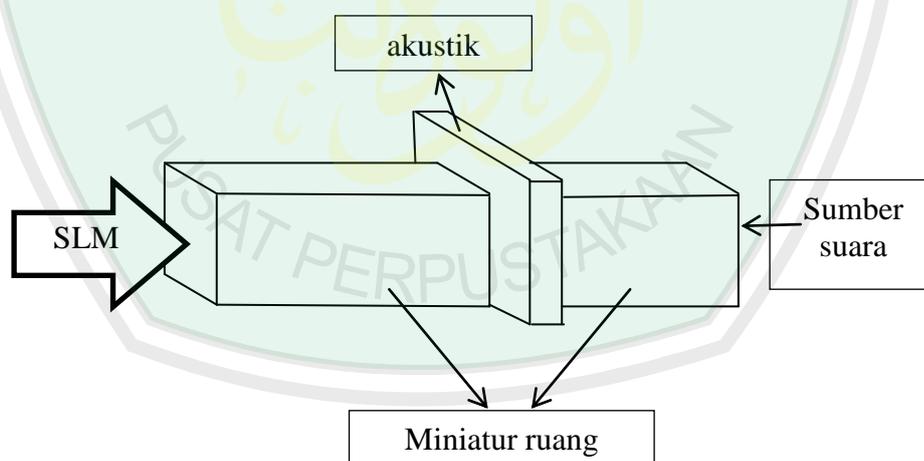
dilakukan oleh Indrawati (2009) yang membuat komposit peredam suara dari bahan serbuk pelepah pisang dan tepung tapioka dengan penyesuaian dengan bahan batang jagung. Metode pencampuran dari bahan-bahan yang dipakai berbeda dengan penelitian sebelumnya karena sifat serbuk batang jagung yang mudah menyerap air. Untuk mendapatkan campuran matriks dan filler yang homogen, maka pencampuran bahan-bahan dilakukan sebelum dipanaskan untuk menghindari kadar air yang berlebihan. Kadar air yang berlebihan akan berpengaruh pada proses pengepresan. Sampel akan terlalu lembek sehingga sulit untuk dibentuk.

Serbuk batang jagung yang dicampur tepung tapioka dan air dimasukkan dalam panci kemudian dipanaskan atau dimasak dengan api sedang sambil diaduk selama 10 menit sampai mendapatkan sampel yang homogen. Tujuan memasak campuran ini untuk meningkatkan ikatan antara matriks tepung tapioka dan filler serbuk batang jagung. Air yang dicampur dengan bahan berfungsi jadi jembatan ikatan antara serbuk batang jagung dan tepung tapioka. Sampel didiamkan selama 1 menit untuk menurunkan panas bahan, lalu ditimbang.

Proses pencetakan menggunakan alat press dengan ukuran panjang 23cm x 23cm dengan tebal 1cm. Sampel yang telah dipress dikeringkan untuk mengurangi kadar air pada matahari langsung. Proses pengeringan sangat penting untuk mendapatkan panel yang benar-benar kering secara merata. Karena bahan yang dipakai adalah bahan organik, jika belum kering sempurna bahan mengalami pembusukan dan berjamur. Bahan organik tersebut juga berpengaruh pada suhu yang lembab.

4.1.2 Pengujian Penyerapan Suara Menggunakan Sound Level Meter

Sampel peredam suara diuji menggunakan sound level meter merek PCE-Instrument untuk mengetahui kekuatan peredaman sampel terhadap suara yang diberikan. Sumber suara yang dipakai adalah sound dengan frekuensi tetap 50 Hz. Pengujian membutuhkan ruang yang tenang dan jauh dari gangguan-gangguan suara untuk meminimalisir kebisingan yang dapat mengganggu proses pengambilan data peredam suara. Pengambilan data dilakukan di Laboratorium Optik Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Dibutuhkan miniatur ruangan untuk mengurangi gema atau gaung yang terjadi akibat ruang yang besar. Miniatur ruangan dibuat dari seng dibentuk persegi panjang dengan dua sisi yang berlubang untuk tempat sumber suara dan sound level meter. Sampel diletakkan ditengah-tengah antara miniatur ruang seperti yang terlihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.1 Skema percobaan pengambilan data intensitas suara

Sumber bunyi yang diberikan pertama tanpa penghalang sampel batang jagung yang diterima oleh sound level meter dicatat sebagai taraf intensitas mula-

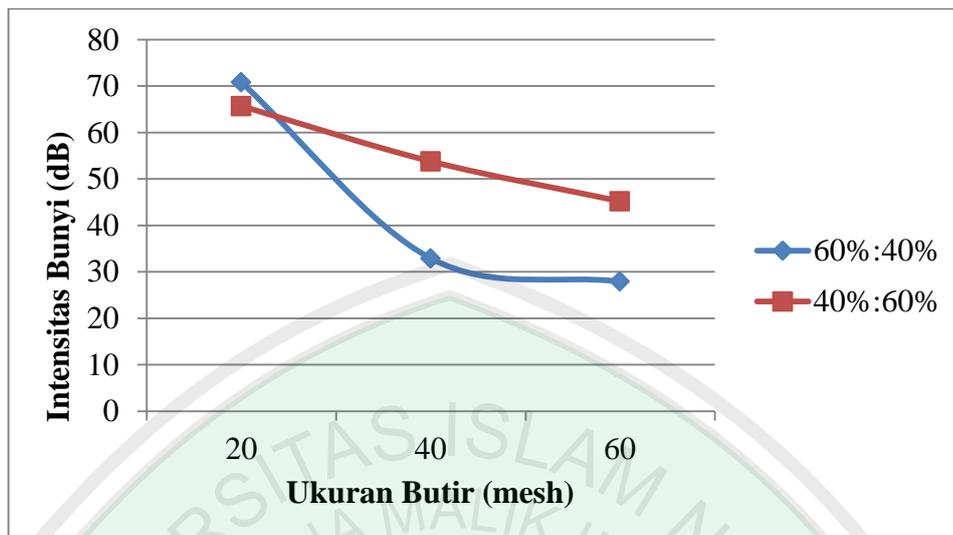
mula (I_2). Sumber bunyi yang dihalangi oleh sampel peredam diterima oleh sound level meter dicatat sebagai bunyi yang diteruskan (I_1).

Dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali, dengan hari yang berbeda pada jam dan kondisi yang sama. Dari hasil pengambilan data penyerapan suara didapatkan nilai taraf intensitas penyerapan bunyi pada sampel dengan komposisi sebuk batang jagung yang ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nilai taraf intensitas penyerapan bunyi panel batang jagung

Ukuran butir	Komposisi	Taraf Intensitas Bunyi (dB)				Rata-rata
	Taraf intensitas awal (dB)	75,7	75,3	75,5	75,7	
20 mesh	Panel A (60%:40%)	72,3	71,2	70,4	69,3	70,8
	Panel B (40%:60%)	67	66	65,1	64,7	65,7
40 mesh	Panel C (60%:40%)	33,1	33,3	33	32,2	32,9
	Panel D (40%:60%)	56,3	54,3	54,3	50,3	53,8
60 mesh	Panel E (60%:40%)	29,5	28,4	27,3	26,5	27,9
	Panel F (40%:60%)	46,2	45,3	45,1	44,3	45,2

Taraf intensitas suara yang telah melewati panel akustik berkisar antara 70,8 dB-27,9 dB. Nilai taraf intensitas panel A paling besar yaitu 75,5 dB mempunyai selisih 4,7 dB dari taraf intensitas awal (TI_0) sebesar 75,5. Panel B mempunyai nilai taraf intensitas 27,9 dB selisih 47,6 dB dari taraf intensitas awal (TI_0).



Gambar 4.2 Grafik pengaruh ukuran butir terhadap intensitas penyerapan bunyi

Taraf intensitas bunyi semakin menurun seiring dengan semakin kecilnya ukuran butir serbuk batang jagung. Panel dengan ukuran butir 20 mesh dan komposisi 60%:40% mempunyai nilai lebih tinggi dari pada panel 20 mesh dan komposisi 40%:60%. Jika dilihat dari ukuran butir 40 mesh dan 60 mesh seharusnya nilai intensitas panel 20 mesh dan 60%:40% berada dibawah panel 20 mesh dan 40%:60%.

Nilai taraf intensitas yang diperoleh dihitung nilai intensitas bunyi yang diterima setelah melewati panel akustik menggunakan persamaan:

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (4.1)$$

Dimana:

TI : Taraf intensitas yang diterima oleh *Sound Level Meter* (dB)

I : Intensitas bunyi (w/m^2)

I_0 : Intensitas bunyi acuan ($10^{-12} w/m^2$)

Nilai koefisien serapan dihitung menggunakan persamaan:

$$I_1 = I_2 e^{-\alpha x} \quad (4.2)$$

$$\ln I_1 = \ln I_2 (-\alpha \cdot x) \quad (4.3)$$

$$-\alpha = \frac{\ln I_1 - \ln I_2}{x} \quad (4.4)$$

Dimana:

I_1 : Intensitas yang diterima *sound level meter* setelah melewati panel akustik

I_2 : Intensitas sebelum melewati panel akustik

α : koefisien serapan panel akustik

x : tebal panel akustik

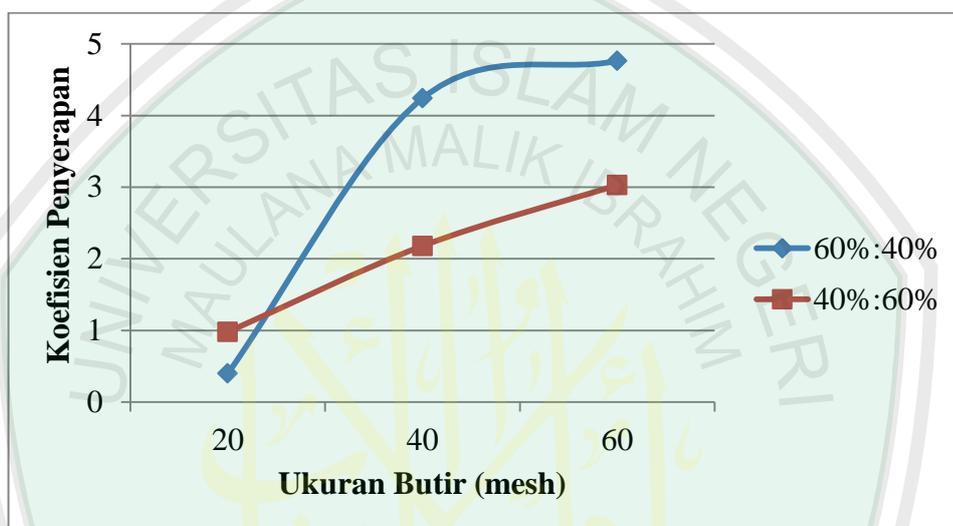
Impedansi akustik adalah ukuran nilai hambatan yang diberikan oleh medium terhadap perambatan gelombang bunyi. Impedansi akustik juga berpengaruh terhadap nilai koefisien absorpsi bunyi (α).

Koefisien serapan panel batang jagung ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Koefisien serapan panel batang jagung

Ukuran butir	Komposisi	Koefisien penyerapan suara				Rata-rata
20 mesh	Panel A (60%:40%)	0,04	0,41	0,51	0,64	0,40
	Panel B (40%:60%)	0,87	0,93	1,04	1,10	0,98
40 mesh	Panel C (60%:40%)	4,26	4,20	4,25	4,27	4,24
	Panel D (40%:60%)	1,94	2,10	2,14	2,54	2,18
60 mesh	Panel E (60%:40%)	4,62	4,69	4,82	4,92	4,76
	Panel F (40%:60%)	2,95	3,00	3,04	3,14	3,03

Koefisien penyerapan yang diperoleh dari panel akustik mempunyai nilai paling pada panel A dengan nilai 0,98. Nilai koefisien panel yang lain mempunyai nilai diatas ambang batas yang ditetapkan pada panel akustik yaitu 0 sampai 1. Koefisien panel mempunyai nilai paling tinggi pada 4,76 terendah pada panel A dengan nilai koefisien 0,4.



Gambar 4.3 Grafik pengaruh koefisien serapan panel batang jagung dengan ukuran butir

Nilai koefisien penyerapan suara mengalami kenaikan seiring dengan semakin kecil ukuran butir serbuk batang jagung. Panel 20 mesh dengan perbandingan 60%:40% mengalami kenaikan drastis. Kenaikan nilai dapat diartikan bahwa ukuran butir berpengaruh pada dan komposisi berpengaruh pada koefisien penyerapan bunyi.

4.1.3 Uji Sifat Fisis Panel Akustik

Pembuatan sampel uji mekanik dilakukan dengan memotong sampel batang jagung. Sampel diukur menggunakan jangka sorong dengan panjang (p) 1

cm, lebar (l) 1 cm dan tinggi (t) 1 cm kemudian dihitung volume sampel dengan menggunakan persamaan:

$$V = p \times l \times t \quad (4.5)$$

Dengan:

V : volume (cm^3)

p : panjang (cm)

l : lebar (cm)

t : tinggi (cm)

Setelah diperoleh nilai volume, sampel ditimbang menggunakan neraca Ohaus dan dicatat sebagai massa (m) sampel. Sampel yang telah diketahui nilai volume dan massanya, maka nilai densitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2.6)$$

Dengan:

ρ : densitas (g/cm^3)

m : massa (g)

v : volume (cm^3)

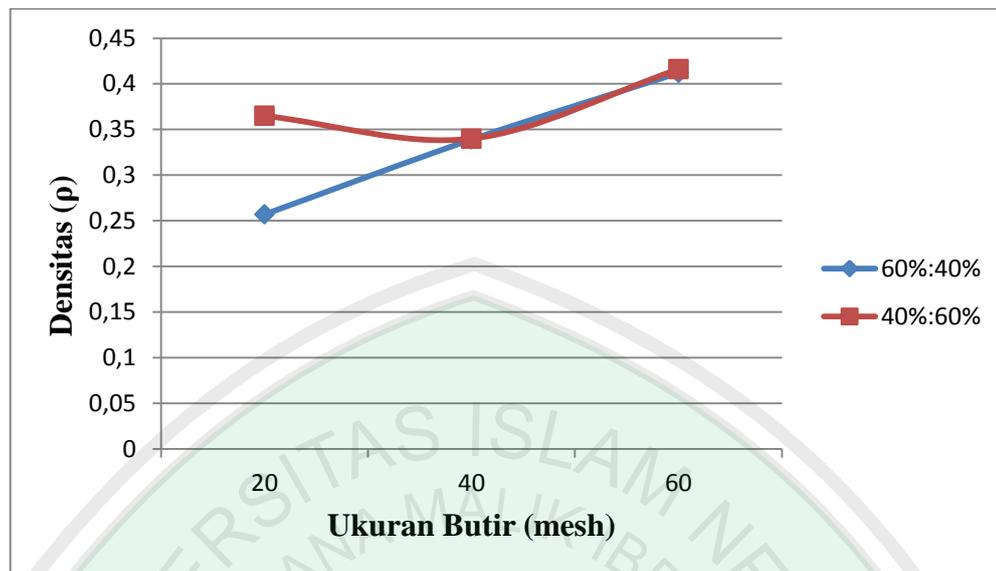
Pengukuran diambil pada bagian sampel secara acak dan diulang sebanyak 4 kali. Dari perhitungan tersebut diperoleh data dari sampel, pengulangan dari setiap bahan dirata-rata sehingga diperoleh nilai densitas sampel.

Hasil yang diperoleh dari pengukuran didapatkan nilai dari densitas seperti yang diperlihatkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai densitas panel batng jagung

Ukuran butir	Komposisi	Densitas (g/cm^3)				Densitas rata-rata
20 mesh	Panel A(60%:40%)	0,004	0,333	0,359	0,334	0,257
	Panel B(40%:60%)	0,380	0,411	0,349	0,319	0,365
40 mesh	Panel C(60%:40%)	0,344	0,339	0,326	0,349	0,339
	Panel D(40%:60%)	0,358	0,343	0,322	0,337	0,340
60 mesh	Panel E(60%:40%)	0,413	0,391	0,419	0,427	0,412
	Panel F(40%:60%)	0,412	0,418	0,414	0,420	0,416

Nilai densitas pada variasi komposisi dan variasi ukuran butir pada tabel menunjukkan adanya kenaikan dari panel A hingga panel F seiring dengan bertambah kecilnya ukuran butir sebuk batang jagung. Nilai densitas dari panel A hingga panel F mempunyai rentang antara $0,257cm^3$ - $0,416cm^3$. Nilai densitas yang paling rendah berada pada $0,257 g/cm^3$ dengan ukuran butir 20 mesh dan perbandingan komposisi 60%:40%. Sedangkan nilai densitas tertinggi $0,416 g/cm^3$ dengan ukuran butir 60 mesh dan variasi komposisi 40%:60%. Dari nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai densitas berbanding lurus dengan semakin kecilnya ukuran butir batang jagung dan perbandingan komposisi pada filler yang semakin sedikit.



Gambar 4.4 Grafik pengaruh densitas panel akustik dengan ukuran butir

Panel akustik 20 mesh dan 60 mesh mempunyai nilai kerapatan jenis yang hampir sama. Gambar 4.4 menunjukkan ukuran butir serbuk batang jagung yang semakin kecil maka densitas panel tersebut juga semakin tinggi. Komposisi panel akustik juga mempengaruhi densitas panel. Hal ini dapat dilihat dari angka densitas yang semakin tinggi. Panel F adalah panel dengan komposisi filler 40% dan komposisi matriks 60% dengan ukuran butir 60 mesh.

4.2 Pembahasan

Material akustik dapat dibagi tiga, yaitu: material penyerap, material penghalang dan material peredam. Penelitian tentang material penyerap banyak dilakukan menggunakan bahan-bahan dari alam seperti bambu, pelepah pisang, jerami dan lain-lain. Karakteristik bahan yang dapat digunakan sebagai material peredam adalah bahan yang bersifat resistif atau resonator, berserat dan berpori.

Penelitian ini menggunakan batang jagung sebagai material penyerap suara dicampur dengan tepung tapioka. Batang jagung adalah bahan yang dapat dijadikan material akustik penyerap suara karena batang jagung mempunyai serat dan kandungan kayu yang sedikit sehingga jika dihaluskan dapat membentuk pori-pori.

Pembuatan material komposit penyerap suara batang jagung diawali dengan proses peghalusan batang jagung sebagai filler dan tepung tapioka sebagai filler. Proses pencampuran serbuk batang jagung dan tepung tapioka menggunakan media air sebagai pembentuk ikatan antara kedua bahan.

Terdapat 6 jenis sampel dengan ukuran butir yang berbeda dan variasi perbandingan antara matriks dan filler. Variasi perbandingan antara matriks dan filler berpengaruh pada interaksi kekuatan ikatan antara serbuk batang jagung dan tepung tapioka sehingga dapat diketahui densitas dari sampel.

Variasi ukuran butir serbuk batang jagung diambil ukuran 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh. Ukuran butir serbuk batang jagung dapat mempengaruhi koefisien penyerapan suara. Penyerapan suara pada ukuran butir 20 mesh didapatkan nilai koefisiensi minimal 0,4 dan nilai maksimal 0,98. Ukuran butir 40 mesh mempunyai nilai koefisiensi panel akustik minimal 2,18 dan nilai maksimal 4,24. Sedangkan ukuran 60 mesh memperoleh hasil koefisiensi panel akustik minimal 3,03 dan nilai maksimal 64,76.

Nilai koefisiensi panel akustik minimal dan maksimal dipengaruhi oleh variasi komposisi antara matriks dan filler. Nilai koefisiensi panel akustik minimal dipengaruhi oleh komposisi 40%:60%. Sedangkan nilai koefisiensi panel

akustik maksimal dipengaruhi oleh komposisi 60%:40%. Komposisi berpengaruh pada karapatan jenis panel akustik.

Perambatan gelombang yang melalui bidang pembatas akan mengalami pemantulan, penyerapan dan transmisi. Energi bunyi yang diserap, dipantulkan dan diteruskan ditentukan oleh koefisien serapan (α). Koefisien serap (*absorpsi*) adalah angka yang menunjukkan perbandingan antara energi bunyi mula-mula yang diteruskan tanpa melewati pembatas dengan energi bunyi yang melewati pembatas. Besar kecilnya nilai koefisien serap selain bergantung pada frekuensi bunyi dan karakteristik material pembatas juga bergantung pada sudut jatuh gelombang bunyi (mediastika, 2009).

Khuriati (2006) menggunakan sabut kelapa sebagai bahan peredam suara mendapatkan koefisien absorpsi sebesar 0,51. Menurut Doelle (1993) dan Simatupang (2007), bahan material yang dapat dijadikan sebagai bahan penyerap bunyi adalah bahan yang mempunyai nilai koefisien di atas 0,3.

Grafik pengaruh antara komposisi batang jagung dengan nilai koefisien peredam suara menunjukkan bahwa semakin kecil butir batang jagung dan komposisi lebih besar batang jagung daripada tepung tapioka maka koefisien penyerapan bunyi juga semakin besar. Hal ini membuktikan besar atau kecil ukuran butir mempengaruhi pori-pori dari sampel. Sehingga nilai koefisien penyerapan menjadi lebih besar pada sampel 20 mesh.

Perbandingan antara matriks dan filler pada sampel juga berpengaruh pada nilai koefisien penyerapan. Hal ini dapat dilihat pada sampel 20 mesh dengan perbandingan 60%:40%, ikatan antara matriks dan filler sangat lemah akan tetapi

bentuknya terdapat rongga-rongga yang nyata. Rongga-rongga inilah yang dapat menyerap bunyi yang diterima panel akustik. Perbedaan ini terjadi karena filler yang lebih mendominasi pada sampel sehingga pori-pori yang terbentuk pada sampel lebih sedikit, bentuk dari panel akustik lebih solid dan matiks terbentuk lebih banyak pori-pori akan terisi oleh tepung tapioka yang sudah mengeras dan pori-pori menjadi hilang.

Perbedaan nilai koefisien penyerapan yang cukup besar antara sampel dengan perbandingan matrik-filler 60%:40% dan 40%:60% karena dari segi bentuk, sampel yang matriksnya lebih banyak mempunyai kandungan air yang lebih banyak sehingga pembentukan sampel pada waktu pengepresan tidak dapat terbentuk dengan baik dan sampel menjadi lebih lembek. Sampel yang matriksnya lebih banyak mempunyai bentuk tidak rata tebalnya 1cm. Hal ini berpengaruh pada waktu pengambilan data penyerapan suara, sampel tidak bisa dipasang sempurna pada tempat pengambilan data.

Panel akustik dengan ukuran butir 20 mesh dengan komposisi 60%:40% dan 40%:60% dapat dijadikan sebagai panel peredam suara. Karena koefisien yang didapatkan panel adalah 0,98 nilai koefisien minimal panel akustik yang disarankan adalah 0,3. Dari segi fisis, panel akustik 20 mesh mempunyai densitas $0,257 \text{ g/cm}^3$. Berarti kerapatan jenis yang dimiliki panel tidak begitu bagus. Dilihat dari bentuk fisik panel akustik, sampel 20 mesh mempunyai ikatan yang lemah antara matriks dan filler karena filler mudah terlepas dari matriks.

Penelitian yang dilakukan hidayat (2013) terhadap serat daun nenas memperoleh hasil paling baik pada koefisien penyerapan sebesar 0,3 pada

kerapatan $0,2 \text{ g/cm}^3$. Tetapi tidak dilakukan variasi ukuran butir pada serat daun nenas.

Nilai koefisien penyerapan suara panel komposit batang jagung jika dibandingkan dengan nilai koefisien rockwool lebih baik. Perbedaan nilai koefisien absorpsi antara keduanya tidak terpaut cukup jauh bahkan nilai koefisien dari komposit batang jagung lebih tinggi. Nilai koefisien absorpsi dari rockwool adalah 0,74 sedangkan komposit batang jagung mempunyai nilai 0,91.

Kerapatan jenis pada panel akustik berpengaruh pada koefisien penyerapan dan bentuk fisis. Pada material yang kerapatannya tinggi, energi bunyi akan sulit menembus material tersebut karena porositasnya kecil, kecepatan partikel bunyi kecil dan impedansinya besar sehingga bunyi lebih banyak dipantulkan dari pada diserap (Kinsler, 1982).

Data yang diperoleh dari uji densitas menunjukkan bahwa semakin banyak matriks akan berpengaruh pada kerapatan bahan. Pada tabel 4.3 dan grafik 4.3 menunjukkan perbedaan dari nilai densitas antar panel akustik. Nilai yang ditunjukkan mempunyai perbedaan yang sangat kecil antar panel akustik. Tetapi dari nilai tersebut jika dibandingkan dengan nilai koefisien penyerapan akan terlihat bahwa panel penyerap dengan nilai densitas yang semakin tinggi mempunyai nilai koefisien penyerapan yang semakin tinggi pula. Nilai koefisien penyerapan suara yang baik adalah 0,98 dan densitas panel berada pada nilai $0,365 \text{ g/cm}^3$.

Nilai koefisien penyerapan didapatkan dari perhitungan nilai taraf intensitas yang diterima oleh SLM. Pada sampel dengan ukuran butir 40 mesh dan

60 mesh mempunyai nilai koefisien penyerapan yang tinggi. Nilai ini tidak dapat dijelaskan sebagai koefisien penyerapan, karena pada waktu pengambilan data penyerapan suara pada sampel 40 mesh dan 60 mesh suara yang diterima oleh SLM sangat kecil sehingga didapatkan nilai taraf intensitas yang sangat rendah. Ada kemungkinan terjadinya refleksi pada waktu pengambilan data sampel ukuran butir 40 mesh dan 60 mesh. Suara yang diterima oleh sampel lebih banyak dipantulkan kembali sehingga suara yang diterima oleh SLM sangat rendah.

Sampel dengan ukuran butir 60 mesh dan 40 mesh mempunyai bentuk fisik yang lebih rapat dibandingkan dengan sampel ukuran butir 20 mesh. Dari sumber bunyi yang diberikan pada sampel 60 mesh, nilai yang ditampilkan oleh SLM paling rendah. Karena fenomena refleksi bunyi tidak diamati dalam percobaan ini maka ada kemungkinan nilai yang ditangkap oleh SLM dipengaruhi oleh pemantulan bunyi yang terjadi pada waktu percobaan.

Semakin tinggi rapat jenis bahan maka kemungkinan refleksi akan semakin besar. Karena pori-pori yang terdapat pada panel akan semakin kecil dan bunyi yang diberikan pada panel akustik akan memantul kembali dan tidak terserap oleh panel akustik. Pada panel akustik dengan kerapatan jenis yang tinggi mempunyai nilai koefisien serapan yang tinggi. Panel dengan kerapatan yang tinggi akan terbentuk pori-pori yang semakin kecil bentuk dari panel akustik akan semakin solid. Suara yang diberikan pada panel akan lebih banyak memantul dari pada diserap.

Percobaan penyerapan suara terhadap material komposit batang jagung ini tidak dilakukan pengamatan terhadap fenomena refleksi bunyi yang terjadi

didalam miniatur ruang dan bunyi yang terpantul oleh panel akustik sendiri. Sehingga ada kemungkinan bunyi yang ditangkap oleh Sound Level Meter pada panel akustik dengan ukuran butir 60 mesh dan komposisi 60%;40% mempunyai nilai yang paling rendah terjadi bunyi yang direfleksikan oleh bahan panel akustik.

Serbuk batang jagung dan tepung tapioka yang dicampur membentuk komposit, bukan membentuk alloy (paduan). Jadi, ikatan yang terjadi hanya ikatan antar permukaan saja. Semakin kecil ukuran butir serbuk batang jagung maka ikatan yang terbentuk antara matriks dan filler akan semakin kuat. Matriks tepung tapioka dalam penelitian ini berfungsi sebagai perekat (*adhesive*). Perekat adalah substansi yang dapat menyatukan dua benda atau lebih melalui ikatan permukaan.

Houwink dan salomon (1965) berpendapat 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.

4.3 Pemanfaatan Jagung Dalam Pandangan Islam

Sebagai manusia yang beriman kita diwajibkan untuk memikirkan segala sesuatu tentang kebesaran Allah SWT yang ada di alam semesta ini. Para ulama' menjelaskan bahwa Surat asy Syua'ra bahkan mencela orang-orang kafir karena tidak mau berfikir dan menelaah tentang kekuasaan Allah. Seandainya mereka mau berfikir niscaya mereka akan beriman kepada Allah SWT.

Tumbuh-tumbuhan jika ditelaah lebih jauh akan banyak manfaatnya, bukan hanya untuk memenuhi sandang pangan manusia. Memikirkan akan kejadian tumbuh-tumbuhan tersebut tidak akan ada habisnya, mulai dari perkawinan hingga pemanfaatan tumbuh-tumbuhan yang banyak sekali.

Tanaman adalah makhluk Allah SWT yang baik, dan berkembang biaknya tanaman juga hal yang baik. Bahkan para ulama' menjelaskan tafsir "zaujin kariim" sebagai bertemunya dua tanaman yang baik dengan pertemuan yang baik pula untuk berkembang biak.

Oleh karena itu, Allah SWT mengajak umat manusia untuk berfikir dan merenungkan ciptaan-ciptaan Allah SWT agar semakin mempertebal iman dan taqwa kepada Allah SWT. Dalam surat asy Syua'ra ayat 8 Allah berfirman:

﴿مُؤْمِنِينَ أَكْثَرُهُمْ كَانَ وَمَا آيَةٌ ذَٰلِكَ فِي إِنَّ﴾

"Sungguh, pada yang demikian itu terdapat tanda (kebesaran Allah), tetapi kebanyakan mereka tidak beriman" (QS. asy-Syu'araa': 7-8)

Jagung adalah tanaman yang tumbuh subur di Indonesia. Proses pembibitan jagung yang mudah dan pemanenan yang relatif singkat jagung menjadi makanan pokok sebagian masyarakat Indonesia. Pemanfaatan jagung adalah salah satu wujud pengamalan "zaujin kariim", Bahwa pada jagung terdapat pasangan yang baik yang dapat dijadikan contoh. Dan pemanfaatan jagung juga sebagai wujud pengamalan surat asy Syua'ara ayat 8 untuk dapat berfikir dan merenungkan bahwa pada tanaman jagung terdapat manfaat dan terdapat tanda-tanda kebesaran Allah SWT agar kita semakin beriman.

Jagung banyak ditanam di wilayah-wilayah Indonesia, akan tetapi pemanfaatan jagung masih banyak pada buahnya. Sedangkan batang jagung masih sebatas sebagai pakan ternak dan kayu bakar. Oleh karena itu, dalam penelitian ini batang jagung mencoba dimanfaatkan untuk sesuatu yang lain yaitu sebagai material penyerap suara.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dijelaskan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposisi antara campuran matriks tepung tapioka dan filler serbuk batang jagung berpengaruh pada kerapatan jenis dari panel penyerap suara. Semakin banyak filler yang ditambahkan pada panel penyerap maka nilai kerapatan jenis panel akan semakin tinggi. Nilai densitas panel komposit batang jagung paling rendah adalah $0,257 \text{ g/cm}^3$ pada ukuran butir 20 mesh dan komposisi 60%:40%. Nilai densitas paling tinggi adalah $0,416 \text{ g/cm}^3$ pada panel ukuran 60 mesh dan komposisi 40%:60%.
2. Panel akustik batang jagung mempunyai nilai koefisien paling baik dengan nilai 0,98 pada panel dengan ukuran butir 20 mesh dan komposisi 60%:40%. Panel komposit dengan nilai koefisien paling tinggi adalah 4,76 pada ukuran butir 60 mesh dan komposisi 60%:40%. Dalam percobaan ini tidak dilakukan pengamatan fenomena refleksi yang terjadi pada panel akustik. Dari data yang diperoleh pada ukuran butir 20 mesh terdapat nilai koefisien penyerapan yang baik. Semakin besar ukuran butir maka semakin baik nilai koefisien penyerapan bunyi karena terbentuk pori-pori yang banyak. Terdapat kemungkinan terjadi refleksi suara karena kerapatan bahan yang tinggi.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk proses pengepresan dilakukan dengan *hot press* agar mendapatkan cetakan sampel yang pas. Untuk pengujian penyerapan suara, sebaiknya dilakukan di ruang akustik yang kedap suara untuk meminimalisir gangguan suara yang bergema dan bergaung di dalam ruangan agar saat pengambilan data penyerapan suara sound level meter dapat membaca intensitas suara yang melalui panel akustik dengan baik.



DAFTAR PUSTAKA

- Al maragi, Ahmad Mustofa. 1989. *Tafsir Al-Maragi*. Semarang: Toha Putra
- Al Qurthubi, Syaikh Imam. 2009. *Tafsir Al Qurthubi*. Alih Bahasa: Muhyiddin Mas Rida, Muhammad Rana Mengala. Jakarta: Pustaka Azzam
- Amrullah, Syaikh Abdul Malik Bin Abdul Karim. 1978. *Tafsir Al Azhar Juzu' XIX*. Surabaya: Yayasan Latimojong
- Cahyono, Ir. Bambang. 2007. *Jagung*. Bandung: Sinar Baru Algensindo
- Darmawan, B. 1992. *Fisika*. Bandung: Erlangga
- David, Halliday & Resnick Robert. 1985. *Fisika Jilid 1 Edisi Ketiga*. Terjemahan oleh: Silaban, Pantur & Erwin Sucipto. Bandung: ITB
- Doelle, L Leslie. 1985. *Akustik Lingkungan*. Terjemahan oleh: Lea Prasetya. Bandung: Erlangga
- Frick, Heinz. 2008. *Ilmu Fisika Bangunan*. Yogyakarta: IKAPI
- Gabriel, J.F. 2001. *Fisika Lingkungan*. Jakarta: Hipokrates
- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*. Alih Bahasa : Hanum, Yuliza. Jakarta: Erlangga
- Hayat, Wahyudil, Syakbaniah, Yenni Darvina. 2013. *Pengaruh Kerapatan Terhadap Koefisiensi Absorpsi Bunyi Papan Partikel Serat Daun Nenas*. Jurnal Pillar of Physics, Vol. 1, pp. 44-51
- Indrawati, Evi. 2009. *Koefisien Penyerapan Bunyi Bahan Akustik dari Pelepah pisang dengan Kerapatan yang Berbeda*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim
- Houwink, R. & Salomon G. 1965. *Adhesion and Adhesives*. Amsterdam: Elsevier
- Jargodzki, Cristopher P & Potter Franklin. 2005. *Mania Fisika Asah Otak , Paradoks, dan Keingintahuan*. Alih Bahasa: Kusuma, Eryna Yudha. Iman Setiadji & Subaidah Nuraini. Bandung: Pakar Raya
- Khotimah, Khusnul, Susilawati, Harry Soeprianto. 2015. *Sifat Penyerapan Bunyi Pada Komposit Serat Batang Pisang (SBP)-Polyester*. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA), Vol. 1 No. 1, pp. 91-101
- Khuriati, Ainie, Eko Komaruddin, dan Muhammad Nur. 2006. *Disain Peredam Suara Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Pengukuran Koefisien*

Penyerapan Bunyinya. Jurnal Berkala Fisika, Vol. 9 No. 1, Januari 2006, pp. 15-25

Lee, Y and Changwhan Joo. 2003. *Sound Absorption Properties of Recycled Polyester Fibrous Assembly Absorbers*. Autex Research Journal, Vol. 3 No. 2, Juni 2003

Mazumdar, S. K. 2002. *Composite Manufacturing: Materials, Product, and Process Engineering*.

Musfiqin, Choirul. 2011. *Pengukuran Koefisien Peredam Suara Berbahan Dasar Rumpuk Kering*. Surabaya: ITS. Jurnal Tidak Diterbitkan

Nasr, Seyyed Hoessein. 1986. *Science And Civilization In Islam*. Diterjemahan oleh Mahyudin. Bandung: Pustaka Bandung

Pramono, Agus Edy. 2012. *Karakteristik Komposit Karbon-Karbon Berbasis Limbah Organik Hasil Proses Tekan Panas*. Jakarta: UI

RI, Departemen Agama. 2010. *Al Quran dan Tafsirnya (Edisi Yang Disempurnakan)*. Jakarta: Lentera Abadi

Romuty, Wutmaili. (Guru SMK N 3 Ambon, Mahasiswa Magister Sistem Teknik Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada)

Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir al-Misbah*. Jakarta: Lentera

Sears, Francis Weston & Mark W. Zemansky. 1962. *Fisika Untuk Universitas I Mekanika Panas Bunyi*. Terjemahan oleh: Soedarjana, P.J & Ahmad Amir. Jakarta: Bina Cipta

Sutrisno, Suratno Wahyu Nugroho, Kuncoro Diharjo, dan Dwi Aries Himawanto. 2013. *Investigasi Material Penyerap Suara Dari Bahan Limbah Tongkol Jagung*. Jurnal Agri-Tek, Vol. 14 No. 1, pp. 63-71

Tipler, Paul A. 1998. *Fisika Untuk Sains & Teknik Edisi Ketiga Jilid 1*. Alih Bahasa: Prasetio, Lea & Rahmad W. Adi. Jakarta: Erlangga

Tija, M. O. 1993. *Diklat Kuliah FI-214 Gelombang*. Bandung: ITB

Tjitrosoepomo, Gembong. 2005. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

Warisno. 1998. *Budidaya Jagung Hibrida*. Yogyakarta: Kanisius

-. 1993. *Teknik Bercocok Tanam Jagung*. Yogyakarta: Kanisius



LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Hasil Pengambilan Data Taraf Intensitas Suara dan perhitungan intensitas

Ukuran butir	Komposisi	Intensitas Bunyi (dB)				Rata-rata
	TI (I_2)	75,7	75,3	75,5	75,7	
20 mesh	Panel A (60%:40%)	72,3	71,2	70,4	69,3	70,8
	Panel B (40%:60%)	67	66	65,1	64,7	65,7
40 mesh	Panel C (60%:40%)	33,1	33,3	33	32,2	32,9
	Panel D (40%:60%)	56,3	54,3	54,3	50,3	53,8
60 mesh	Panel E (60%:40%)	29,5	28,4	27,3	26,5	27,9
	Panel F (40%:60%)	46,2	45,3	45,1	44,3	45,2

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Perhitungan Taraf Intensitas Awal

TI₁

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$75,7 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\frac{75,7}{10} = \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$7,57 = \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\text{anti log } 7,57 = \frac{I}{10^{-12}}$$

$$10^{7,57} = \frac{I}{10^{-12}}$$

$$I = 10^{7,57} \cdot 10^{-12}$$

$$I = 10^{-4,43}$$

TI₂

$$10^{7,53} = \frac{I}{10^{-12}}$$

$$I = 10^{7,53} \cdot 10^{-12}$$

$$I = 10^{-4,47}$$

TI₃

$$10^{7,55} = \frac{I}{10^{-12}}$$

$$I = 10^{7,55} \cdot 10^{-12}$$

$$I = 10^{-4,45}$$

TI₄

$$10^{7,57} = \frac{I}{10^{-12}}$$

$$I = 10^{7,57} \cdot 10^{-12}$$

$$I = 10^{-4,43}$$

Lampiran 2 Tabel hasil perhitungan Intensitas Suara

Ukuran butir	Komposisi	Intensitas Bunyi (w/m^2)			
	Intensitas awal (w/m^2)	$10^{-4,43}$	$10^{-4,47}$	$10^{-4,45}$	$10^{-4,43}$
20 mesh	Panel A (60%:40%)	$10^{-4,47}$	$10^{-4,88}$	$10^{-4,96}$	$10^{-5,07}$
	Panel B (40%:60%)	$10^{-5,3}$	$10^{-5,4}$	$10^{-5,49}$	$10^{-5,53}$
40 mesh	Panel C (60%:40%)	$10^{-8,69}$	$10^{-8,67}$	$10^{-8,7}$	$10^{-8,78}$
	Panel D (40%:60%)	$10^{-6,37}$	$10^{-6,57}$	$10^{-6,57}$	$10^{-6,97}$
60 mesh	Panel E (60%:40%)	$10^{-9,05}$	$10^{-9,16}$	$10^{-9,27}$	$10^{-9,35}$
	Panel F (40%:60%)	$10^{-7,38}$	$10^{-7,47}$	$10^{-7,49}$	$10^{-7,57}$

$$I = I_0 e^{-\alpha x}$$

$$\ln I = \ln I_0 - \alpha x$$

$$-\alpha = \frac{\ln I - \ln I_0}{x}$$

Sampel 20 mesh (60%:40%)

$$\alpha_1 = 0,04$$

$$\alpha_2 = 0,41$$

$$\alpha_3 = 0,51$$

$$\alpha_4 = 0,64$$

Tabel 2.1 Ralat 20 mesh (60%:40%)

A	$(\alpha - \bar{\alpha})/d$	$(\alpha - \bar{\alpha})^2/d^2$
0,04	0,0187	$0,0349 \cdot 10^{-2}$
0,41	0,0087	$0,0075 \cdot 10^{-2}$
0,51	0,0043	$0,0018 \cdot 10^{-2}$
0,64	0,0233	$0,0542 \cdot 10^{-2}$
$\sum \alpha = 0,0259$		$\sum d^2 = 0,0984 \cdot 10^{-2}$

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum \alpha}{n}$$

$$\bar{\alpha} = \frac{0,0259}{4}$$

$$\bar{\alpha} = 0,0647$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{0,0984 \cdot 10^2}{4-1}}$$

$$s = 0,0104$$

$$\alpha = \bar{\alpha} \pm \delta n$$

$$\alpha = 0,0647 \pm 0,0104$$

$$\alpha_{max} = 0,0751$$

$$\alpha_{min} = 0,0543$$

Sampel 20 mesh (40%:60%)

$$\alpha_1 = 0,87$$

$$\alpha_2 = 0,93$$

$$\alpha_3 = 1,04$$

$$\alpha_4 = 1,10$$

Tabel 2.2 Ralat 20 mesh (40%:60%)

A	$(\alpha - \bar{\alpha})/d$	$(\alpha - \bar{\alpha})^2/d^2$
0,87	0,017	$0,0289 \cdot 10^{-2}$
0,93	0,007	$0,0049 \cdot 10^{-2}$
1,04	0,009	$0,0081 \cdot 10^{-2}$
1,10	0,018	$0,0324 \cdot 10^{-2}$
$\sum \alpha = 0,559$		$\sum d^2 = 0,0743 \cdot 10^{-2}$

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum \alpha}{n}$$

$$\bar{\alpha} = \frac{0,559}{4}$$

$$\bar{\alpha} = 0,139$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{0,0743 \cdot 10^2}{4-1}}$$

$$s = 0,0091$$

$$\alpha = \bar{\alpha} \pm \delta n$$

$$\alpha = 0,139 \pm 0,0091$$

$$\alpha_{max} = 0,1481$$

$$\alpha_{max} = 0,1299$$

Sampel 40 mesh (60%:40%)

$$\alpha_1 = 4,46$$

$$\alpha_2 = 4,20$$

$$\alpha_3 = 4,25$$

$$\alpha_4 = 4,27$$

Tabel 2.3 Ralat 40 mesh (60%:40%)

A	$(\alpha - \bar{\alpha})/d$	$(\alpha - \bar{\alpha})^2/d^2$
4,46	0,004	$0,0016 \cdot 10^{-2}$
4,20	0,015	$0,0225 \cdot 10^{-2}$
4,25	0,004	$0,0016 \cdot 10^{-2}$
4,27	0,024	$0,0576 \cdot 10^{-2}$
$\sum \alpha = 3,325$		$\sum d^2 = 0,0833 \cdot 10^{-2}$

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum \alpha}{n}$$

$$\bar{\alpha} = \frac{3,325}{4}$$

$$\bar{\alpha} = 0,831$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{0,0833 \cdot 10^2}{4-1}}$$

$$s = 0,0096$$

$$\alpha = \bar{\alpha} \pm \delta n$$

$$\alpha = 0,831 \pm 0,0096$$

$$\alpha_{max} = 0,8406$$

$$\alpha_{max} = 0,8214$$

Sampel 40 mesh (40%:60%)

$$\alpha_1 = 1,94$$

$$\alpha_2 = 2,10$$

$$\alpha_3 = 2,14$$

$$\alpha_4 = 2,54$$

Tabel 2.4 Ralat 40 mesh (40%:60%)

A	$(\alpha - \bar{\alpha})/d$	$(\alpha - \bar{\alpha})^2/d^2$
1,94	0,044	$0,1936 \cdot 10^{-2}$
2,10	0,013	$0,0169 \cdot 10^{-2}$
2,14	0,011	$0,0121 \cdot 10^{-2}$
2,54	0,069	$0,4761 \cdot 10^{-2}$
$\sum \alpha = 1,361$		$\sum d^2 = 0,6987 \cdot 10^{-2}$

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum \alpha}{n}$$

$$\bar{\alpha} = \frac{1,361}{4}$$

$$\bar{\alpha} = 0,340$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{0,6987 \cdot 10^2}{4-1}}$$

$$s = 0,0278$$

$$\alpha = \bar{\alpha} \pm \delta n$$

$$\alpha = 0,340 \pm 0,0278$$

$$\alpha_{max} = 0,3678$$

$$\alpha_{max} = 0,3122$$

Sampel 60 mesh (60%:40%)

$$\alpha_1 = 4,62$$

$$\alpha_2 = 4,69$$

$$\alpha_3 = 4,82$$

$$\alpha_4 = 4,92$$

Tabel 2.5 Ralat 60 mesh (60%:40%)

A	$(\alpha - \bar{\alpha})/d$	$(\alpha - \bar{\alpha})^2/d^2$
4,62	0,054	$0,2916 \cdot 10^{-2}$
4,69	0,021	$0,0441 \cdot 10^{-2}$
4,82	0,021	$0,0441 \cdot 10^{-2}$
4,92	0,053	$0,2809 \cdot 10^{-2}$

$\sum \alpha = 3,985$		$\sum d^2 = 0,6607 \cdot 10^{-2}$
-----------------------	--	-----------------------------------

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum \alpha}{n}$$

$$\bar{\alpha} = \frac{3,985}{4}$$

$$\bar{\alpha} = 0,996$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{0,6607 \cdot 10^2}{4-1}}$$

$$s = 0,4692$$

$$\alpha = \bar{\alpha} \pm \delta n$$

$$\alpha = 0,996 \pm 0,4692$$

$$\alpha_{max} = 1,4652$$

$$\alpha_{max} = 0,4732$$

Sampel 60 mesh (40%:60%)

$$\alpha_1 = 2,95$$

$$\alpha_2 = 3,00$$

$$\alpha_3 = 3,04$$

$$\alpha_4 = 3,14$$

Tabel 2.6 Ralat 60 mesh (40%:60%)

A	$(\alpha - \bar{\alpha})/d$	$(\alpha - \bar{\alpha})^2/d^2$
2,95	0,133	$0,0176 \cdot 10^{-2}$
3,00	0,119	$0,0236 \cdot 10^{-2}$
3,04	0,112	$0,0125 \cdot 10^{-2}$

3,14	0,091	$0,8281 \cdot 10^{-2}$
$\sum \alpha = 2,508$		$\sum d^2 = 0,0622 \cdot 10^{-2}$

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum \alpha}{n}$$

$$\bar{\alpha} = \frac{2,508}{4}$$

$$\bar{\alpha} = 0,627$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{0,0622 \cdot 10^2}{4-1}}$$

$$s = 0,1439$$

$$\alpha = \bar{\alpha} \pm \delta n$$

$$\alpha = 0,627 \pm 0,1439$$

$$\alpha_{max} = 0,7709$$

$$\alpha_{min} = 0,4831$$

Lampiran 3 Tabel Uji Densitas

Ukuran butir (mesh)	Komposisi	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (vm)	Volume (cm ³)
20	60%:40%	1,9	1,9	0,8	2,888
	40%:60%	1,8	1,8	0,9	2,916
40	60%:40%	1,8	1,8	1	3,24
	40%:60%	1,9	1,9	0,9	3,249
60	60%:40%	2	1,8	1	3,6
	40%:60%	1,8	1,8	0,9	2,916

Tabel 3.1 Sampel 60 (60%:40%)

No	Massa (g)	ρ (g/cm ³)
1	1,4832	0,412
2	1,5065	0,418
3	1,4921	0,414
4	1,5129	0,420

Tabel 3.2 Sampel 60 (40%:60%)

No	Massa (g)	ρ (g/cm ³)
1	1,2063	0,413
2	1,1415	0,391
3	1,2235	0,419
4	1,2467	0,427

Tabel 3.3 Sampel 40 (60%:40%)

No	Massa (g)	ρ (g/cm ³)
1	1,1600	0,358
2	1,1177	0,343
3	1,0457	0,322
4	1,0923	0,337

Tabel 3.4 Sampel 40 (40%:60%)

No	Massa (g)	ρ (g/cm ³)
1	1,1169	0,344
2	1,1009	0,339
3	1,0585	0,326
4	1,1364	0,349

Tabel 3.5 Sampel 20 (60%:40%)

No	Massa (g)	ρ (g/cm ³)
1	1,0975	0,380
2	1,1859	0,411
3	1,0090	0,389
4	0,9232	0,319

Tabel 3.6 Sampel 20 (40%:60%)

No	Massa (g)	ρ (g/cm ³)
1	0,0119	0,004
2	0,9703	0,333
3	1,0483	0,359
4	0,9757	0,334

Lampiran 4 Dokumentasi



Sound Level Meter



neraca ohaus elektronik



Panel komposit batang jagung



Percobaan uji penyerapan suara

