

**KARAKTERISASI KEKUATAN KOMPOSIT SERAT KULIT
JAGUNG DENGAN MATRIKS EPOKSI DAN PVAC
TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS**

TUGAS AKHIR

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S1
pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun Oleh:

Nidal Maulana

NPM. 3331190037

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN**

2024

TUGAS AKHIR

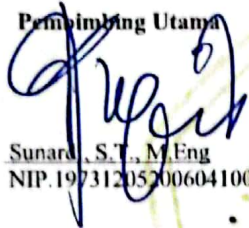
Karakterisasi Kekuatan Komposit Serat Kulit Jagung Dengan Matriks Epoksi dan PVAC Terhadap Sifat Fisis dan Mekanik

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

Nidal Maulana
3331190037

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 25 Januari 2024

Pembimbing Utama



Sunardi, S.T., M.Eng
NIP.197312052006041002

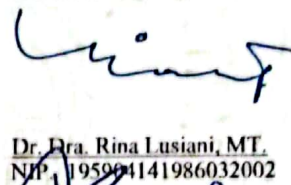


Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.Eng.
NIP.198403132019032009

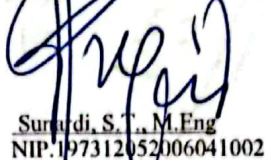
Anggota Dewan Penguji



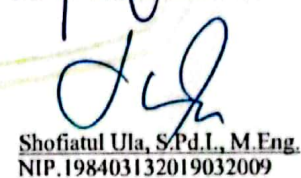
Prof. Dr. Eng. A. Ali Alhamidi, ST., MT.
NIP.197312131999031001



Dr. Dra. Rina Lusiani, MT.
NIP.195904141986032002



Sunardi, S.T., M.Eng
NIP.197312052006041002



Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.Eng.
NIP.198403132019032009

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



Tanggal, 23 Februari 2024
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA

Dhimas Satria, S.T., M.Eng.
NIP.198305102012121006

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT berkat Rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakteristik Kekuatan Komposit Serat Kulit Jagung dengan Matriks Epoksi dan Pvac terhadap Sifat Fisis dan Mekanis”. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk menyelesaikan Studi Sarjana Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mengucapkan penghormatan dan ucapan terimakasih kepada pihak yang telah membantu atau membimbing penulis dalam menyusun proposal ini, yaitu:

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak Dr. Dwinanto, ST., MT. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Bapak Yusvardi Yusuf, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Bapak Sunardi, S.T., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ibu Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing II.
6. Ibu Miftahul Jannah, ST., MT. Selaku Koordinator Tugas Akhir di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
7. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama kegiatan perkuliahan.
8. Mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2019 dan seluruh pihak yang telah membantu penulis selama penyusunan skripsi

Semoga Allah Subhanahu Wata’ala senantiasa membalas segala kebaikan yang telah didapat oleh penulis. Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Nidal Maulana

NPM : 3331190037

Judul : Karakteristik Kekuatan Komposit Serat Kulit Jagung dengan Matriks Epoksi dan Pvae terhadap Sifat Fisis dan Mekanis

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

MENYATAKAN

Bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, Januari 2024



Nidal Maulana

NPM. 3331190037

dan perbaikannya sehingga akhirnya skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Cilegon, Januari 2024

Nidal Maulana

ABSTRAK

Melimpahnya limbah kulit jagung dan juga sifatnya yang ramah lingkungan karena merupakan bahan alami menjadikannya sebagai salah satu *filler* yang baik dari suatu bahan komposit. Kulit jagung menjadi opsi yang baik sebagai serat alami untuk pengisi komposit karena memiliki struktur berpori, kuat dan ringan berdasarkan penelitian yang dilakukan. Variasi kompaksi dalam papan partikel adalah 60, 80 dan 100 bar selama 2 jam. Komposit yang dibuat mengandung 25% perekat PVAc, 10% resin epoksi, 32,5% serat kulit jagung, dan 32,5% serbuk kayu sengon. Waktu untuk perlakuan permukaan dalam larutan NaOH 5% selama 120 menit. Kulit jagung diekstraksi di air selama 7 hari dan proses kompaksi dilakukan selama 2 jam dan waktu *sintering* selama 30 menit di suhu 150°C. Analisis hasil optimal dari percobaan dilakukan dengan metode pembobotan *Multi Response Performance Index* (MRPI) dengan karakteristik yang diamati meliputi densitas, pengembangan tebal, persentase penyerapan air, kekerasan, dan keteguhan lentur menurut standar SNI 03-2105-2006. Hasil terbaik didapatkan pada papan partikel K100 dengan variasi tekanan kompaksi sebesar 100 bar yaitu nilai densitas sebesar 0,85 g/cm³, pengembangan tebal sebesar 4,93%, persentase penyerapan air sebesar 46,11%, kekerasan sebesar 40,17 *shore D*, dan keteguhan lentur sebesar 91,79 kgf/cm². Pada sampel K100 memiliki nilai MRPI sebesar 57,058 dan merupakan nilai terbesar dari sampel K60 sebesar 25,839 dan K80 sebesar 34,568.

Kata kunci: *Kulit Jagung, Kayu Sengon, Papan Komposit, Sifat Fisis, Sifat Mekanis, Stabilitas Dimensi*

ABSTRACT

The abundance of corn husk waste and its environmentally friendly nature because it is a natural material makes it a good filler for composite materials. Corn husks are a good option as a natural fiber for composite fillers because they have a porous structure, are strong and light based on research conducted. The compaction variations in particle board are 60, 80 and 100 bar for 2 hours. The composite made contains 25% PVAc adhesive, 10% epoxy resin, 32.5% corn husk fiber, and 32.5% sengon wood powder. Time for surface treatment in 5% NaOH solution for 120 minutes. The corn husks were extracted in water for 7 days and the compaction process was carried out for 2 hours and the sintering time was 30 minutes at a temperature of 150°C. Analysis of optimal results from the experiment was carried out using the Multi Response Performance Index (MRPI) weighting method with the observed characteristics including density, thickness expansion, percentage of water absorption, hardness, and flexural strength according to SNI 03-2105-2006 standards. The best results were obtained on K100 particle board with a compaction pressure variation of 100 bar, namely a density value of 0.85 g/cm³, thickness expansion of 4.93%, water absorption percentage of 46.11%, hardness of 40.17 shore D, and flexural strength of 91.79 kgf/cm². The K100 sample has an MRPI value of 57.058 and is the largest value of the K60 sample of 25.839 and K80 of 34.568..

Keywords: *Corn Husk, Sengon Wood, Composite Board, Physical Properties, Mechanical Properties, Dimensional Stability*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Komposit.....	4
2.1.1 Definisi Komposit	4
2.1.2 Penguat (<i>reinforcement</i>)	4
2.1.3 Matriks.....	5
2.2 Faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Komposit	5
2.3 Jagung.....	7
2.3.1 Jagung dan Limbah yang Dihasilkannya.....	7
2.3.2 Sifat Kimia Serat Kulit Jagung	7
2.4 Resin Epoksi	8
2.5 Lem Polivinil Asetat (PVAc).....	9
2.6 Kayu Sengon.....	10

2.7	Proses Kompaksi.....	12
2.8	Pengujian Papan Partikel.....	13
2.8.1	Densitas.....	13
2.8.2	Stabilitas Dimensi.....	14
2.8.3	<i>Water Absorption</i>	14
2.8.4	Pengujian Keteguhan lentur (<i>Bending</i>).....	14
2.8.5	Pengujian Impak.....	15
2.8.6	Pengujian Morfologi.....	15
2.9	<i>Multiple Response Perfomance Index</i> (MRPI).....	15
2.10	Penelitian Sebelumnya.....	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Diagram Alir Penelitian.....	17
3.2	Alat dan Bahan.....	18
3.2.1	Alat yang Digunakan.....	18
3.2.2	Bahan yang Digunakan.....	18
3.3	Prosedur Penelitian.....	19
3.3.1	Prosedur Mengekstraksi Kulit Jagung.....	19
3.3.2	Prosedur Perlakuan Permukaan Menggunakan NaOH.....	19
3.3.3	Prosedur Pembuatan Sampel.....	19
3.3.4	Prosedur Pengujian.....	20

BAB IV DATA DAN ANALISIS

4.1	Pengujian Sifat fisis.....	30
4.1.1	Densitas.....	30
4.1.2	Pengembangan Tebal.....	31
4.1.3	Persentase penyerapan air.....	33
4.2	Pengujian Sifat Mekanis.....	34
4.1.1	Kekerasan.....	34
4.1.2	Keteguhan Lentur.....	35
4.3	Pengamatan Struktur Makro.....	37

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Jagung.....	7
Gambar 2.2 Resin Epoksi	9
Gambar 2.3 PVAc	10
Gambar 2.4 Kayu Sengon.....	11
Gambar 2.5 Morfologi Serat Kulit Jagung.....	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	16
Gambar 3.2 Ayakan <i>mesh</i> 35	17
Gambar 3.3 Alat Cetakan	17
Gambar 3.4 <i>oven</i>	17
Gambar 3.5 Bor Tangan	18
Gambar 3.6 <i>Universal Testing Machine</i>	18
Gambar 3.7 Durometer	18
Gambar 3.8 Mikroskop.....	19
Gambar 3.9 Neraca.....	19
Gambar 3.10 Jangka Sorong.....	29
Gambar 3.11 Gerinda	20
Gambar 3.12 Amplas.....	20
Gambar 3.13 Serat Kulit Jagung	20
Gambar 3.14 Serbuk Kayu Sengon	21
Gambar 3.15 PVAc	21
Gambar 3.16 Resin epoksi.....	21
Gambar 3.17 NaOH.....	22
Gambar 3.18 Aquades	22
Gambar 3.19 Limbah Kulit Jagung	22
Gambar 3.20 Perendaman Kulit Jagung	23
Gambar 3.21 Penyikatan Kulit Jagung.....	23
Gambar 3.22 Pengeringan Kulit Jagung.....	23

Gambar 3.23 Pemotongan Kulit Jagung	24
Gambar 3.24 Alkalisasi	24
Gambar 3.25 Pembilasan Kulit Jagung Setelah Alkalisasi.....	24
Gambar 3.26 Pengeringan Kulit Jagung Setelah Alkalisasi	25
Gambar 3.27 Proses <i>Mixing</i> Menggunakan Bor	25
Gambar 3.28 Proses Kompaksi.....	26
Gambar 3.29 Proses <i>Sintering</i>	27
Gambar 3.30 Sampel Uji Densitas	27
Gambar 3.31 Sampel Uji Pengembangan Tebal	28
Gambar 3.32 Sampel Uji <i>Bending</i> Setelah Pengujian	29
Gambar 4.1 Grafik Hasil Uji Densitas	31
Gambar 4.2 Grafik Hasil Uji Pengembangan Tebal	32
Gambar 4.3 Grafik Hasil Uji Persentase penyerapan air	34
Gambar 4.4 Grafik Hasil Uji Kekerasan	36
Gambar 4.5 Grafik Hasil Uji Keteguhan Lentur.....	37
Gambar 4.6 Struktur Makro Sampel Uji (a) K60, (b) K80 dan (c) K100	39

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Kimia Serat Alami	8
Tabel 4.1 Hasil Uji Densitas Papan Komposit	30
Tabel 4.2 Hasil Uji Pengembangan Tebal Papan Komposit	32
Tabel 4.3 Hasil Uji Persentase penyerapan air Papan Komposit	33
Tabel 4.4 Hasil Uji Kekerasan Papan Komposit	35
Tabel 4.5 Hasil Uji Keteguhan Lentur Papan Komposit	36
Tabel 4.6 Hasil Nilai Pembobotan Papan Komposit.....	36

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman jagung adalah salah satu tanaman yang terdapat di banyak belahan dunia (Baghestany, 2014). Sebanyak 640 juta ton jagung dihasilkan setiap tahunnya dan menyisakan 45 juta ton limbah kulit jagung yang dihasilkan sehingga menyediakan 9 juta ton serat alam selulosa hanya dari kulit jagung saja (Reddy, 2005). Indonesia memiliki kekayaan hayati yang sangat besar, termasuk dengan ketersediaan tanaman jagung. Tanaman ini tumbuh hampir di seluruh daratan negara ini seperti Jawa Timur, Jawa Barat, Kalimantan, Sulawesi dan Nusa Tenggara Barat. Tanaman jagung di seluruh daerah Indonesia sampai tahun 2014 saja, terdapat 19,03 juta ton hasil produksi jagung di Indonesia dengan limbah kulit jagung menyumbang sebesar 38,38% dari setiap produksi jagung (Sari, 2018). Berdasarkan data tersebut, terindikasi bahwa kulit jagung mempunyai potensi menjanjikan dalam persediaan kuantitas besar-besaran pada serat alam selulosa dengan manfaat ekonomi yang signifikan pula. Besarnya jumlah limbah kulit jagung yang sangat besar dan biaya yang murah memerlukan perkembangan dalam pemanfaatannya dan di masa depan akan menggali lebih dalam potensi yang bisa dihasilkannya.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Sari, 2018) bahwa kandungan selulosa pada serat kulit jagung cukup tinggi yaitu senilai 36,81% berat. Selulosa dalam serat berpengaruh terhadap sifat mekanik serat melalui ikatan hidrogen dan rantai-rantainya (Faruk, 2014). Selain kandungan selulosa, penelitian tersebut mendapatkan nilai kandungan hemiselulosa pada serat kulit jagung sebesar 27,01% berat dan lignin yaitu sebesar 15,7% berat. Besarnya kandungan hemiselulosa berpengaruh pada penyerapan kelembaban dan penurunan termal, sedangkan kandungan lignin

akan memicu kekakuan serat sehingga berpengaruh pada sifat morfologi dan strukturnya.

Dewasa ini, berlimpahnya limbah kulit jagung dan juga sifatnya yang ramah lingkungan karena merupakan bahan alami telah menarik minat penulis untuk menjadikannya sebagai *filler* dari suatu bahan komposit. Kulit jagung menjadi opsi yang baik sebagai serat alami untuk pengisi komposit karena memiliki struktur berpori, kuat dan ringan berdasarkan penelitian yang dilakukan (Sari, 2018). Banyak keuntungan yang didapat dengan memanfaatkan serat kulit jagung sebagai bahan pengisi komposit karena akan membuka pasar baru dan meningkatkan ekonomi di sektor pertanian.

Teknologi pembuatan komposit pula lebih mudah dalam fabrikasi apabila dibanding metode lainnya sehingga biaya produksi akan lebih murah. Kelemahan dari pemanfaatan serat kulit jagung sebagai teknologi komposit yaitu performa mekaniknya yang sangat tergantung pada sifat alami seratnya yang hidrofilik (suka air). Sehingga diperlukan peningkatan ikatan antara serat dan matriks dengan diberi pra-perlakuan sebelum dicampur dalam komposit dan dibutuhkan teknik khusus dalam proses pengambilan seratnya sehingga tidak merusak seratnya serta proses fabrikasinya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variasi kompaksi terhadap densitas, persentase penyerapan air, pengembangan tebal, kekuatan lentur dan kekerasan pada komposit berpenguat kulit jagung dan kayu sengon.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa pengaruh variasi kompaksi terhadap sifat fisis papan komposit dengan penguat serat kulit jagung dan kayu sengon.

2. Menganalisa pengaruh variasi kompaksi terhadap sifat mekanis papan komposit dengan penguat serat kulit jagung dan kayu sengon.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, maka permasalahan penelitian dibatasi yaitu sebagai berikut:

1. Fraksi volume serat kulit jagung 32,5%, kayu sengon 32,5%, resin epoksi 10% dan PVAc 25%.
2. Waktu ekstraksi kulit jagung selama 7 hari.
3. Variasi kompaksi dalam papan partikel adalah 60, 80 dan 100 bar selama 2 jam.
4. Waktu *sintering* selama 30 menit di suhu 150 °C.
5. Waktu untuk perlakuan permukaan dalam larutan NaOH 5% selama 120 menit.
6. Pengujian yang dilakukan yaitu densitas, pengembangan tebal, uji serap air, uji keteguhan lentur, uji kekerasan, dan pengamatan struktur makro.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mendapat nilai hasil uji terhadap komposit papan partikel dengan serat kulit jagung.
2. Mengurangi limbah kulit jagung yang ada.
3. Mengurangi penggunaan material kayu dan logam.
4. Meningkatkan ekonomi di sektor pertanian tanaman jagung.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

2.1.1 Definisi Komposit

Komposit adalah bahan dari hasil rekayasa dari dua atau lebih dari bahan yang berbeda sifat fisika atau sifat kimianya untuk menciptakan bahan baru sehingga memiliki sifat unik dan sesuai dengan yang ingin dicapai (William, 2003). Sifat unik dari komposit didapat dari kombinasi antara penguat dan matriks yang dikombinasikan. Bahan yang dikombinasikan tidak larut atau bercampur satu sama lain sehingga perbedaannya akan jelas terlihat. Komposit memiliki dua fasa penyusun bahan komposit yaitu fasa pengikat (matriks) dan fasa penguat (Sari, 2018). Terdapat beberapa hal yang dapat menentukan karakteristik komposit diantaranya yaitu:

- a. Bahan penyusun komposit (sesuai *rule of mixture*).
- b. Bentuk struktural komposit.
- c. Interaksi antar penyusun.

2.1.2 Penguat (*reinforcement*)

Penguat pada komposit berperan sebagai penanggung beban utama. Penguat yang digunakan pada dasarnya adalah bahan yang memiliki nilai kekakuan dan kekuatan yang besar daripada matriksnya. Fasa penguat mampu mengubah sifat awal suatu bahan seperti kekakuan, kemuluran, kekuatan dan keliatan bahan. Terdapat beberapa sifat yang didapat melalui fasa penguat diantaranya yaitu (Jones, 1999):

- a. Penyerapan kelembaban rendah.
- b. Sifat pembasahan baik.
- c. Resistan terhadap bahan kimia baik.
- d. Sifat keterlarutan dalam air dan pelarut rendah.
- e. Resistan terhadap api baik.

2.1.3 Matriks

Matriks pada komposit berperan sebagai perekat untuk pengisi (penguat) sehingga didapatkan hasil perekatan dan interaksi yang baik diantara kedua fasa. Matriks adalah fraksi volume terbesar dalam komposit (Yudhyadi, 2013). Bahan matriks yang digunakan harus ulet, modulus elastisitas lebih rendah dibanding serat yang dipakai dan ikatan matriks dan *filler* yang bagus. Terdapat beberapa peranan fasa matriks dalam komposit diantaranya yaitu (Mazumdar, 2002):

- a. Sebagai media alas beban, meneruskan beban diterima pada fasa penguat.
- b. Sebagai pelindung fasa penguat dari kerusakan oleh udara dan lingkungan lembab.
- c. Sebagai pengikat fasa penguat, menghasilkan fasa antar muka yang kuat.
- d. Sebagai pengurang resiko perambatan retak, menghindari kegagalan katastropik.

2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Komposit

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan komposit yaitu sebagai berikut:

1. Faktor Serat

Serat sebagai bahan pengisi dari matriks berfungsi untuk memperbaiki struktur dari matriks sekaligus menjadi bahan penguat matriks untuk menahan gaya.

2. Letak Serat

Penataan letak dan arah serat mampu mempengaruhi kinerja komposit untuk menentukan kekuatan mekanik komposit. Terdapat 3 bentuk penataan letak dan arah serat diantaranya yaitu:

- a. Penguatan 1 dimensi, memiliki modulus maksimum dan kekuatan pada arah sumbu horizontal serat.
- b. Penguatan 2 dimensi, memiliki kekuatan pada 2 arah sumbu serat.

c. Penguatan 3 dimensi, memiliki kekuatan yang meningkat karena arah tiap serat tersebar ke semua arah.

3. Panjang dan Diameter Serat

Serat alam memiliki panjang dan diameter yang beragam sehingga perbedaannya berpengaruh pada kekuatan dan modulus komposit (Sari dkk, 2017). Kekuatan tarik serat pada komposit akan semakin besar apabila *aspect ratio* semakin tinggi. *Aspect ratio* yaitu panjang per diameter serat. Terdapat kelebihan masing-masing antara penggunaan serat yang panjang dan pendek diantaranya yaitu:

- a. Dalam peletakkannya, serat panjang lebih efisien sedangkan serat pendek lebih mudah diletakkan dalam cetakan.
- b. Dalam penanganannya, serat panjang lebih mudah dibentuk dengan proses *filament winding* sehingga menghasilkan distribusi dan orientasi yang baik.
- c. Selama fabrikasi, penggunaan serat pendek menghasilkan kekuatan yang lebih besar selama orientasi serat yang benar.

4. Faktor Matriks

Matriks berfungsi sebagai pengikat serat dan meneruskan beban eksternal antar serat-matriks sehingga saling berhubungan. Matriks yang digunakan harus cocok secara kimia agar tidak terjadi reaksi pada permukaan kontak yang tidak diinginkan.

5. Faktor ikatan serat-matriks

Komposit harus mampu menahan tegangan tinggi karena serat dan matriks berinteraksi sehingga terjadi pendistribusian tegangan. Hal yang dapat mempengaruhi ikatan serat-matriks yaitu *void*. *Void* adalah celah pada serat yang menyebabkan ketidakmampuannya matriks untuk mengisi ruang kosong. Apabila komposit terkena beban maka area tegangan berpindah ke area *void* lalu mengurangi kekuatan komposit.

2.3 Jagung

2.3.1 Jagung dan Limbah yang Dihasilkannya

Jagung adalah tanaman monokotil angiospermae dan jenis biji-bijian yang terdapat di banyak belahan dunia (Baghestany, 2014). 640 juta ton jagung dihasilkan setiap tahunnya dan terdapat 45 juta ton kulit jagung yang dihasilkan sehingga menyediakan 9 juta ton serat alam selulosa dari kulit jagung saja (Reddy, 2005). Berdasarkan data tersebut, terindikasi bahwa kulit jagung mempunyai potensi menjanjikan dalam persediaan kuantitas besar-besaran pada serat alam selulosa dengan manfaat ekonomi yang signifikan pula.



Gambar 2.1 Jagung

(Sumber: Greaners.co)

Di Indonesia, tanaman jagung terdapat hampir di seluruh daerah Indonesia. Sampai tahun 2014 saja, terdapat 19,03 juta ton hasil produksi jagung di Indonesia dengan limbah kulit jagung menyumbang sebesar 38,38% dari setiap produksi jagung. Potensi limbah kulit jagung yang berlimpah ini perlu perkembangan dalam pemanfaatannya (Sari, 2018). Potensi limbah kulit jagung yang besar dan murah membuat para ilmuwan tertarik menjadikan salah satu bahan komposit sebagai pengisinya.

2.3.2 Sifat Kimia Serat Kulit Jagung

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sari (2018), kandungan selulosa pada serat kulit jagung cukup tinggi yaitu senilai 46,15% berat. Berdasarkan nilai selulosanya, serat kulit jagung termasuk dalam golongan jenis serat *bast*

fiber/reed fiber karena golongan jenis tersebut memiliki kisaran 32 – 48% nilai berat selulosanya (Han, 2007). Selulosa dalam serat berpengaruh terhadap sifat mekanik serat melalui ikatan hidrogen dan rantai-rantainya (Faruk dkk, 2014).

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Serat Alami (Sari dkk, 2018)

Material	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)
Serat Kulit Jagung	36,81	27,01	15,07
Kayu Sengon	67,94	24,62	24,69
Eceng Gondok	18-31	18-43	7-26
TKKS	36-42	25-27	15-17

Selain kandungan selulosa, penelitian tersebut mendapatkan nilai kandungan hemiselulosa pada serat kulit jagung sebesar 33,79% berat. Nilai ini lebih besar dibanding serat alam lainnya seperti pisang yang sebesar 6-19% (Alavudeen, 2015), Kenaf sebesar 21% dan *agave bagassei* sebesar 13,95% (Robles dkk, 2015). Besarnya kandungan ini berpengaruh pada penyerapan kelembaban dan penurunan termal.

Selain 2 kandungan tersebut peneliti pun mengukur besar kandungan lignin pada serat kulit jagung. Kandungan ligninnya yaitu sebesar 8,92%. Lignin pada serat dapat memicu kekakuan serat sehingga berpengaruh pada sifat morfologi dan strukturnya.

2.4 Resin Epoksi

Epoksi adalah jenis resin fenol termoset yang biasanya diproduksi dari reaksi fenol dan formaldehid yaitu dengan cara polimerisasi kondensasi dengan air menjadi produk. Jenis ini banyak digunakan karena murah dan sifat mekanisnya yang baik (Harper, 1996). Resin biasa digunakan untuk bahan sebuah material ketika hendak dikeraskan, yang berbentuk cairan kental atau hampir padat. Dalam kondisi lembab, epoksi mengungguli polyester dalam hal ketahanan korosi, tetapi tidak dengan ketahanan asamnya.



Gambar 2.2 Resin Epoksi

(Sumber: chemify.com)

Resin epoksi merupakan golongan dari bahan polimer termoset yang tidak memberi produk reaksi ketika hubungan silang (*cross-link*) dan memiliki penyusutan rendah. Jenis resin ini pula membentuk bahan termoset plastik yang solid dilakukan lalu mereaksikan dengan zat katalis hingga didapat sifat yang diinginkan. Adapun keunggulan resin epoksi yaitu sebagai berikut (Taufana, 2020):

1. Sifat mekanik dan termal yang tinggi.
2. Tahan air.
3. Tahan temperatur sampai 220.
4. Usia pakai lama.
5. Penyusutan sangat rendah.

2.5 Lem Polivinil Asetat (PVAc)

PVAc (*Polivinyl Acetate*) adalah polimer yang biasa dipakai sebagai bahan dasar pembuatan lem, kain, kertas, dan kayu dikarenakan sifat rekatnya yang cukup kuat (Sriyanti dan Marlina, 2014). PVAc memiliki viskositas seragam, harga cenderung murah, tidak beracun, dan tidak memerugikan lingkungan selain tidak berbau dan tahan jamur (Malinda, 2014). PVAc dihasilkan melalui metode polimerisasi emulsi.



Gambar 2.3 PVAc
(Sumber: dextone.com)

PVAc dapat dipakai sebagai matriks pada papan komposit sehingga kekuatan materialnya meningkat. PVAc termasuk sebagai polimer termoplastik yang reversibel, yang wujudnya mampu melunak ketika dipanaskan lalu mengeras kembali ketika didinginkan. PVAc memiliki kelebihan seperti umur penyimpanan yang tidak terbatas, tidak sulit ditangani, tahan terhadap mikroba, kemampuan *gap-filling* setara perekat hewani, dan tekanan pengempaan yang relatif rendah. Kelemahannya yaitu sangat sensitif terhadap air sehingga apabila terkena air membuat kekuatan rekatnya menurun drastis dan mempengaruhi sifat mekanik strukturnya (Ruhendi, 2007).

2.6 Kayu Sengon

Sengon merupakan salah satu jenis kayu yang cukup banyak dimanfaatkan dalam industri pengolahan kayu di negara ini, sehingga dapat diperkirakan akan dihasilkan limbah yang cukup signifikan dari jenis kayu tersebut sehingga menjadi bahan yang cukup potensial untuk digunakan dalam pembuatan papan partikel (Ngadianto dkk, 2012). Untuk kadar air dan nilai densitas kayu sengon memiliki standar 8% dan $0,44 \text{ gr/cm}^3$. Seperti penelitian yang dilakukan (Sunardi dkk, 2017) meneliti “Pengaruh Butiran *Filler* Pada Kayu Sengon Terhadap Karakteristik Papan Partikel Bertulang Serat Tandan

Kosong Kelapa Sawit”. Ukuran butiran serbuk kayu sengon dinyatakan dengan mesh 18, 40, 60, dan 80.



Gambar 2.4 Kayu Sengon

(Sumber: perhutani.co.id)

Densitas papan partikel yang didapat dipengaruhi oleh ukuran butiran kayu sengon saat digunakan sebagai *filler*. Semakin besar mesh *fillernya* yang terjadi adalah densitasnya akan meningkat. Ini karena *filler* didistribusikan lebih merata ke mesh yang berukuran besar. Standar SNI 03-2105-2006 dari Badan Standardisasi Nasional mengenai papan partikel menyatakan bahwa kerapatannya berkisar antara 0,40-0,90 gr/cm³. Lalu hasil yang didapatkan yaitu mesh 18 dengan nilai 0,85 gr/cm³ memenuhi persyaratan papan partikel. Kemudian standar ISO 2039-1 yang digunakan untuk uji kekerasan papan partikel. Benda uji berupa balok berukuran panjang 70 mm, lebar 35 mm, dan tinggi 14 mm. Papan partikel dengan mesh 80 memiliki nilai kekerasan tertinggi yaitu 21 N/mm². Sedangkan papan partikel yang umum saat ini memiliki nilai kekerasan 22 N/mm².

2.7 Proses Kompaksi

Proses kompaksi merupakan proses pemadatan serbuk sehingga serbuk tersebut akan saling melekat satu sama lain sementara rongga udara antar 12 partikel tersebut akan terdesak ke luar. Peningkatan tekanan kompaksi akan berakibat meningkatnya densitas dan menurunnya porositas, walaupun

porositas tidak akan mencapai nilai nol (Fawaid & Hamdi, 2013). Hasil dari proses kompaksi umumnya dikenal dengan sebutan *green body*. Berdasarkan prosesnya kompaksi dapat dibagi menjadi dua antara lain:

1. *Hot Compaction* (kompaksi dengan menggunakan temperatur) merupakan salah satu metode kompaksi yang menggunakan pemanasan diatas temperatur ruangan atau temperatur yang relatif tinggi.
2. *Cold Compaction* (kompaksi tanpa menggunakan temperatur) merupakan proses pemadatan serbuk yang menggunakan temperatur ruang dengan tekanan sekitar 100 – 900 Mpa yang bertujuan untuk menghasilkan *green body*.

Bentuk partikel serbuk, distribusi ukuran partikel, kehalusan partikel serta kemampuan alir partikel serbuk merupakan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi papan partikel saat proses kompaksi. Proses kompaksi bisa dilakukan dengan satu atau dua arah sumbu. Secara umum, banyak proses penekanan menggunakan penekan atas dan bawah. Kompaksi dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis yaitu *single punch*, *double punches*, dan *multiple punches*. Penekan bawah digunakan untuk mengeluarkan produk dari cetakan. Permukaan dalam cetakan perlu dijaga tetap halus agar dapat mengurangi gesekan yang terjadi.

2.8 Pengujian Papan Partikel

2.8.1 Densitas

Densitas bertujuan untuk menganalisa hubungan antara berat dengan volume pada papan partikel. Pengujian dilakukan dengan menimbang massa pada papan partikel dan membaginya dengan nilai volumenya. Rumus yang digunakan untuk mengukur densitas yaitu:

$$\rho \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{m}{V} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

m = Massa sampel (g)

V = Volume sampel (cm³)

2.8.2 Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal bertujuan untuk menganalisa penambahan tebal pada papan partikel setelah diberi perlakuan perendaman di dalam air. Perbandingan yang didapat akan berguna untuk menentukan penggunaan material baik di dalam atau luar ruangan. Pengujian dilakukan dengan merendam sampel di dalam air pada suhu 25°C selama 24 jam. Perbandingan nilai tebal sesudah dan sebelum perendaman dibagi dengan nilai tebal sebelum perendaman lalu dijadikan persentasenya. Rumus yang digunakan untuk mengukur stabilitas dimensi yaitu:

$$\text{Pengembangan tebal (\%)} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

T_1 = Tebal sampel sebelum perendaman (mm)

T_2 = Tebal sampel sesudah perendaman (mm)

2.8.3 Persentase penyerapan air

Persentase penyerapan air bertujuan untuk menganalisa kelembaban pada papan partikel. Pengujian dilakukan dengan merendam sampel di dalam air pada suhu 25°C selama 24 jam. Perbandingan nilai massa sesudah dan sebelum perendaman dibagi dengan nilai massa sebelum perendaman lalu dijadikan persentasenya. Rumus yang digunakan untuk persentase penyerapan air yaitu:

$$\text{Persentase penyerapan air (\%)} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

m_1 = Massa sampel sebelum perendaman (g)

m_2 = Massa sampel sesudah perendaman (g)

2.8.4 Pengujian Keteguhan lentur (*Bending*)

Pengujian keteguhan lentur bertujuan untuk mengukur kemampuan suatu material untuk menahan beban eksternal. Pengujian dilakukan pada mesin uji, papan partikel diletakkan di atas tumpuan kemudian pemberian beban dengan kelajuan yang konstan pada papan partikel. Pengujian ini dilakukan dengan

mengacu pada ASTM D790. Hasil pengujian dinyatakan dengan modulus patah (MOR) dengan rumus yang digunakan yaitu:

$$\text{MOR (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{3 \times B \times S}{2 \times L \times T^2} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

B = Beban maksimum (kgf)

S = Panjang sampel (cm)

L = Lebar sampel (cm)

T = Tebal sampel (cm)

2.8.5 Pengujian Kekerasan (*Hardness*)

Kekerasan merupakan sifat mekanik suatu material dalam menahan beban pada permukaannya. Pengujian kekerasan ini menggunakan uji *shore*. Dalam pengujian polimer terbagi menjadi dua skala pengukuran, yaitu *shore D* yang digunakan untuk polimer keras sedangkan *shore A* untuk polimer lembut. Uji kekerasan *shore D* dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan material dengan cara menguji ketahanannya terhadap penetrasi bahan yang lebih keras dengan bentuk dan gaya tertentu. Standar yang digunakan pada alat uji durometer *shore D* merujuk pada standar ASTM D2240-15. Berdasarkan standar tersebut spesimen uji memiliki panjang 80 mm, lebar 70 mm dan tebal 6 mm.

2.8.6 Pengamatan Struktur Makro

Pengamatan struktur makro bertujuan untuk menganalisa morfologi permukaan dari komposit. Salah satu cara untuk melakukan pengujian ini adalah menggunakan mikroskop dengan perbesaran 15x. Pengujian dilakukan dengan menempatkan spesimen di bagian bawah meja preparat lalu difokuskan lensa menuju spesimen.

2.9 *Multiple Response Performance Index (MRPI)*

Dalam metode pembobotan, MRPI membandingkan setiap respon lalu mengubahnya menjadi satu indikator tunggal untuk menentukan hasil optimal.

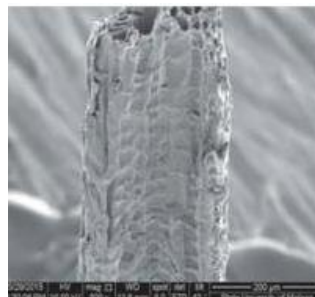
Misalkan W_1 adalah bobot yang diberikan respon pertama R_1 dan W_2 menjadi bobot yang diberikan pada respon kedua R_2 . Jumlah dari respon tertimbang (W) akan menjadi respon tunggal, dimana

$$W = W_1R_1 + W_2R_2 \dots \dots \dots (2.5)$$

(W) ini disebut *Multi Response Performance Index* (MRPI). Menggunakan MRPI ini, masalahnya diselesaikan sebagai indikator tunggal. Dalam permasalahan multi-respons, setiap respons dapat menjadi data observasi asli atau transformasinya seperti rasio S/N. Dalam pendekatan ini, masalah utama adalah metode penentuan bobot. Tinjauan literatur menunjukkan bahwa ada beberapa pendekatan telah digunakan untuk mendapatkan MRPI.

2.10 Penelitian Sebelumnya

Pemanfaatan partikel dari serat alami kulit jagung sebagai *filler* papan partikel telah diteliti pada banyak penelitian. Limbah dari tanaman jagung sebagian besar adalah bahan berlignoselulosa. Limbah kulit jagung memiliki beberapa keunikan yaitu struktur yang berpori, kuat dan ringan (Sari dkk, 2018). Kondisi unik dari serat kulit jagung ini dikarenakan mengandung selulosa 36,81 %, lignin 15,7 % dan hemiselulosa 27,01 %. Ditunjukkan hasil pengujian morfologi serat kulit jagung menggunakan SEM (*scanning electronic microscopy*) oleh Sari dkk pada Gambar 2.1.



Gambar 2.5 Morfologi Serat Kulit Jagung
(Sumber: Sari, 2018)

Bahan partikel serat kulit jagung dapat dimanfaatkan sebagai filler. Penelitian yang mengkaji karakteristik papan serat kulit jagung dengan asam sitrat sebagai perekat. Papan partikel dibedakan menjadi 3 jenis papan dengan kadar perekat yang berbeda yaitu kadar perekat 10%, 20% dan 30%. Hasil penelitian menunjukkan kadar perekat asam sitrat dengan persentase 20% dari berat papan menghasilkan nilai sifat fisis dan mekanis yang lebih baik dibandingkan dengan persentase kadar perekat 10% dan 30% dengan nilai kerapatan $0,61 \text{ gr/cm}^3$, kadar air 5,52%, pengembangan tebal 58,06%, daya serap air 125,51%, keteguhan lentur $4069,06 \text{ kgf/cm}^2$, keteguhan patah $29,90 \text{ kgf/cm}^2$, keteguhan rekat $0,22 \text{ kgf/cm}^2$, dan kuat cabut sekrup 412,34 kg. kesimpulan dari penelitian tersebut adalah Kulit jagung dapat digunakan sebagai bahan baku papan serat karena memiliki kandungan selulosa yang tinggi yaitu Alfa selulosa sebesar 38,66% dan Holo selulosa sebesar 67,99% , sehingga dapat dikembangkan sebagai alternatif bahan baku potensial untuk industri papan serat/partikel menggantikan kayu (Kurniawati, 2015).

Penelitian pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit sebagai papan komposit bahan alternatif furniture dengan variasi kompaksi. Tekanan kompaksi divariasikan sebanyak tiga macam (10, 30 dan 50) bar. Perekat yang digunakan adalah resin epoksi dan PVAc. Hasil yang diperoleh yaitu meliputi kerapatan, pengembangan tebal, kekerasan, dampak, *bending* dan struktur mikro. Nilai kerapatan (density) komposit yang paling tinggi diperoleh dengan variasi kompaksi 50 bar sebesar 1.023 g/cm^3 . Nilai kekerasan (ball indentation) yang paling tinggi diperoleh dengan variasi kompaksi 50 bar sebesar 27 N/mm^2 . Nilai terbesar pada uji dampak dengan variasi kompaksi 50 bar sebesar 7.340 kJ/m^3 . Nilai dari hasil uji dengan nilai kekuatan bending terbesar pada variasi kompaksi 50 bar yaitu 41.8504 N. Nilai pengembangan tebal terkecil pada variasi kompaksi 50 bar sebesar 0.90% (Putra, 2014). Pada hasil pengujian ini dapat dilihat pengaruh variasi kompaksi terhadap sifat mekanik, diantaranya pada variasi kompaksi 50 bar memiliki nilai rata-rata tertinggi dari hasil tiap-tiap pengujian. Sedangkan pada variasi kompaksi 10 dan 30 bar didapatkan

nilai yang lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh pengaruh kompaksi saat proses pembuatan, dimana semakin besar tekanan yang diberikan maka akan menghasilkan ikatan antar bahan penyusun yang lebih solid. Sehingga didapatkan pula nilai kekuatan papan komposit yang baik seperti yang diharapkan (Putra, 2014).

penelitian pengaruh variasi tekanan kompaksi terhadap karakteristik komposit bahan alternatif kampas rem berpenguat serat bambu. Tekanan kompaksi divariasikan sebanyak tiga macam (200, 300 dan 400) kg/cm². Perekat yang digunakan adalah resin epoksi. Hasil yang diperoleh yaitu meliputi kekerasan, densitas, metalografi dan laju keausan. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada sampel tekanan kompaksi sebesar 200 kg/cm² yaitu 10.97 BHN. pada sampel RB meningkatnya tekanan kompaksi maka akan menurunkan nilai kekerasan dan laju keausan terkecil sebesar 3.59×10^{-6} g/mm² dengan tekanan kompaksi 200 kg/cm² dan nilai densitas tertinggi pada sebesar 1.32 g/cm³ dan porositas terkecil sebesar 1.512% yang diperoleh pada sampel dengan tekanan kompaksi 200 kg/cm² (Fawaid dkk, 2013). Komposit bahan alternatif kampas rem terbaik diperoleh pada sampel dengan tekanan kompaksi sebesar 200 kg/cm². Hasil ini terjadi karena keluarnya resin saat proses kompaksi, seiring meningkatnya tekanan kompaksi semakin banyak resin yang keluar dari cetakan. Resin epoksi berfungsi sebagai pengikat sekaligus pengisi dalam bahan komposit sehingga terbuangnya resin keluar dari cetakan pada saat proses kompaksi akan mempengaruhi daya rekat antar partikel serbuk dan serat (Fawaid dkk, 2013).

Penelitian karakteristik papan partikel dengan bahan alam sudah banyak terkhusus dengan serat kulit jagung. Namun, untuk papan partikel yang menggabungkan bahan pengisi serat kulit jagung dan serbuk sengon dengan perekat resin epoksi dan PVAc belum banyak diteliti sehingga perlu untuk dilakukan. Oleh sebabnya, dalam tulisan ini penulis akan mengkaji kekuatan komposit serat kulit jagung dan serbuk sengon dengan matriks epoksi dan PVAc terhadap sifat fisis dan mekanis dengan memvariasikan tekanan

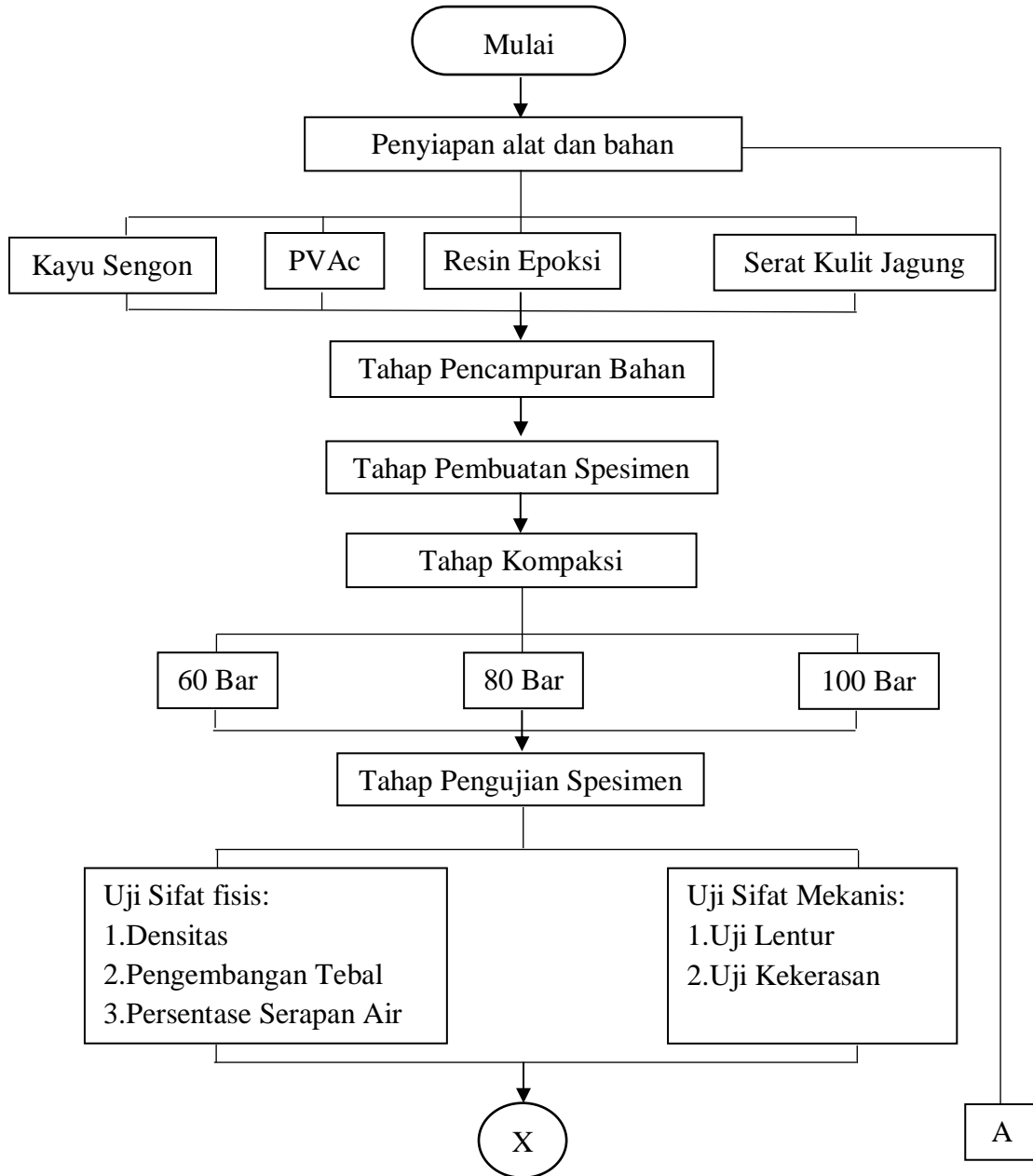
kompaksinya untuk mencari papan komposit yang sesuai dengan stándar SNI 03-2105-2006.

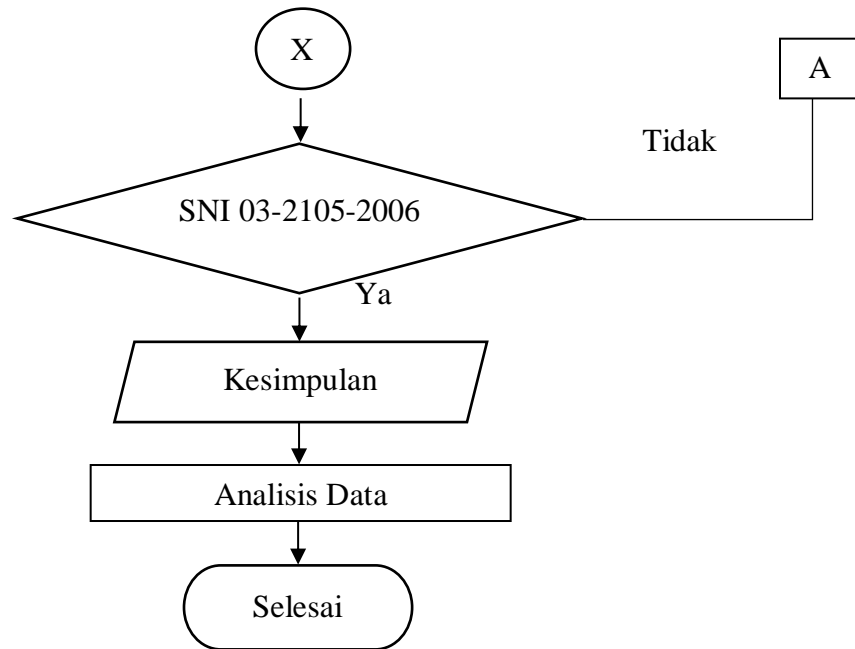
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat yang Digunakan

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Ayakan *mesh* 35



Gambar 3.1 Ayakan *mesh* 35

2. Alat cetak



Gambar 3.2 Alat Cetakan

3. Alat kompaksi



Gambar 3.3 Alat Kompaksi

4. *Oven*



Gambar 3.4 *Oven*

5. Alat pengaduk



Gambar 3.5 Bor Tangan

6. Alat uji keteguhan lentur



Gambar 3.6 *Universal Testing Machine*

7. Durometer



Gambar 3.7 Durometer

8. Mikroskop



Gambar 3.8 Mikroskop

9. Neraca



Gambar 3.9 Neraca

10. Jangka Sorong



Gambar 3.10 Jangka Sorong

11. Gerinda



Gambar 3.11 Gerinda

12. Amplas



Gambar 3.2 Amplas

3.2.2 Bahan yang Digunakan

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Serat kulit jagung



Gambar 3.13 Serat Kulit Jagung

2. Kayu Sengon



Gambar 3.14 Serbuk Kayu sengon

3. PVAc



Gambar 3.15 PVAc

4. Resin Epoksi



Gambar 3.16 Resin Epoksi

5. NaOH



Gambar 3.17 NaOH

6. Aquades



Gambar 3.18 Aquades

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Prosedur Mengekstraksi Serat Kulit Jagung

Adapun prosedur mengekstraksi serat kulit jagung yaitu sebagai berikut:

1. Mengambil limbah kulit jagung berukuran panjang 25 cm dan lebar 12 cm.



Gambar 3.19 Limbah Kulit Jagung

2. Merendam kulit jagung dalam air biasa selama 7 hari (Sari, 2018).



Gambar 3.20 Perendaman Kulit Jagung

3. Membilas kulit jagung dan disisir menggunakan sisir kawat.



Gambar 3.21 Penyikatan Kulit Jagung

4. Membilas serat kulit jagung sekaligus mengeringkannya.



Gambar 3.22 Pengeringan Kulit Jagung

5. Memotong serat kulit jagung sampai ukuran 15 mm.



Gambar 3.23 Pemotongan Kulit Jagung

3.3.2 Prosedur Perlakuan Permukaan Menggunakan NaOH

Adapun prosedur perlakuan permukaan menggunakan NaOH yaitu sebagai berikut:

1. Merendam serat kulit jagung di dalam larutan NaOH 5% selama 2 jam pada suhu ruang.



Gambar 3.24 Alkalisasi

2. Membilas serat dengan air mengalir.



Gambar 3.25 Pembilasan Kulit Jagung Setelah Alkalisasi

3. Mengeringkan serat dibawah sinar matahari.

3.3.3 Prosedur Pembuatan Sampel

Adapun prosedur pembuatan sampel yaitu sebagai berikut:

1. Proses Pencampuran Bahan
 - a. Mencampurkan serbuk serat kulit jagung dan kayu sengon dengan resin epoksi dan perekat PVAc.

Perhitungan komposisi bahan

$$\text{Serat kulit jagung} = 32,5\% \times 764 \times 0,58 = 144 \text{ g}$$

$$\text{Serbuk kayu sengon} = 32,5\% \times 764 \times 0,43 = 107 \text{ g}$$

$$\text{Lem PVAc} = 25\% \times 764 \times 1,07 = 204 \text{ g}$$

$$\text{Resin Epoksi} = 10\% \times 764 \times 1,1 = 84 \text{ g}$$

- b. Mengaduk semua bahan hingga tercampur merata.



Gambar 3.27 Proses *Mixing* Menggunakan Bor

- c. Mendinginkan campuran bahan beberapa menit.

2. Proses Kompaksi

Proses kompaksi yang dilakukan di laboratorium proses manufaktur Untirta menggunakan mesin *press* dengan variasi tekanan kompaksi sebesar 60 bar, 80 bar, dan 100 bar.



Gambar 3.28 Proses Kompaksi

Pada penelitian ini proses kompaksi menggunakan metode *cold press single punch*. Pencetakan dilakukan pada suhu ruang dengan *holding time* selama 2 jam. Setelah itu, proses kompaksi ditekan kembali untuk mengeluarkan sampel spesimen dari cetakan.

$$\text{Diketahui : Luas Penekan (A}_H\text{)} = 4,91 \text{ cm}^2$$

$$\text{Luas penampang komposit (A}_K\text{)} = P \times L = 21,2 \times 21,2 = 449,44 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tekanan hidrolik (P}_H\text{)} = 60 \text{ bar} = 600 \text{ N/cm}^2$$

$$= 80 \text{ bar} = 800 \text{ N/cm}^2$$

$$= 100 \text{ bar} = 1000 \text{ N/cm}^2$$

$$\text{Gaya penekan (F}_{H60}) = A_H \times P_H = 4,91 \times 600 = 2946$$

$$\text{Gaya penekan (F}_{H80}) = A_H \times P_H = 4,91 \times 800 = 3928$$

$$\text{Gaya penekan (F}_{H100}) = A_H \times P_H = 4,91 \times 1000 = 4910$$

$$\text{Jawab : } P_{\text{kompaksi60}} = \frac{F_H}{A_K} = \frac{2946}{449,44} = 6,55 = 65500 \text{ Pascal}$$

$$P_{\text{kompaksi80}} = \frac{F_H}{A_K} = \frac{3928}{449,44} = 8,74 = 97400 \text{ Pascal}$$

$$P_{\text{kompaksi100}} = \frac{F_H}{A_K} = \frac{4910}{449,44} = 10,92 = 109200 \text{ Pascal}$$

3. Proses Pemanasan

Setelah melakukan proses pencampuran bahan dan kompaksi, dilakukan proses pemanasan agar partikel dan papan partikel semakin baik. Proses ini dilakukan pada suhu 150 °C. Proses ini dilakukan di *oven* selama 30 menit.



Gambar 3.29 Proses Sintering

3.3.4 Prosedur Pengujian

Adapun prosedur pengujian yaitu sebagai berikut:

1. Pengujian Densitas

- a. Menyiapkan sampel uji.



Gambar 3.30 Sampel Uji Densitas

- b. Mengukur sampel uji dengan jangka sorong.
 - c. Menimbang massa sampel uji.
 - d. Mencatat data yang didapat dan menghitung hasil densitasnya.
2. Pengujian Pengembangan Tebal
- a. Menyiapkan sampel uji.



Gambar 3.31 Sampel Uji Pengembangan Tebal

- b. Merendam sampel sampel uji di dalam air pada suhu ruang selama 24 jam.
 - c. Mengangkat sampel uji dan mengukur ketebalannya dengan jangka sorong.
 - d. Mencatat data yang didapat dan menghitung hasil stabilitas dimensinya.
3. Pengujian Persentase penyerapan air
- a. Menyiapkan sampel uji yang sama dengan pengujian pengembangan tebal.
 - b. Merendam sampel sampel uji di dalam air pada suhu ruang selama 24 jam.
 - c. Mengangkat sampel uji dan mengukur massanya dengan timbangan digital.
 - d. Mencatat data yang didapat dan menghitung hasil serapan airnya.
4. Pengujian Lentur
- a. Menyiapkan sampel uji.
 - b. Meletakkan spesimen pada alat uji bending.
 - c. Meletakkan beban pada pusat spesimen dengan kecepatan konstan.



Gambar 3.32 Sampel Uji *Bending* Setelah Pengujian

- d. Mencatat hasilnya.
5. Pengujian Kekerasan
 - a. Menyiapkan sampel uji yang sama dengan pengujian densitas.
 - b. Memilih indenter dan pembebanan sesuai dengan skala yang diinginkan.
 - c. Indenter dikontakan dengan benda uji dalam arah tegak lurus terhadap permukaan dan melakukan penekanan.
 - d. Penekanan ditahan selama waktu 30 sekon, kemudian dihilangkan.
 - e. Mengukur diameter lekukan.
 6. Pengamatan Struktur Makro
 - a. Menyiapkan sampel uji setelah meakukan proses pengujian *bending*.
 - b. Meletakkan spesimen pada *holder* mesin uji Mikroskop.
 - c. Mengatur posisinya agar mendapat pencahayaan yang sesuai.
 - d. Meletakkan benda uji di bawah lensa mikroskop dan mengatur posisinya.
 - e. Mengamati dan menganalisa analisis struktur makro yang didapat.

BAB IV

DATA DAN ANALISIS

4.1 Pengujian Sifat Fisis

Pengujian sifat fisis adalah salah satu parameter yang penting untuk mengetahui kualitas pada sebuah papan partikel dan stabilitas dimensi termasuk dalam pengujian sifat fisis. Pengujian yang dilakukan meliputi densitas, pengembangan tebal dan persentase penyerapan air. Berikut akan ditunjukkan hasil pengujian sifat fisis pada papan partikel serat kulit jagung dan kayu sengon.

4.1.1 Densitas

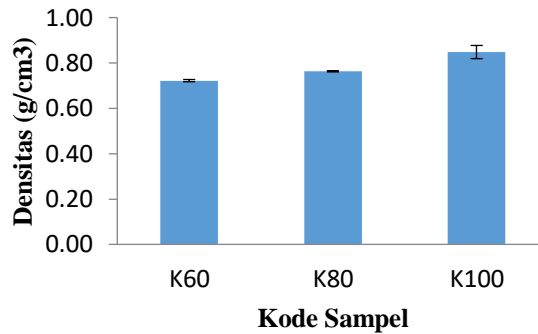
Data pengujian densitas pada papan komposit dengan serat kulit jagung dan kayu sengon sebagai penguat serta resin epoksi dan PVAc sebagai matriks setiap spesimennya diperoleh hasil pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Uji Densitas Papan Komposit

Sampel	Kode Sampel	Densitas (g/cm ³)	Densitas Rata-rata (g/cm ³)	SNI 03-2105-2006 (g/cm ³)
K60	K60A	0,73	0,72	0,4 – 0,9
	K60B	0,72		
	K60C	0,72		
K80	K80A	0,76	0,76	
	K80B	0,76		
	K80C	0,77		
K100	K100A	0,89	0,85	
	K100B	0,82		
	K100C	0,84		

Berdasarkan Tabel 4.1, nilai densitas terendah yaitu pada papan partikel dengan tekanan kompaksi 60 bar sebesar 0,72 g/cm³. Papan partikel dengan

tekanan kompaksi 80 bar memiliki nilai densitas terbesar kedua yaitu sebesar $0,76 \text{ g/cm}^3$. Nilai densitas tertinggi yaitu sebesar $0,85 \text{ g/cm}^3$ pada papan partikel dengan tekanan kompaksi 100 bar. Menurut SNI 03-2105-2006 nilai densitas yang memenuhi papan partikel yang baik yaitu senilai $0,4 - 0,9 \text{ g/cm}^3$ dan ketiga hasil pengujian di atas memenuhinya. Pengaruh besarnya tekanan kompaksi terhadap nilai densitas papan komposit ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Hasil Uji densitas

Berdasarkan Gambar 4.1, besarnya tekanan kompaksi pada papan partikel berpengaruh terhadap nilai densitasnya. Nilai densitas pada papan komposit berbanding lurus dengan besarnya tekanan kompaksi yang diberikan pada proses pembuatannya. Semakin tinggi nilai tekanan kompaksi maka nilai dari densitas akan semakin meningkat (Anugraha dan Widyastuti, 2014). Pada pengujian kali ini, sampel K100 memiliki nilai densitas tertinggi karena besarnya tekanan kompaksi yang diberikan pada proses pembuatannya dibanding dengan sampel lainnya.

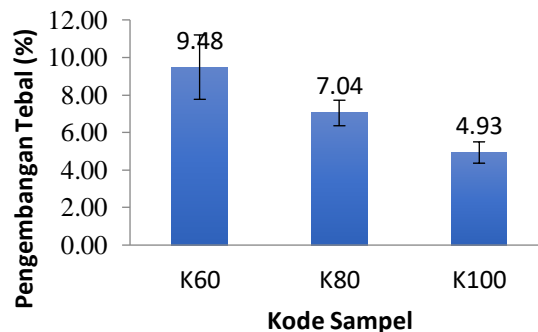
4.1.2 Pengembangan tebal

Data pengujian pengembangan tebal pada papan komposit dengan serat kulit jagung dan kayu sengon sebagai penguat serta resin epoksi dan PVAc sebagai matriks setiap spesimennya diperoleh hasil pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Uji Pengembangan Tebal Papan Komposit

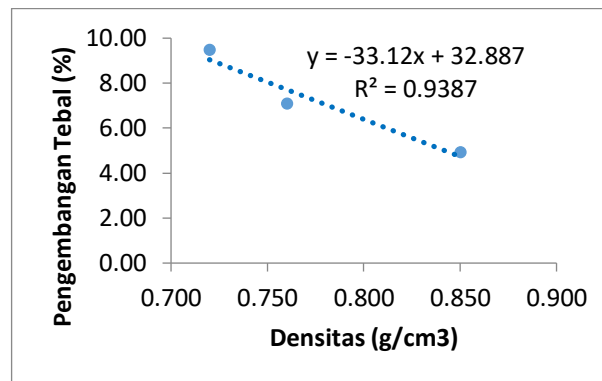
Sampel	Kode Sampel	Pengembangan Tebal (%)	Pengembangan Tebal Rata-rata (%)	SNI 03-2105-2006 (%)
K60	K60A	11,03	9,48	$\leq 12\%$
	K60B	7,09		
	K60C	10,32		
K80	K80A	7,98	7,08	
	K80B	6,38		
	K80C	6,76		
K100	K100A	5,73	4,93	
	K100B	4,53		
	K100C	4,53		

Berdasarkan Tabel 4.2, persentase pengembangan tebal tertinggi yaitu pada papan partikel dengan tekanan kompaksi 60 bar sebesar 9,48 %. Papan partikel dengan tekanan kompaksi 80 bar memiliki persentase pengembangan tebal terbesar kedua yaitu sebesar 7,08 %. persentase pengembangan tebal terendah yaitu sebesar 4,98 % pada papan komposit dengan tekanan kompaksi 100 bar. Menurut SNI 03-2105-2006 persentase pengembangan tebal yang memenuhi papan partikel yang baik yaitu senilai kurang dari 12% dan ketiga hasil pengujian di atas memenuhinya. Pengaruh besarnya tekanan kompaksi terhadap persentase pengembangan tebal papan komposit ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik Hasil Uji Pengembangan Tebal

Berdasarkan Gambar 4.2, besarnya tekanan kompaksi pada papan komposit berpengaruh terhadap persentase pengembangan tebal. Persentase pengembangan tebal pada papan komposit berbanding terbalik dengan besarnya tekanan kompaksi yang diberikan pada proses pembuatannya. Apabila pengembangan tebal pada papan komposit nilai persentasenya tinggi maka stabilitas dimensi pada papan tersebut rendah, menyebabkan produk tersebut kurang cocok dipakai untuk kebutuhan eksterior dan sifat mekanisnya cenderung menurun dalam jangka waktu yang relatif cepat (Putra, 2014). Pengembangan tebal dipengaruhi juga oleh densitas ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hubungan Pengembangan Tebal dan Densitas

Pada Gambar 4.3, grafik di atas menunjukkan nilai densitas memiliki korelasi dengan stabilitas dimensi pada pengembangan tebal, karena secara teoritis nilai densitas berbanding terbalik dengan nilai pengembangan tebal. Semakin besar nilai densitas maka semakin kecil nilai pengembangan tebalnya. Papan komposit berdensitas tinggi cenderung memiliki nilai pengembangan tebal yang kecil dikarenakan kerapatan yang tinggi dan ikatan antar partikelnya cukup baik sehingga akan lebih sulit dimasuki oleh air karena banyaknya dan besarnya *void* yang terbentuk.

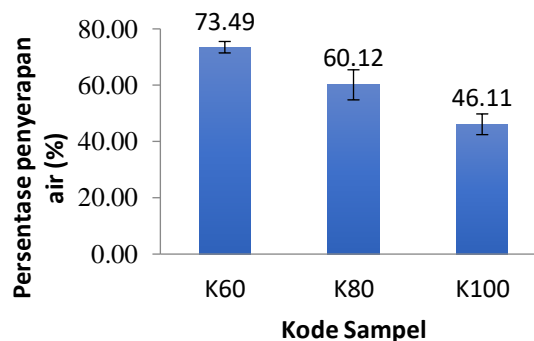
4.1.3 Persentase penyerapan air

Data pengujian persentase penyerapan air pada papan komposit dengan serat kulit jagung dan kayu sengon sebagai penguat serta resin epoksi dan PVAc sebagai matriks setiap spesimennya diperoleh hasil pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Uji Persentase penyerapan air Papan Komposit

Sampel	Kode Sampel	Persentase penyerapan air (%)	Persentase penyerapan air Rata-rata (%)
K60	K60A	73,92	73,49
	K60B	75,75	
	K60C	70,80	
K80	K80A	67,55	60,12
	K80B	55,17	
	K80C	57,64	
K100	K100A	49,79	46,11
	K100B	46,55	
	K100C	41,99	

Berdasarkan Tabel 4.3, persentase persentase penyerapan air tertinggi yaitu pada papan partikel dengan tekanan kompaksi 60 bar sebesar 73,49 %. Papan partikel dengan tekanan kompaksi 80 bar memiliki persentase pengembangan tebal terbesar kedua yaitu sebesar 60,12 %. persentase pengembangan tebal terendah yaitu sebesar 46,11 % pada papan komposit dengan tekanan kompaksi 100 bar. Pengaruh besarnya tekanan kompaksi terhadap persentase persentase penyerapan air papan komposit ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Hasil Uji Persentase penyerapan air

Berdasarkan Gambar 4.4, besarnya tekanan kompaksi pada papan komposit berpengaruh terhadap persentase penyerapan air. Serupa dengan persentase pengembangan tebal, persentase penyerapan air pada papan komposit berbanding terbalik dengan besarnya tekanan kompaksi yang diberikan pada proses pembuatannya. Hasil pengujian dengan teorinya sehingga sampel K100 memiliki persentase penyerapan air terendah karena tekanan kompaksi yang tertinggi ketika proses manufaktur. transisi fase tekanan tinggi ini menghasilkan struktur yang lebih padat.

Secara teori, kepadatan papan partikel mengindikasikan sejauh mana partikel dan bahan perekat terkompresi dan terikat. Semakin tinggi kepadatannya, maka semakin sedikit ruang antara partikel penguat dan matriksnya sehingga dapat berpengaruh terhadap penyerapan air (Rosidah dkk., 2018). Pada pengujian kali ini, sampel K100 memiliki persentase penyerapan air terendah sehingga menjadi sampel yang paling baik diantara kedua sampel lainnya.

4.2 Pengujian Sifat Mekanis

Pengujian sifat mekanis menjadi tolak ukur yang penting untuk mengetahui kualitas pada sebuah papan partikel dan stabilitas dimensi termasuk dalam pengujian sifat fisis. Pengujian yang dilakukan meliputi kekerasan dan keteguhan lentur. Berikut akan ditunjukkan hasil pengujian sifat fisis pada papan partikel serat kulit jagung dan kayu sengon.

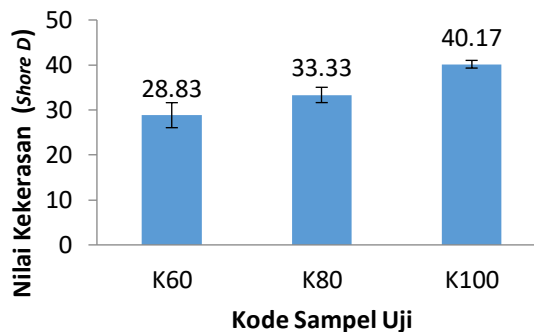
4.2.1 Kekerasan

Data pengujian kekerasan pada papan komposit dengan serat kulit jagung dan kayu sengon sebagai penguat serta resin epoksi dan PVAc sebagai matriks setiap spesimennya diperoleh hasil pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Uji Kekerasan Papan Komposit

Sampel	Kode Sampel	Nilai Kekerasan (<i>Shore D</i>)	Nilai Kekerasan Rata-rata (<i>Shore D</i>)
K60	K60A	28	28,83
	K60B	30	
	K60C	28,5	
K80	K80A	34	33,33
	K80B	31	
	K80C	35	
K100	K100A	39	40,17
	K100B	37,5	
	K100C	44	

Berdasarkan Tabel 4.4, nilai kekerasan terendah yaitu pada papan komposit dengan tekanan kompaksi 60 bar sebesar 28,83 *shore D*. Papan partikel dengan tekanan kompaksi 80 bar memiliki nilai kekerasan terbesar kedua yaitu sebesar 33,33 *shore D* nilai kekerasan tertinggi yaitu sebesar 40,17 *shore D* pada papan komposit dengan tekanan kompaksi 100 bar. Pengaruh besarnya tekanan kompaksi terhadap nilai kekerasan papan komposit ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Hasil Uji Kekerasan

Berdasarkan Gambar 4.5 menunjukkan bahwa nilai tekanan kompaksi berbanding lurus dengan nilai kekerasan pada papan komposit. Dengan meningkatnya kompaksi akan semakin mendorong partikel serbuk mengisi pori-pori sehingga akan menghasilkan struktur bahan yang padat. Semakin tinggi tekanan kompaksi yang diberikan akan menyebabkan semakin meningkatnya kekerasan yang terjadi (Ekawati, 2008). Dalam pengujian kekerasan *shore D*, beban yang diberikan oleh jarum pengukur dikenakan pada permukaan uji, ketika kepadatan pada papan partikel rendah yang disebabkan kecilnya tekanan kompaksi yang dilakukan pada proses manufaktur, maka jarum pengukur dengan mudah menembus papan tersebut.

4.2.2 Keteguhan lentur

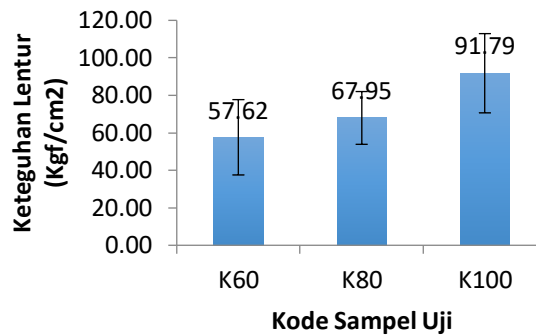
Data pengujian keteguhan lentur pada papan komposit dengan serat kulit jagung dan kayu sengon sebagai penguat serta resin epoksi dan PVAc sebagai matriks setiap spesimennya diperoleh hasil pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Uji Keteguhan Lentur Papan Komposit

Sampel	Kode Sampel	Nilai <i>Bending</i> (kgf/cm ²)	Nilai <i>Bending</i> Rata-rata (kgf/cm ²)	SNI 03-2105-2006 (kgf/cm ²)
K60	K60A	42,47	57,62	≥82
	K60B	86,03		
	K60C	44,35		
K80	K80A	55,11	67,95	
	K80B	87,55		
	K80C	61,19		
K100	K100A	121,18	91,79	
	K100B	81,89		
	K100C	72,31		

Berdasarkan Tabel 4.5, nilai keteguhan lentur terendah yaitu pada papan komposit dengan tekanan kompaksi 60 bar sebesar 58,62 kgf/cm². Papan partikel

dengan tekanan kompaksi 80 bar memiliki nilai keteguhan lentur terbesar kedua yaitu sebesar 67,95 kgf/cm². Nilai keteguhan lentur tertinggi yaitu sebesar 91,79 kgf/cm² pada papan komposit dengan tekanan kompaksi 100 bar. Pengaruh besarnya tekanan kompaksi terhadap nilai keteguhan lentur papan komposit ditunjukkan pada Gambar 4.6.



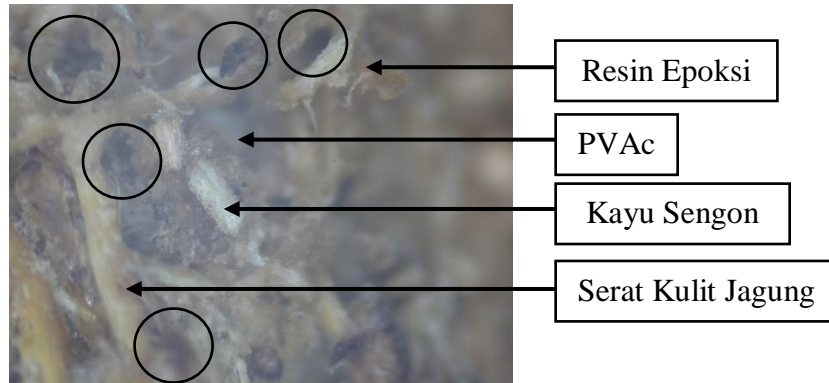
Gambar 4.6 Grafik Hasil Uji Keteguhan Lentur

Berdasarkan Gambar 4.6 menunjukkan bahwa nilai tekanan kompaksi berbanding lurus dengan nilai keteguhan lentur pada papan komposit. Penambahan tekanan kompaksi nilai kekuatan *bending* mengalami kenaikan yang signifikan terhadap kekuatan bending material papan komposit karena kerapatan papan komposit yang solid, semakin tinggi kompaksi semakin baik pula nilai kerapatannya (Putra, 2014). Dalam pengujian keteguhan lentur beban yang diberikan akan diberikan pada spesimen uji secara perlahan hingga spesimen mengalami patah, ketika kepadatan pada papan partikel yang tinggi disebabkan besarnya tekanan kompaksi yang dilakukan pada proses manufaktur, maka akan dibutuhkan beban yang besar untuk membuat spesimen tersebut mengalami patah.

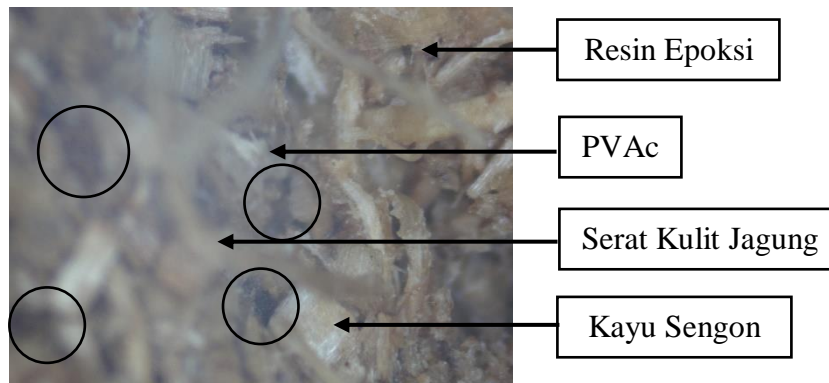
4.3 Pengamatan Struktur Makro

Pengamatan struktur makro adalah salah satu cara yang digunakan untuk mengetahui kondisi ikatan antara komponen penyusunnya, serta bentuk patahan yang terjadi pada spesimen uji setelah melakukan pengujian keteguhan lentur.

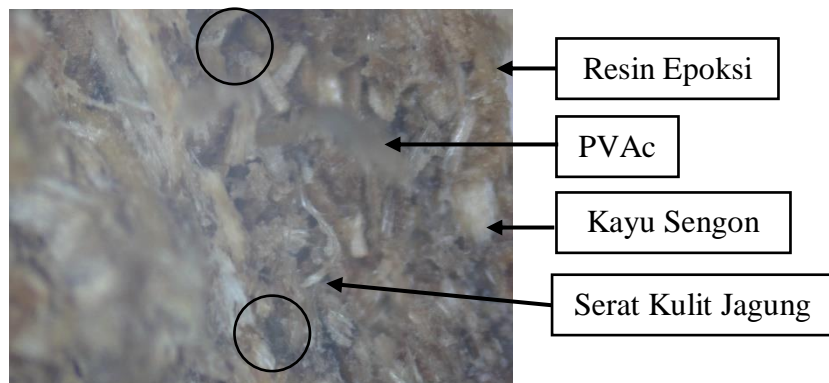
Pengamatan ini dilakukan menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 15x pada papan komposit dengan serat kulit jagung dan kayu sengon sebagai penguat serta resin epoksi dan PVAc sebagai matriks. Berikut gambar struktur makro yang dapat pada Gambar 4.7.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.7 Struktur Makro Sampel Uji (a) K60, (b) K80 dan (c) K100

Dari hasil pengamatan struktur makro pada Gambar 4.7, dapat dilihat permukaan patah ketiga spesimen memiliki ukuran dan jumlah *void* yang beragam. *Void* adalah ruang yang tercipta pada struktur selama proses manufaktur sehingga udara terperangkap pada ruang-ruang tersebut. Secara teori, semakin banyak dan semakin besar *void* pada struktur material maka berpengaruh terhadap kepadatan pada suatu material. Kepadatan material akan berpengaruh terhadap sifat fisis dan mekanis pada papan komposit.

Perbedaan ukuran dan jumlah *void* yang terjadi pada pengujian ini terjadi akibat perbedaan variasi tekanan kompaksi pada proses manufaktur. Berdasarkan pengamatan, jenis patah yang terjadi pada ketiga spesimen merupakan patah ulet. Permukaan patah yang tidak rata dan berserat menjadi indikasinya. Serat pada ketiga papan spesimen memiliki ikatan antara penguat dan matriks yang baik karena ditandai dengan terjadinya *fiber pull out*.

Sampel K100 pada Gambar 4.7 (c), memiliki kepadatan yang paling baik diantara kedua sampel lainnya. Terlihat pada gambar, *void* pada papan tersebut memiliki *void* yang paling sedikit dibanding yang lainnya. Diperkuat dengan hasil uji keteguhan lentur dimana sampel K100 memiliki nilai tertinggi. Hal ini disebabkan besarnya tekanan kompaksi pada sampel tersebut paling tinggi sehingga papan terkompresi dengan baik dan menciptakan kerapatan struktur yang tinggi dan membuat ikatan antara penguat dan matriks menjadi tinggi pula.

Sampel K60 pada Gambar 4.7 (a), memiliki kepadatan yang paling buruk diantara kedua sampel lainnya. Terlihat pada gambar, *void* pada papan tersebut memiliki *void* yang paling banyak dibanding yang lainnya. Diperkuat pula dengan hasil uji keteguhan lentur dimana sampel K60 memiliki nilai tertinggi. Hal ini disebabkan besarnya tekanan kompaksi pada sampel tersebut paling rendah sehingga papan tidak terkompresi dengan baik dan menciptakan *void* lebih banyak dari sampel lainnya.

4.4 Optimasi Nilai Hasil Percobaan

Dalam menentukan hasil sampel yang paling optimal dari setiap pengujian dapat dilakukan dengan menggunakan teknik pembobotan. *Splitting in Multiple Area 59 Metode* pembobotan akan mengubah banyaknya nilai hasil pengujian menjadi nilai yang tunggal. Hasil analisis teknik pembobotan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Nilai Pembobotan Papan Komposit

Jenis Pengujian		K60	K80	K100
Kerapatan	P	0,722	0,763	0,848
	W_p	0,309	0,327	0,363
Pengembangan Tebal	PT	9,459	7,037	4,929
	1/PT	0,106	0,142	0,203
	WPT	0,235	0,315	0,450
Kekerasan	K	28,833	33,333	40,167
	WK	0,282	0,326	0,393
Keteguhan Lentur	KL	57,617	67,950	91,793
	WKL	0,265	0,313	0,422
MRPI		25,839	34,568	57,058

Tabel 4.6 menunjukkan hasil nilai pembobotan sebagai respon tunggal yang mewakili masing-masing variasi kompaksi papan komposit. Nilai paling tinggi ditunjukkan oleh hasil pembobotan yang tertinggi (Krishnaiah & Shahabudeen, 2012), yang mana nilai ini ditunjukkan oleh spesimen K100. Oleh sebab itu, variasi kompaksi papan komposit dengan karakteristik sifat fisis dan mekanis terbaik dihasilkan oleh papan K100 dengan tekanan kompaksi sebesar 100 bar. Dimana hasil nilai densitas sebesar $0,85 \text{ g/cm}^3$, pengembangan tebal 4,93%, kekerasan 40,17 *shore D*, dan keteguhan lenturnya $91,79 \text{ kgf/cm}^2$.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan yaitu sebagai berikut.

1. Penambahan tekanan kompaksi berbanding lurus dengan sifat fisis suatu papan komposit khususnya pada densitas dan stabilitas dimensi. Semakin besar tekanan kompaksi yang diberikan semakin baik pula sifat fisis pada suatu papan komposit. Sifat fisik yang paling optimal dihasilkan oleh sampel uji K100 dengan input tekanan kompaksi 100 bar pada mesin hidrolik menghasilkan nilai densitas sebesar $0,85 \text{ g/cm}^3$ dan nilai standar sebesar $0,4 - 0,9 \text{ g/cm}^3$, nilai persentase penyerapan air 46,11%, dan nilai pengembangan tebal 4,93% dan nilai standar sebesar $\leq 12\%$. Pengujian densitas serta pengembangan tebal semua sampel telah sesuai dengan ketentuan yang diatur dalam standar SNI 03-2105-2006.
2. Penambahan tekanan kompaksi berbanding lurus dengan sifat mekanis suatu papan komposit khususnya pada kekerasan dan keteguhan lentur. Semakin besar tekanan kompaksi yang diberikan semakin baik pula sifat mekanis pada suatu papan komposit. Sifat mekanis yang paling optimal dihasilkan oleh sampel uji K100 dengan input tekanan kompaksi 100 bar pada mesin hidrolik menghasilkan nilai kekerasan serta kekuatan bending masing-masing sebesar $40,17 \text{ Shore D}$ dan $91,79 \text{ kgf/cm}^2$ dan nilai standar sebesar $\geq 82 \text{ kgf/cm}^2$. Untuk pengujian lentur sampel K100 satu-satunya yang sesuai dengan ketentuan yang diatur dalam standar SNI 03-2105-2006.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut.

1. Saat proses pencampuran bahan sebaiknya menambahkan takaran yang telah diperhitungkan dikarenakan terdapat bahan yang terbuang saat proses mixing sehingga mempengaruhi komposisi pada papan komposit.
2. Penggunaan alat cetakan yang lebih kecil sehingga besar bagian permukaan yang terkena kompresi selama proses kompaksi membuat hasil papan komposit menjadi maksimal.
3. Meningkatkan konsentrasi NaOH pada rendaman serat sehingga meningkatkan sifat material pada papan komposit.

DAFTAR PUSTAKA

- Sari, N. H. (2018). TEKNOLOGI PAPAN KOMPOSIT DIPERKUAT SERAT KULIT JAGUNG.
- Yilmaz. (2013). PENGARUH PARAMETER EKSTRAKSI KIMIA TERHADAP KARAKTERISTIK SERAT KULIT JAGUNG. *Jurnal Fibre & Textile Research*. 29-34.
- Reddy, N. Yang, Y. (2005). SIFAT DAN POTENSI PENERAPAN SERAT SELULOSA ALAMI DARI KULIT JAGUNG. *Jurnal sjme KINEMATIKA*. 7(4). 190-195
- Kalia, S. Kaith, B.S. Kaur, I. (2009). PERLAKUAN AWAL SERAT ALAM DAN PENERAPANNYA SEBAGAI BAHAN PENGUAT PADA KOMPOSIT POLIMER. *Polymer Engineering Science*.
- Guin, J.P. Bhardwaj, Y.K. Varshney, L. (2018). PENCANGKOKAN RADIASI: PERJALANAN DARI BIO-LIMBAH KULIT JAGUNG MENUJU TERMOSTABIL YANG EFISIEN. *Carbohydrate Polymers*. 151-164.
- Bernhardt, D.C. Carolina, D.P. Fissorea, E.N. De'Nobili, M.D. Rojas, A.M. (2017). FILM KOMPOSIT BERBASIS PEKTIN: PENGARUH KONSENTRASI SERAT KULIT JAGUNG TERHADAP SIFAT-SIFATNYA.
- Yilmaz. (2014). PENGARUH ENZIM XILANASE TERHADAP SIFAT MEKANIK SERAT YANG DIEKSTRAKSI DARI KULIT JAGUNG YANG TIDAK DIKERINGKAN DAN DIKERINGKAN. *Jurnal Fibre & Textile Research*. 60-64
- Faruk, O., Bledzki, A. K. Fink, H.P., & Sain, M. (2012). KEMAJUAN DALAM ILMU POLIMER BIODKOMPOSIT YANG DIPERKUAT DENGAN SERAT ALAMI. 37(11)

- William, J.C. (2003). KEMAJUAN MATERIAL STRUKTURAL UNTUK SISTEM DIRGANTARA. 5775-5799.
- Jones, R.M. (1999). MEKANIKA MATERIAL KOMPOSIT. New York: McGraw Hill Book Company.
- Mazumdar, S.K. (2002). BAHAN PEMBUATAN KOMPOSIT, PRODUK, DAN PROSES REKAYASA. Press LLC.
- Baghestany, A.K. Yazdani. M. Ahmadian. (2014). STRUKTUR PASAR PERDAGANGAN DUNIA UNTUK JAGUNG. *International Journal of Life Sciences*. 8(2).
- Sahara, Yusriani. Lanto, Muh Said. (2022). UJI SIFAT MEKANIK PAPAN KOMPOSIT BERBAHAN TONGKOL JAGUNG DAN SERAT BATANG PISANG. *Jurnal Teknosains*. 16(1).
- Syarief, Akhmad. Amin, Muhammad. (2016). PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME KOMPOSIT POLYESTER-SERAT KULIT JAGUNG (ZEA MAYS) TERHADAP KEKUATAN IMPAK, BENDING DAN TARIK. *Jurnal sjme KINEMATIKA*. 1(1).
- Arya, Dimas. Rasid M. Indra, H.B. (2021). PENGARUH STRUKTUR PENYUSUNAN FILLER/SERAT KULIT JAGUNG PADA KOMPOSIT RESIN POLYESTER TERHADAP UJI BENDING SEBAGAI PENGGANTI PLAFON. *Jurnal Teknologi Terapan*. 2(2).
- Salman. Sayoga, I Made Adi. Maulana, Rahmat. (2018). PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT KULIT JAGUNG TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN PENYERAPAN AIR KOMPOSIT POLYURETHANE. *Jurnal Teknik Mesin*. 7(1).
- Ramadhani, A. Prastowo, S.H.B. Handayani, R.D. (2022). PENGARUH FRAKSI VOLUME PADA KOMPOSIT SERAT KULIT JAGUNG DENGAN MATRIKS POLYESTER TERHADAP KEKUATAN TARIK SEBAGAI BAHAN BAKU INDUSTRI PAPAN. 12(2).
- Suteja. (2019). KOMPOSIT POLIESTER DIPERKUAT SERAT KULIT JAGUNG: ANALISA SIFAT MEKANIK DAN MORFOLOGI.

Kurniawati, Leny. (2015). KARAKTERISTIK PAPAN SERAT KULIT JAGUNG
DENGAN ASAM SITRAT SEBAGAI PEREKAT

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN DAN DATA PERCOBAAN

Perhitungan Volume Cetakan

Diketahui : Panjang (P) = 21,2 cm

Lebar (L) = 21,2 cm

Tinggi (T) = 1,7 cm

Ditanya : V_{cetakan} ?

Jawab : $V_{\text{cetakan}} = P \times L \times T = 21,2 \times 21,2 \times 1,7 = 764 \text{ cm}^3$

Perhitungan Tekanan Kompaksi

Diketahui : Luas Penekan (A_H) = 4,91 cm²

Luas penampang komposit (A_K) = $P \times L = 21,2 \times 21,2 = 449,44 \text{ mm}^2$

Tekanan hidrolik (P_H) = 60 bar = 600 N/cm²

= 80 bar = 800 N/cm²

= 100 bar = 1000 N/cm²

Gaya penekan (F_{H60}) = $A_H \times P_H = 4,91 \times 600 = 2946$

Gaya penekan (F_{H80}) = $A_H \times P_H = 4,91 \times 800 = 3928$

Gaya penekan (F_{H100}) = $A_H \times P_H = 4,91 \times 1000 = 4910$

Jawab : $P_{\text{kompaksi60}} = \frac{F_H}{A_K} = \frac{2946}{449,44} = 6,55 = 65500 \text{ Pascal}$

$P_{\text{kompaksi80}} = \frac{F_H}{A_K} = \frac{3928}{449,44} = 8,74 = 97400 \text{ Pascal}$

$P_{\text{kompaksi100}} = \frac{F_H}{A_K} = \frac{4910}{449,44} = 10,92 = 109200 \text{ Pascal}$

Perhitungan Komposisi Bahan

Serat kulit jagung = $32,5\% \times 764 \times 0,58 = 144 \text{ g}$

Serbuk kayu sengon = $32,5\% \times 764 \times 0,43 = 107 \text{ g}$

Lem PVAc = $25\% \times 764 \times 1,07 = 204 \text{ g}$

Resin Epoksi = $10\% \times 764 \times 1,1 = 84 \text{ g}$

Perhitungan Densitas

Contoh perhitungan densitas pada sampel K60A

Diketahui : Massa (m) = 96,54 g

$$\text{Volume (V)} = 132,47 \text{ cm}^3$$

Ditanya : ρ ?

$$\text{Jawab : } = \rho = \frac{m}{V} = \frac{96,54}{132,47} = 0,73 \text{ g/cm}^3$$

Perhitungan Pengembangan Tebal

Contoh perhitungan pengembangan tebal pada sampel K60A

Diketahui : Tebal awal (T_1) = 18,02 mm

Tebal akhir (T_2) = 16,23 mm

Ditanya : %_{pt}?

$$\text{Jawab : } \%_{pt} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% = \frac{18,02 - 16,23}{16,23} \times 100\% = 11,03 \%$$

Perhitungan Persentase penyerapan air

Contoh perhitungan persentase penyerapan air pada sampel K60A

Diketahui : Massa awal (B_1) = 31,48 g

Massa akhir (B_2) = 18,10 g

Ditanya : %_{dsa}?

$$\text{Jawab : } \%_{dsa} = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \times 100\% = \frac{31,43 - 18,10}{18,10} \times 100\% = 73,92 \%$$

Perhitungan Kekuatan *Bending*

Contoh perhitungan *bending* pada sampel K60A

Diketahui : Panjang sampel uji (L) = 8,134 cm

Lebar sampel uji (b) = 1,273 cm

Tebal sampel uji (h) = 0,539 cm

Beban Maksimum (P) = 0,0135 kN \approx 1,377 kgf

Ditanya : MOR?

$$\text{Jawab : } \text{MOR} = \frac{3PL}{2bh^2} = \frac{3 \cdot 1,38 \cdot 8,134}{2 \cdot 1,273 \cdot 0,539^2} = 42,47 \text{ kg/cm}^2$$

LAMPIRAN B
DATA HASIL PENELITIAN

Pengujian Densitas

Data hasil pengujian densitas ditunjukkan pada tabel berikut.

No	Kode Sampel	Massa Sampel (g)	Volume Sampel (cm ³)	Densitas (g/cm ³)
1	K60	96,54	132,47	0,72
		91,65	127,38	
		98,25	136,89	
2	K80	98,89	129,53	0,76
		87,82	115,60	
		85,08	111,04	
3	K100	88,36	99,66	0,85
		85,84	105,15	
		89,75	106,84	

Pengujian Pengembangan Tebal

Data hasil pengujian pengembangan tebal ditunjukkan pada tabel berikut.

No	Kode Sampel	Tebal Awal (mm)	Tebal Akhir (mm)	Pengembangan Tebal (%)
1	K60	16,23	18,02	9,46
		16,64	17,82	
		16,08	17,74	
2	K80	16,30	17,6	7,04
		16,46	17,51	
		16,41	17,52	
3	K100	15,00	15,86	4,93
		15,24	15,93	
		15,00	15,68	

Pengujian Persentase penyerapan air

Data hasil pengujian persentase penyerapan air ditunjukkan pada tabel berikut.

No	Kode Sampel	Massa Awal (g)	Massa Akhir (g)	Persentase penyerapan air (%)
1	K60	18,10	31,48	73,59
		20,45	35,94	
		17,98	30,71	
2	K80	17,66	29,59	59,77
		21,84	33,89	
		17,40	27,43	
3	K100	21,01	31,47	46,21
		19,83	29,06	
		1934	27,46	

Pengujian Kekerasan *Shore D*

Data hasil pengujian kekerasan *shore D* ditunjukkan pada tabel berikut.

No	Kode Sampel	Sampel	Nilai Kekerasan (<i>Shore D</i>)	Rata-rata Nilai Kekerasan (<i>Shore D</i>)
1	K60	1	28,0	28,83
		2	30,0	
		3	28,5	
2	K80	1	34,0	33,33
		2	31,0	
		3	35,0	
3	K100	1	39,0	40,17
		2	37,5	
		3	44,0	
















Pengujian *Bending*

Data hasil pengujian *bending* ditunjukkan pada tabel berikut.

No	Kode Sampel	Lebar Sampel (cm)	Tebal Sampel (cm)	<i>Modulus Of Rupture</i> (kg/cm ²)
1	K60	1,273	0,539	57,62
		1,270	0,537	
		1,272	0,547	
2	K80	1,273	0,567	67,95
		1,274	0,594	
		1,269	0,590	
3	K100	1,272	0,488	91,79
		1,273	0,452	
		1,265	0,471	

LAMPIRAN C
DOKUMENTASI PENELITIAN

 <p>Gambar 1. Pegumpulan KJ</p>	 <p>Gambar 2. Perendaman KJ</p>	 <p>Gambar 3. Pengerangan KJ</p>
 <p>Gambar 4. Penyikatan KJ</p>	 <p>Gambar 5. Pengerangan Serat KJ</p>	 <p>Gambar 6. Pemotongan Serat KJ</p>
 <p>Gambar 7. Perendaman Serat KJ dengan NaOH</p>	 <p>Gambar 8. Pembilasan Serat KJ</p>	 <p>Gambar 9. Pengerangan Serat KJ rendam NaOH</p>
 <p>Gambar 10. Mengukur Massa PVAc</p>	 <p>Gambar 11. Mengukur Massa Serat KJ</p>	 <p>Gambar 12. Mengukur Massa Serbuk Sengon</p>
 <p>Gambar 13. Mengukur Massa Resin</p>	 <p>Gambar 14. Mengukur Massa <i>Hardener</i></p>	 <p>Gambar 10. Proses Mixing</p>

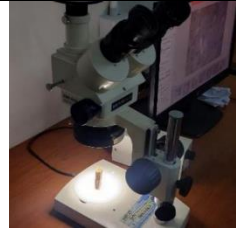
 <p>Gambar 11. Proses Kompaksi</p>	 <p>Gambar 11. Papan dari Cetakan</p>	 <p>Gambar 12. Proses Sintering</p>
 <p>Gambar 13. Proses Pemotongan Sampel</p>	 <p>Gambar 14. Mengukur Lebar Sampel Densitas</p>	 <p>Gambar 15. Mengukur Tebal sampel Densitas</p>
 <p>Gambar 16. Mengukur Massa Sampel Densitas</p>	 <p>Gambar 17. Mengukur Tebal Sampel PT</p>	 <p>Gambar 18. Mengukur Massa Sampel DSA</p>
 <p>Gambar 19. Proses Awal Uji PT dan DSA</p>	 <p>Gambar 20. Proses Akhir Uji PT dan DSA</p>	 <p>Gambar 21. Proses Uji Kekerasan</p>
 <p>Gambar 22. Mengukur Panjang Sampel <i>Bending</i></p>	 <p>Gambar 23. Mengukur Lebar Sampel <i>Bending</i></p>	 <p>Gambar 24. Mengukur Tebal Sampel <i>Bending</i></p>



Gambar 25. Mengukur
Massa Sampel *Bending*

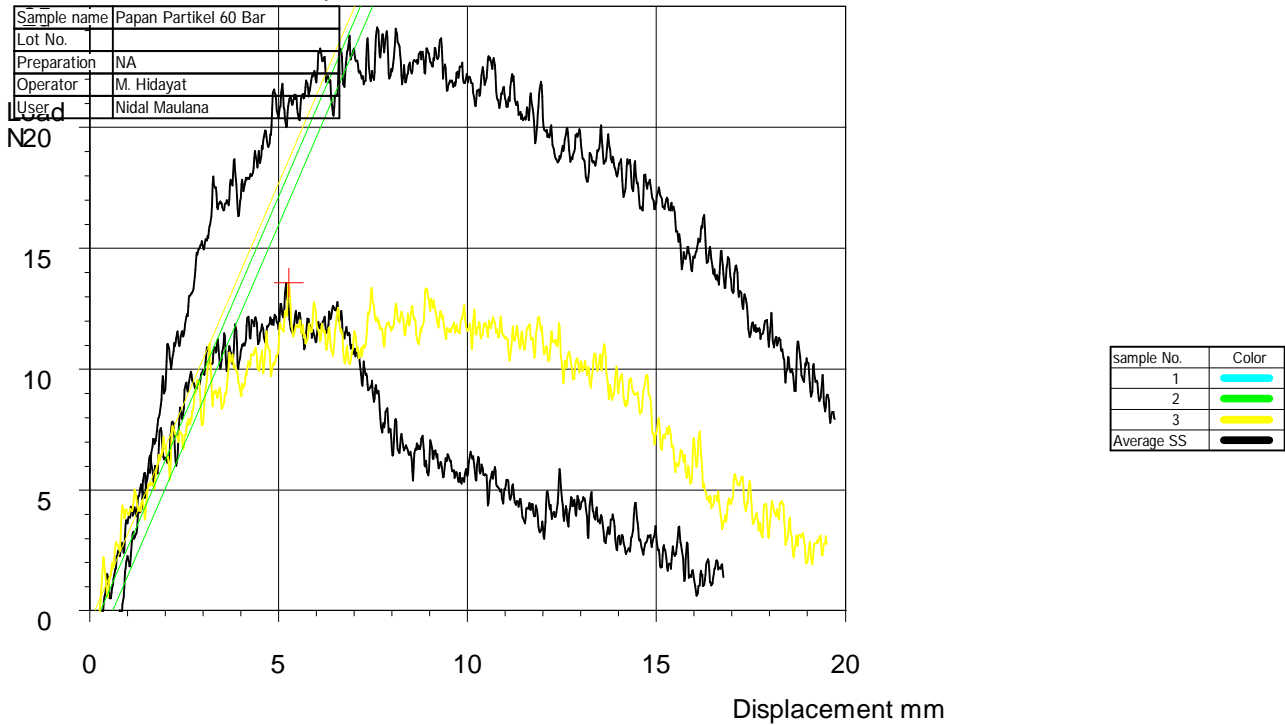


Gambar 26. Proses Uji
Bending



Gambar 27. Proses Uji
Mikroskop

Graph



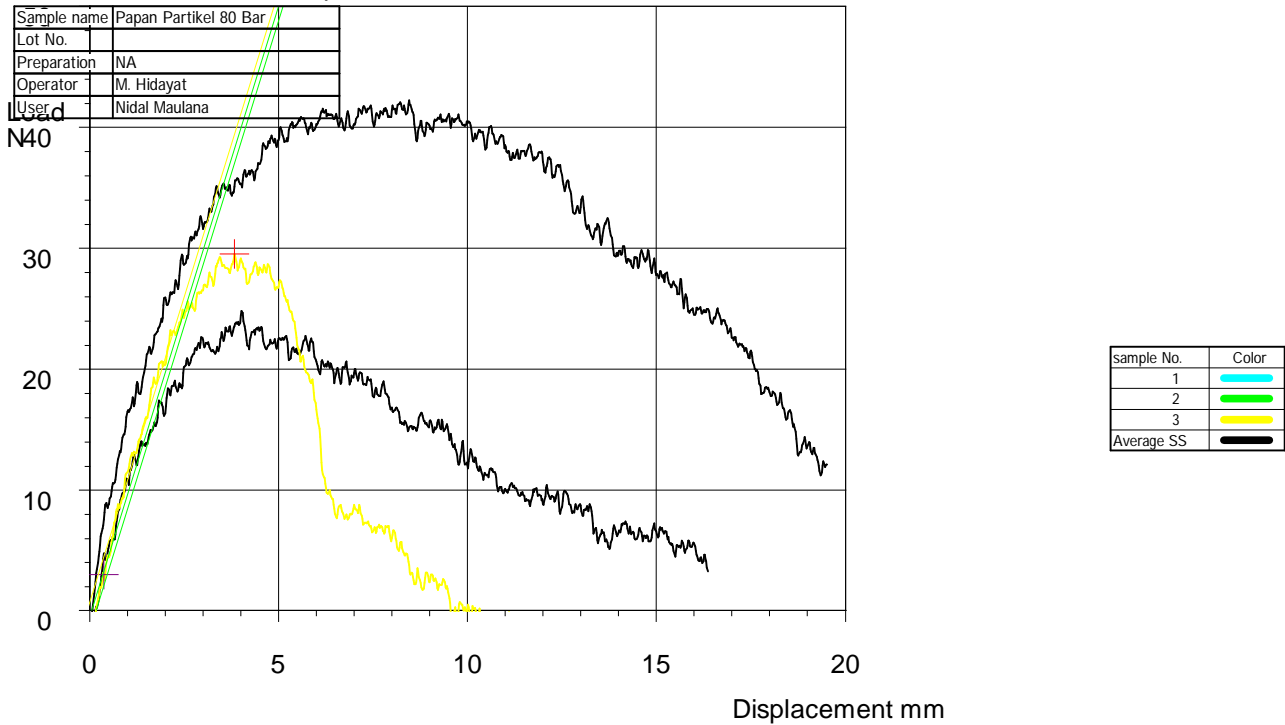
3-point bending testResult

Machine name	RTF			Test type	3-point bending		
Strain input 1	Not used			Test speed	30.0 mm/min		
Chart speed	OFF			Machine rigidity	0 mm/kgf		
Point data(Load)	0	0	0	Point data(Disp)	0	0	0
	N				mm		
Elastic modulus anal.	Interval	1	100	Initial sample length	Edge spa	60 mm	
Load	Pitch	5 N		Origin of elongation	Init. load	0.03 kN	
Elong adjust	No			Break point measurement	0.5 N		
Save SS curve	Yes						

Test date	2023/12/27	Temperature	25 C
Humidity	60 %RH	Sample name	Papan Partikel 60 Bar
Lot No.		Preparation	NA
Operator	M. Hidayat	User	Nidal Maulana
Comment 1	ASTM D790	Comment 2	

TestID=92	Width	Height	SecArea	Maximum poin Load	Maximum poin Stress	BreakPoint Stress
Test No	mm	mm	mm2	kN	kgf/mm2	kgf/mm2
1	12.700	4.8000	60.960	0.0135	0.4247	-0.0783
2	12.700	4.5000	57.150	0.0241	0.8603	0.1889
3	12.700	4.7000	59.690	0.0136	0.4435	-0.0559
Min.	12.700	4.5000	57.150	0.0135	0.4247	-0.0783
Max.	12.700	4.8000	60.960	0.0241	0.8603	0.1889
Average	12.700	4.6667	59.267	0.0171	0.5762	0.0182

Graph



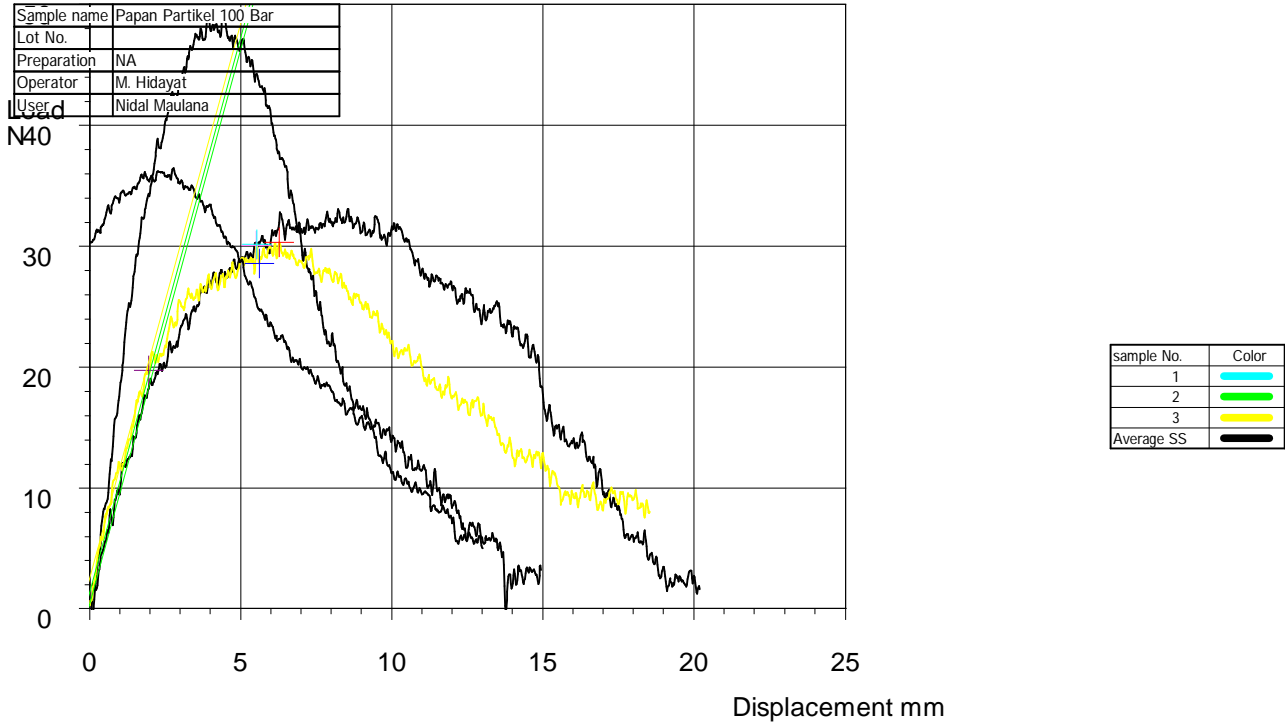
3-point bending testResult

Machine name	RTF		Test type	3-point bending			
Strain input 1	Not used		Test speed	30.0 mm/min			
Chart speed	OFF		Machine rigidity	0 mm/kgf			
Point data(Load)	0	0	0	Point data(Disp)	0	0	0
	N	0	0	mm	0	0	0
Elastic modulus anal.	Interval	1	100	Initial sample length	Edge spa	60 mm	
Load	Pitch	5 N		Origin of elongation	Init. load	0.03 kN	
Elong adjust	No		Break point measurem	0.5 N			
Save SS curve	Yes						

Test date	2023/12/27	Temperature	25 C	
Humidity	60 %RH	Sample name	Papan Partikel 80 Bar	
Lot No.		Preparation	NA	
Operator	M. Hidayat	User	Nidal Maulana	
Comment 1	ASTM D790	Comment 2		

TestID=91	Width	Height	SecArea	Maximum poin	Maximum poin	BreakPoint
Test No	mm	mm	mm2	Load	Stress	Stress
				kN	kgf/mm2	kgf/mm2
1	12.700	5.7000	72.390	0.0248	0.5511	-0.0495
2	12.700	5.9000	74.930	0.0422	0.8755	0.3634
3	12.700	5.9000	74.930	0.0295	0.6119	0.0616
Min.	12.700	5.7000	72.390	0.0248	0.5511	-0.0495
Max.	12.700	5.9000	74.930	0.0422	0.8755	0.3634
Average	12.700	5.8333	74.083	0.0321	0.6795	0.1252

Graph



3-point bending testResult

Machine name	RTF		Test type	3-point bending			
Strain input 1	Not used		Test speed	30.0 mm/min			
Chart speed	OFF		Machine rigidity	0 mm/kgf			
Point data(Load)	0	0	0	Point data(Disp)	0	0	0
	N	0	0	mm	0	0	0
Elastic modulus anal.	Interval	1	100	Initial sample length	Edge spa	60 mm	
Load	Pitch	5 N		Origin of elongation	Init. load	0.03 kN	
Elong adjust	No		Break point measurem	0.5 N			
Save SS curve	Yes						

Test date	2023/12/27	Temperature	25 C	
Humidity	60 %RH	Sample name	Papan Partikel 100 Bar	
Lot No.		Preparation	NA	
Operator	M. Hidayat	User	Nidal Maulana	
Comment 1	ASTM D790	Comment 2		

TestID=90	Width	Height	SecArea	Maximum poin	Maximum poin	BreakPoint
				Load	Stress	
Test No	mm	mm	mm2	kN	kgf/mm2	kgf/mm2
1	12.700	5.4000	68.580	0.0489	1.2118	0.9514
2	12.700	5.4000	68.580	0.0330	0.8189	0.1924
3	12.700	5.5000	69.850	0.0303	0.7231	0.4696
Min.	12.700	5.4000	68.580	0.0303	0.7231	0.1924
Max.	12.700	5.5000	69.850	0.0489	1.2118	0.9514
Average	12.700	5.4333	69.003	0.0374	0.9179	0.5378