

**-STUDI PERLAKUAN CURING PADA PAPAN PARTIKEL  
BIODEGRADABLE PELEPAH KELAPA SAWIT  
BERPENGUAT MESOKARP**

**SKRIPSI**

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



Disusun oleh:

**Saddam Husein**

**3331200065**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
CILEGON - BANTEN  
2025**

## TUGAS AKHIR

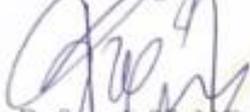
### STUDI PERLAKUAN CURING PADA PAPAN PARTIKEL BIODEGRADABLE PELEPAH KELAPA SAWIT BERPENGUAT MESOKARP

Diperiapkan dan disusun Oleh :

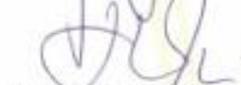
**Saddam Husein**  
3331200065

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 08 Januari 2025

Pembimbing Utama

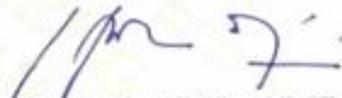


Dr. Suardi, ST., M.Eng.  
NIP. 197312052006041002



Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.Eng.  
NIP. 198403172019032009

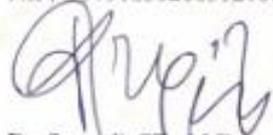
Anggota Dewan Penguji



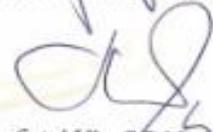
Prof. Dr. Eng. A. Ali Alhamidi, ST., MT.  
NIP. 197312131999031001



Yusvardi Yusuf, ST., MT.  
NIP. 197910302003121001



Dr. Sunardi, ST., M.Eng.  
NIP. 197312052006041002



Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.Eng.  
NIP. 198403172019032009

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

Tanggal, 22 Januari 2025  
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA



Dr. Dhimas Satria, ST., M.Eng.  
NIP. 198305102012121006

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : SADDAM HUSEIN

NPM : 3331200065

Judul : Studi Perlakuan Curing Pada Papan Partikel Biodegradable Pelepah Kelapa Sawit Berpenguat Mesokarp

Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

### MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya

Cilegon, 08 Januari 2025



Saddam Husein

NIM. 3331200065

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "*Studi Perlakuan Curing Pada Papan Partikel Biodegradable Pelepah Kelapa Sawit Berpenguat Mesokarp*" sebagai salah satu syarat untuk melengkapi persyaratan kelulusan untuk meraih gelar sarjana Teknik di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW, para sahabatnya, serta para pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulis sendiri menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran demi perbaikan dan penyempurnaan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari dalam menyusun Tugas Akhir banyak mendapat dukungan, bimbingan dan kemudahan dari berbagai pihak sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Dengan segala ketulusan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng Sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak Haryadi, S.T., M.T. Sebagai Dosen Pembimbing Akademik.
3. Bapak Dr. Sunardi, S.T., M.Eng sebagai Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan ide, waktu, perhatian, dan kesabaran dalam membimbing penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Shofiatul Ula, M.Eng sebagai Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan ide, waktu, perhatian, dan kesabaran dalam membimbing penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Yusvardi Yusuf, ST., M.T. sebagai Dosen Koordinator Tugas Akhir yang telah memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen, karyawan dan karyawan, serta asisten laboratorium di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik yang telah memberikan ilmu kepada

penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Orang tua penulis yaitu, Bapak Warsono dan Ibu Asmuni atas keringat yang sudah diberikan kepada penulis untuk memenuhi kebutuhan materi dan ribuan do'a disetiap langkah dari penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Kakak Annisa Mutia Farha dan Kakak Lucky Juwita sebagai saudara kandung penulis yang telah memberikan dukungan berupa nasihat, materi dan semangat sehingga penulis dapat menjalani perkuliahan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan penuh rasa tanggung jawab.
9. Pasangan penulis yaitu, Octiani yang telah membersamain serta memberikan nasihat, semangat dan do'a kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Tim yang selalu memberikan bantuan, semangat dan motivasi kepada penulis khususnya kepada Ghazi Fauzan Bratanegara, Miftah Hadi Ramadhan, Langlang Nurcahyoko, Ricky Romadhon, dan Yudis Rahma Risky.
11. Teman-teman kontrakan yaitu, Marchello Marvel, Muhammad Arik Hawari, Patrick Allen Simanjuntak, Dimas Satrio Sumarno yang telah memberikan segala bentuk dukungan dan bantuan semenjak awal masuk perkuliahan.
12. Teman-teman penulis dari Angkatan 2020 jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
13. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu baik berupa doa, dukungan, dan lain sebagainya.

Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan bagi pihak yang membutuhkan.

Cilegon, Januari 2025

Penulis

## ABSTRAK

Peningkatan perkebunan kelapa sawit di Indonesia berkembang setiap tahunnya, menyebabkan perlu adanya inovasi tentang pengolahan limbah dari kelapa sawit. Papan partikel merupakan salah satu inovasi olahan dari limbah kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengetahui pengaruh perlakuan *curing* terhadap kualitas papan partikel *biodegradable* agar memenuhi standar SNI 03-2105-2006. Pembuatan sampel pada penelitian ini diawali dengan mencampurkan serat *mesokarp* 15%, *filler* dari batang kelapa sawit 50%, matriks PVA-c dan resin epoxy masing-masing 25% dan 10%. Setelah itu dilakukan dicetak dengan tekanan kompaksi sebesar 30 bar selama 120 menit dan dilakukan perlakuan *curing* dengan variabel tanpa perlakuan *curing*, suhu *curing* 75°C dan suhu *curing* 150°C. Pengujian pada penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu, pengujian sifat fisis (densitas, kadar air, pengembangan tebal dan serapan air) dan pengujian sifat mekanis (kekuatan lentur dan *modulus of elasticity*). Berdasarkan hasil pengujian sampel T3 memiliki nilai desitas yang paling baik sebesar 0,81 gr/cm<sup>3</sup>. Pengujian kadar air diperoleh nilai yang paling baik terdapat pada sampel T3 dengan nilai 4,4%. Pada pengujian pengembangan tebal diperoleh nilai terbaik terdapat pada sampel T3 sebesar 4,9%. Begitu juga pada hasil pengujian sifat mekanis dimana nilai terbaik terdapat pada sampel T3 dengan nilai kekuatan lentur sebesar 104,76 kgf/cm<sup>2</sup> dan *modulus of elasticity* sebesar 19397,1 kgf/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan semua pengujian semua sifat fisis dari semua sampel sudah memenuhi standar SNI 03-2105-2006, sedangkan pada pengujian kekuatan lentur hanya sampel T3 yang memenuhi standar SNI 03-2105-2006 dan pada pengujian *modulus of elasticity* semua sampel belum memenuhi standar SNI 03-2105-2006.

**Kata Kunci:** *Curing, Mesokarp, Papan Partikel, Pelepah Sawit, SNI 03-2105-2006.*

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>iError! Bookmark not defined.</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Metodologi Penelitian .....	3
<b>BAB II STUDI PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Terdahulu .....	4
2.2 Papan Partikel.....	6
2.3 Pelepah Kelapa Sawit .....	6
2.4 Limbah Mesokarp .....	7
2.5 Pelakuan <i>Curing</i> .....	8
2.6 <i>Polyvinyl Acetate</i> (PVAc) .....	8
2.7 Resin Epoxy .....	9
2.8 Karakteristik Material .....	10
2.8.1 Kerapatan.....	10
2.8.2 Pengembangan Tebal .....	11
2.8.3 Kadar Air .....	11
2.8.4 Kekuatan Lentur .....	12

2.8.5	MOE ( <i>Modulus of Elasticity</i> ) .....	12
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>		
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	14
3.2	Alat dan Bahan Penelitian .....	16
3.2.1	Alat yang Digunakan .....	16
3.2.2	Bahan yang Digunakan .....	19
3.3	Prosedur Penelitian.....	21
3.3.1	Pembuatan Serat dari Mesokarp Kelapa Sawit .....	21
3.3.2	Pembuatan Filler dari Pelepah Kelapa Sawit .....	22
3.3.3	Penimbangan Bahan Penyusun .....	22
3.3.4	Pembuatan Papan Partikel .....	22
3.4	Teknik Pengumpulan Data dan Analisa Data .....	23
3.4.1	Kerapatan .....	23
3.4.2	Kadar Air .....	23
3.4.3	Pengembangan Tebal .....	23
3.4.4	Serapan air .....	23
3.4.5	Kekuatan Lentur .....	24
3.4.6	MOE ( <i>Modulus of Elasticity</i> ) .....	24
3.5	Variabel Penelitian .....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Kebutuhan Bahan Sampel .....	26
4.1.1	Kebutuhan Bahan Sempel Fisis.....	26
4.1.2	Kebutuhan Bahan Sempel Mekanis.....	26
4.2	Pengujian Sifat Fisis .....	27
4.2.1	Pengujian Densitas .....	27
4.2.2	Pengujian Kadar Air .....	28
4.2.3	Pengujian Pengembangan Tebal.....	30
4.3	Pengujian Sifat Mekanis.....	34
4.3.1	Pengujian Kekuatan lentur .....	35
4.3.2	Pengujian <i>Modulus of Elasticity</i> .....	36
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan.....	38

5.2 Saran.....38

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2.1</b> Papan Partikel .....	7
<b>Gambar 2.2</b> Limbah Pelepah Kelapa Sawit .....	8
<b>Gambar 2.3</b> Limbah Mesokarp Kelapa Sawit .....	9
<b>Gambar 2.4</b> Lem Fox (PVAc) .....	10
<b>Gambar 2.5</b> Resin Epoxy .....	11
<b>Gambar 2.6</b> Kekuatan lentur .....	13
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....	15
<b>Gambar 3.2</b> Oven .....	16
<b>Gambar 3.3</b> Cetakan Papan Partikel .....	16
<b>Gambar 3.4</b> Mesin <i>Press</i> .....	17
<b>Gambar 3.5</b> <i>Zwick Z020</i> .....	17
<b>Gambar 3.6</b> Gerinda .....	17
<b>Gambar 3.7</b> Ayakan 60 Mesh .....	18
<b>Gambar 3.8</b> Neraca Digital .....	18
<b>Gambar 3.9</b> Jangka Sorong .....	18
<b>Gambar 3.10</b> Sarung Tangan .....	19
<b>Gambar 3.11</b> Gunting .....	19
<b>Gambar 3.12</b> Mesokarp Kelapa Sawit .....	19
<b>Gambar 3.13</b> Pelepah Kelapa Sawit .....	20
<b>Gambar 3.14</b> NaOH .....	20
<b>Gambar 3.15</b> Lem Fox (PVAc) .....	20
<b>Gambar 3.16</b> Resin Epoxy .....	21
<b>Gambar 3.17</b> Aquades .....	21
<b>Gambar 4.1</b> Hasil Pengujian Densitas .....	28
<b>Gambar 4.2</b> Hasil Pengujian Kadar Air .....	29
<b>Gambar 4.3</b> Presentase selisih Pengujian Kadar Air .....	30
<b>Gambar 4.4</b> Hasil Pengujian Pengembangan Tebal .....	31
<b>Gambar 4.5</b> Presentase selisih Pengujian Pengembangan Tebal .....	32
<b>Gambar 4.6</b> Pengujian Serapan air .....	33

<b>Gambar 4.7</b> Persentase selisih Massa Serapan Air.....	34
<b>Gambar 4.8</b> Hasil Pengujian Kekuatan lentur .....	36
<b>Gambar 4.9</b> Pengujian <i>Modulus of Elasticity</i> .....	37

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 2.1</b> Penelitian Terdahulu .....	5
<b>Tabel 2.2</b> Sifat Fisik dan Mekanik dari Papan Partikel .....	10
<b>Tabel 3.1</b> Variabel Penelitian .....	25
<b>Tabel 4.1</b> Kerapatan Bahan .....	26
<b>Tabel 4.2</b> Perhitungan Bahan Sampel Fisis .....	26
<b>Tabel 4.3</b> Perhitungan Bahan Sampel Mekanis .....	27
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Pengujian Densitas .....	27
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Pengujian Kadar Air .....	28
<b>Tabel 4.6</b> Presentase selisih Pengujian Kadar Air .....	30
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Pengujian Pengembangan Tebal .....	31
<b>Tabel 4.8</b> Presentase selisih Pengujian Pengembangan Tebal .....	32
<b>Tabel 4.9</b> Hasil Pengujian Serapan air .....	33
<b>Tabel 4.10</b> Persentase Selisih Massa Pengujian Serapan Air .....	34
<b>Tabel 4.11</b> Hasil Pengujian Kekuatan lentur .....	35
<b>Tabel 4.12</b> Hasil Pengujian <i>Modulus of Elasticity</i> .....	36

## DAFTAR ISTILAH

*ASTM* (*American Society for Testing and Materials*)

*Biodegradable* (Produk yang dapat terurai secara alami)

*Coolpress* (Pengempaan bertekanan tanpa menggunakan panas)

*Filler* (Bahan pengisi untuk papan partikel)

*Hotpress* (Pengembangan bertekanan menggunakan panas)

Impregnasi (proses penjuhan suatu zat secara merata)

MOE (*Modulus of Elasticity*)

Polimerisasi (Proses pembentukan molekul-molekul kecil menjadi molekul besar)

SNI (Standar Nasional Indonesia)

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Potensi dari perkebunan kelapa sawit di Indonesia terus mengalami peningkatan rata-rata sebesar 0,55 juta ton *crude palm oil* setiap tahunnya [1]. Pada tahun 2018 perkebunan kelapa sawit sudah mencapai luas 14,3 juta ha. Tanaman Kelapa sawit biasanya memiliki waktu produktif sampai dengan 25 tahun. Setelah itu, akan dilakukan peremajaan [2]. Pada umumnya kelapa sawit yang sudah mencapai waktu produktifnya ini hanya menjadi limbah yang tidak dimanfaatkan atau hanya dibakar dan dibiarkan melapuk di lapangan sehingga menambah pencemaran lingkungan. Padahal potensi dari limbah kelapa sawit ini cukup besar untuk di inovasikan kembali sebagai produk yang memiliki nilai jual tinggi.

Berdasarkan permasalahan itu pada penelitian ini akan menggunakan limbah dari kelapa sawit berupa mesokarp dan pelepah kelapa sawit untuk membuat produk berupa papan partikel *biodegradable*. Papan partikel *biodegradable* sendiri adalah bahan komposit yang terbuat dari bahan yang mengandung lignoselulosa dalam bentuk partikel berserat yang dicampurkan dengan matriks penguat yang direkatan dengan metode kompaksi [3].

Bahan baku utama yang digunakan untuk pembuatan papan partikel *biodegradable* ini limbah kelapa sawit berupa adalah mesokarp dan pelepahnya. Dimana serat dari mesokarp ini adalah penguat dan pelepah kelapa sawit sebagai *filler*. Selain itu terdapat juga resin *epoxy* dan *poly-vinyl acetate* (PVAc) yang digunakan sebagai bahan perekat. Bahan bahan ini akan dicampurkan dan dipadatkan melalui tahap kompaksi, kemudian campuran ini akan melalui tahap *curing* karena menurut [4] kualitas sifat fisis dan mekanis papan partikel sangat dipengaruhi oleh suhu dan waktu pengempaan.

Penelitian papan partikel yang menggunakan mesokarp dan pelepah kelapa sawit ini akan berfokus pada variasi suhu *curing*. Dimana *curing* berperan untuk mengubah resin agar memiliki daya ikat yang tinggi pada serat. Pada penelitian ini terdapat 3 variabel sampel suhu yaitu tanpa perlakuan, 75°C dan

*curing* pada suhu 150°C. Setiap sampel akan dilakukan teknik pengumpulan data yaitu pengujian densitas, kadar air, pengembangan tebal, serapan air kekuatan lentur, dan MOE (*Modulus of Elasticity*)

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian limbah padat kelapa sawit antara lain:

1. Bagaimana pengaruh variasi suhu *curing* terhadap sifat fisis dan mekanis pada papan partikel?
2. Bagaimana evaluasi produk papan partikel dari mesokarp dan pelepah kelapa sawit berdasarkan SNI 03-2105-2006?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian limbah padat kelapa sawit ini antara lain:

1. Mendapatkan data pengaruh variasi suhu *curing* terhadap sifat fisis dan mekanis pada papan partikel
2. Mengevaluasi produk papan partikel dari mesokarp dan pelepah kelapa sawit berdasarkan SNI 03-2105-2006.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian dari penelitian limbah padat kelapa sawit antara lain:

1. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, dapat memanfaatkan hasil penelitian untuk bahan riset baru terkait pengolahan limbah kelapa sawit menjadi produk papan partikel
2. Pemerintah Provinsi Banten, dapat mengembangkan inovasi material papan partikel dari limbah kelapa sawit yang ramah lingkungan di wilayah Provinsi Banten.
3. Masyarakat, dapat tertarik dalam produksi papan partikel dari limbah kelapa sawit sebagai produk yang dapat meningkatkan ekonomi.
4. Mahasiswa, dapat mengetahui secara teori dan teknik pembuatan papan

partikel serta sebagai referensi peneliti lain dalam melakukan penelitian dengan topik yang sama.

## **1.5 Metodologi Penelitian**

Adapun penelitian ini menggunakan metode karakteristik dimana menggunakan 3 variabel sampel, dengan variasi suhu *curing* yakni tanpa perlakuan, 75°C dan 150°C dengan lama waktu *curing* 60 menit. Setiap sampel terdapat 5 teknik pengumpulan data yaitu pengujian kerapatan, pengembangan tebal, pengembangan tebal, serapan air, Kekuatan lentur, *Modulus of Elasticity* (MOE)

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian mengenai perlakuan suhu pada limbah kelapa sawit ini sudah dilakukan sebelumnya, dan kemudian oleh peneliti dijadikan sebagai referensi. Pada judul penelitian “Variasi Suhu dan Waktu Pengempaan Terhadap Kualitas Papan Partikel dari Limbah Batang Kelapa Sawit dengan Perekat *Phenol Formaldehida* ” dengan objek penelitian variasi perlakuan suhu di 160°C, 170 °C dan 180 °C selama 5 menit, 7 menit, 9 menit dan 11 menit. Pada penelitian ini dilakukan pengujian untuk kerapatan, kadar air, daya serap air, pengembangan tebal, MOE, MOR, *internal bond* [5]. Dengan hasil penelitian yang paling baik yaitu:

1. Kualitas sifat fisis paling baik pada pengujian kerapatan, kadar air dan pengembangan tebal dari papan partikel terdapat pada variasi suhu 160°C
2. Kualitas sifat mekanis pengujian MOR paling baik terdapat pada sampel dengan variasi suhu 180 °C.
3. Kualitas sifat mekanis pengujian MOE belum ada yang memenuhi standar
4. Kualitas sifat mekanis pengujian *internal bond* paling baik terdapat pada sampel variasi suhu 160°C

Kemudian pada judul penelitian “Pengaruh Suhu dan Waktu Kempa Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Komposit dari Serat Tkks Berperekat Gambir Berlapis Anyaman Bambu” dimana objek dari penelitian ini adalah perlakuan suhu dengan variasi suhu 130°C, 145°C dan 160°C selama 15 menit, 20 menit, dan 35 menit. Pada penelitian ini dilakukan pengujian untuk kerapatan, kadar air, daya serap air, pengembangan tebal, MOE, MOR, *internal bond* [4]. Dengan hasil penelitian yang paling baik yaitu:

1. Sifat fisis dan mekanis relatif rendah pada variasi 130°C dibanding variasi lain.

2. Mengacu pada standar nilai kerapatan, kadar air, pengembangan tebal dan MOR sudah memenuhi, namun untuk nilai MOE tidak memenuhi standar

Dibawah ini adalah tabel untuk referensi atau jurnal acuan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Penelitian Terdahulu

No	Judul dan Tahun Penelitian	Objek Penelitian	Hasil Penelitian
1	Variasi Suhu dan Waktu Pengempaan Terhadap Kualitas Papan Partikel dari Limbang Batang Kelapa Sawit dengan Perekat <i>Phenol Formaldehida</i>	Perlakuan suhu di 160°C, 170 °C dan 180 °C selama 5 menit, 7 menit, 9 menit dan 11 menit. Pengujian untuk kerapatan, kadar air, daya serap air, pengembangan tebal, MOE, <i>internal bond</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kualitas sifat fisis paling baik pada pengujian kerapatan, kadar air dan pengembangan tebal dari papan partikel terdapat pada variasi suhu 160°C</li> <li>2. Kualitas sifat mekanis pengujian MOR paling baik terdapat pada sampel dengan variasi suhu 180 °C.</li> <li>3. Kualitas sifat mekanis pengujian MOE belum ada yang memenuhi standar</li> <li>4. Kualitas sifat mekanis pengujian <i>internal bond</i> paling baik terdapat pada sampel variasi suhu 160°C</li> </ol>
2.	Pengaruh Suhu dan Waktu Kempa Terhadap Sifat Fisik dan	Objek dari penelitian ini adalah perlakuan suhu dengan variasi suhu	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sifat fisis dan mekanis relatif rendah pada variasi 130°C dibanding variasi lain.</li> <li>2. Mengacu pada standar</li> </ol>

	Mekanik Papan Komposit dari Serat Tkks Berperekat Gambir Berlapis Anyaman Bambu	130°C, 145°C dan 160°C selama 15 menit, 20 menit, dan 35 menit. pengujian untuk kerapatan, kadar air, daya serap air, pengembangan tebal, MOE, MOR, <i>internal bond</i>	nilai kerapatan, kadar air, pengembangan tebal dan MOR sudah memenuhi, namun untuk nilai MOE tidak memenuhi standar
--	---	--	---

## 2.2 Papan Partikel

Papan partikel adalah salah satu jenis komposit yang terbuat dari potongan-potongan atau serbuk dari bahan anorganik maupun bahan organik yang dicampurkan dengan bahan selulosa kemudian diikat dengan bahan perekat lain sambil dilakukan pemberian tekanan menggunakan alat kempa baik dengan metode *coolpress* atau *hotpress* dalam waktu tertentu [ 6 ]. Pembuatan papan partikel dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan papan dan mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Papan partikel memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan kayu asli, yaitu tidak mudah pecah, atau retak. Selain itu, untuk ukuran dan kerapatan papan partikel dapat disesuaikan kebutuhan, bersifat isotropis, serta sifat dan kualitasnya dapat diatur [7].



**Gambar 2.1** Papan Partikel  
(Sumber: Yusriani, 2022)

Papan partikel ini memiliki kelemahan yang terletak pada stabilitas dimensinya yang rendah. Ketebalan papan partikel dapat berkembang sekitar 10% - 25% dari kondisi yang kering ke basah, yang lebih besar dibandingkan kayu utuh, serta pengembangan liniernya mencapai 0,35%. Pengembangan panjang dan ketebalan ini sangat mempengaruhi penggunaannya [8].

### 2.3 Limbah Pelepah Kelapa Sawit

Pelepah kelapa sawit adalah salah satu limbah padat dari perkebunan kelapa sawit yang berasal dari tanaman yang tersisa setelah pemangkasan dan pemanenan kelapa sawit. Tergantung pada umur tanaman dan jenis tanah, tanaman dewasa menghasilkan 40-50 pelepah atau lebih per batang, dengan panjang hingga 7,5-9 meter, dan produksi per batang 27 pelepah per tahun. Siklus pemangkasan kelapa sawit berlangsung selama empat belas hari, dan setiap pemangkasan menanam sekitar 148 pohon di lokasi. Ini menghasilkan 4.440 kg sampai 8.880 kg per ha setiap empat belas hari [9].



**Gambar 2.2** Pelepah Kelapa Sawit

(Sumber: Dody, 2018)

Banyak orang hanya memanfaatkan pelepah kelapa sawit di sekitar pohonnya sebagai pakan ternak, pupuk kompos, atau mereka membakarnya untuk menggunakan abunya sebagai pupuk kalium. Namun, karena pelepah kelapa sawit memiliki kandungan serat lignoselulosa yang tinggi, pelepah kelapa sawit masih dapat digunakan untuk produk yang lebih berguna yaitu bahan pembuatan material komposit. Kandungan selulosa terdapat pada pelepah kelapa sawit sendiri sebesar 34,89%, hemiselulosa 27,14% dan kandungan lignin sebesar 19,87% [10].

## 2.4 Limbah Mesokarp Kelapa Sawit

Serat kelapa sawit atau mesokarp adalah salah satu penghasil limbah terbesar yang dihasilkan bekas proses pengolahan minyak kelapa sawit. Serat kelapa sawit adalah salah satu bentuk limbah yang dihasilkan dari olahan industri minyak sawit dan memiliki panjang sekitar 3 sampai 4 cm. Mesokarp ini mengandung 41,36% senyawa selulosa, 21,71% lignin, dan 11,36% hemiselulosa. Lignin dan hemiselulosa ini adalah komponen dalam menyusun tanaman yang fungsi adalah membuat tanaman ini bisa berdiri dengan tegak [11].



**Gambar 2.3** Mesokarp Kelapa Sawit

(Sumber: [www.sss.id](http://www.sss.id))

## 2.5 Perlakuan *Curing*

*Curing* adalah proses perlakuan panas atau polimerisasi terhadap komposit yang bertujuan untuk meningkatkan daya ikat resin dengan serat setelah komposit mengeras. *Curing* sendiri dilakukan dengan *microwave*. Pada proses *curing* dimulai pada suhu kamar saat pembentukan komposit, namun pada tahap ini kekuatan komposit masih rendah. Proses *curing* yang sesungguhnya terjadi ketika pemanasan dilakukan di atas suhu kamar, setelah komposit menjadi padat. Peningkatan suhu *curing* di atas suhu kamar dapat mempercepat proses *curing* dan meningkatkan kekuatan ikatan antar bahan komposit. Proses ini menciptakan *cross-linking* pada komposit yang disertai dengan pemadatan matriks/resin, sehingga mengurangi rongga di dalam komposit dan menghasilkan komposit dengan kualitas yang lebih baik [12].

## 2.6 *Poly-Vinyl Acetat (PVAc)*

*Poly-vinyl acetat*, juga dikenal sebagai PVAc, adalah polimer termoplastik yang telah dikenal secara luas sebagai bahan yang digunakan dalam industri perekat. PVAc yang baik dengan modifikasi atau, sebaliknya, dalam bentuk campuran atau emulsi, sebagai polimer homogen atau kopolimer, mengindikasikan bahwa perekat ini sebagai pengikat berbagai jenis bahan secara khusus produk kayu dan bahan bakunya [13].

PVAc yang merupakan perekat sintesis polimer tinggi akan meleleh jika dipanaskan dan akan mengeras kembali jika kembali di dinginkan, dengan adanya polimer akan terjadi ikatan ikatan pada partikel di *filler*. Proses masuknya PVAc ke dalam rongga papan partikel sangat dipengaruhi oleh suhu, dimana dengan tingginya suhu membuat kekentalan polimer menjadi turun. Dengan turunnya kekentalan polimer membuat masuknya polimer kedalam papan partikel menjadi efisien, cepat dan mengakibatkan meningkatnya kerapatan pada papan partikel. Dengan kenaikan suhu juga membuat proses impregnasi pada polimer ke permukaan berongga menjadi lebih mudah dan membuat interaksi antara permukaan dengan adherennya menjadi meningkat. Hal ini membuat meningkatnya kekuatan mekanik dari papan partikel. Dengan demikian dengan tingginya suhu membuat kekuatan mekanis dari papan partikel juga akan meningkat[14].



**Gambar 2.4** Lem Fox (PVAc)

## 2.7 **Resin Epoxy**

Resin epoxy adalah salah satu produk sintetik termoset dari reaksi resin polyepoxy dengan zat pengeras. Resin epoxy biasanya terbentuk dari sistem satu atau dua komponen. Sistem satu komponen meliputi resin cair bebas pelarut, larutan, pasta resin cair, bubuk, *pellet* dan pasta. Sistem dua

komponen terdiri dari resin zat *curing* yang dicampur saat akan di implementasikan. Sistem ini juga memiliki kandungan pemlastik, *filler*, *pigmen*, pengencer reaktif dan zat resin lain. Pemakaian *hardener* reaktif atau katalis untuk mendorong proses *curing* menyebabkan keluarnya panas [15].

Resin epoxy banyak digunakan sebagai matrik komposit serat, perekat, dan *coating*. Resin epoxy mempunyai sifat mekanik yang sangat baik, daya rekat yang baik, dan penyusutan yang cukup rendah. Mempertahankan sifat mekanik pada suatu material dalam lingkungan yang basah adalah hal yang sangat cukup penting karena menentukan kualitas material itu sendiri. Pada lingkungan yang basah, pada material komposit molekul air akan masuk dengan cepat pada permukaan atau rongga antara penguat (serat dengan *filler*) dan matrik pada komposit, hal ini disebabkan oleh proses kapilaritas. Penyerapan air terhadap resin epoxy juga sudah banyak digunakan sebagai perekat, karena penyerapan air pada resin epoxy dapat menyebabkan pengaruh buruk bagi kekuatan resin epoxy yang dikenal cukup baik sebagai bahan perekat [15].



**Gambar 3.5** Resin Epoxy

## 2.8 Karakteristik Material

Pada pengujian papan partikel komposit karakteristik yang harus dimiliki papan partikel didasarkan SNI 03-2105-2006 sebagai standar acuan dalam menentukan kualitas papan partikel dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini.

**Tabel 2.2** Sifat Fisik dan Mekanik pada Papan Partikel

No.	Sifat fisik dan mekanik	SNI 03-2105-2006
1.	Kerapatan ( $\text{gr/cm}^3$ )	0.40-0.90

2.	Pengembangan Tebal (%)	Maks 12
3.	Kadar Air (%)	Maks 14
4.	Kekuatan lentur (kgf/cm <sup>2</sup> )	Min 82
5.	<i>Modulus of Elasticity</i> (kgf/cm <sup>2</sup> )	Min 20.400

Pengujian karakteristik pada penelitian ini antara lain pengujian kerapatan pengujian kadar air, pengujian pengembangan tebal setelah di rendam, Kekuatan lentur, dan MOE (*Modulus of Elasticity*). Berikut pengertian lebih lanjut mengenai pengujian karakteristik:

### 2.8.1 Kerapatan

Berdasarkan SNI 03-2105-2006 kerapatan papan partikel harus memiliki standar antara 0,40 g/cm<sup>3</sup> – 0,90 g/cm<sup>3</sup>. Pengujian kerapatan dilakukan pada kondisi kering. Spesimen berukuran 30 x 30 x 10 mm ditimbang massanya, kemudian diukur rata-rata panjang, lebar, dan tebalnya buat menentukan volume contoh uji. Nilai kerapatan pada papan partikel dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots (2.1)$$

$\rho$  = Kerapatan (g/cm<sup>3</sup>)

$m$  = Massa (g)

$V$  = Volume (cm<sup>3</sup>)

### 2.8.2 Pengembangan Tebal

Berdasarkan SNI 03-2105-2006 untuk papan partikel lainnya maksimum pengembangan tebal 12%. Contoh uji berukuran 30 x 30 x 10 mm. Pengembangan tebal dihitung berdasarkan tebal sebelum perendaman (T1) dan tebal sesudah perendaman (T2) pada air selama 24 jam. Pengukuran tebal dilakukan sesudah perendaman selama 24 jam. Pengembangan tebal dihitung menggunakan rumus:

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

Keterangan:

$T_1$  = Tebal sebelum perendaman (mm)

$T_2$  = Tebal sesudah perendaman (mm)

### 2.8.3 Kadar Air

Berdasarkan SNI 03-2105-2006 kadar air papan partikel tidak boleh lebih dari 14%. Contoh uji berukuran 30 x 30 x 10 mm. Kadar air papan partikel dihitung sesuai massa awal ( $m_a$ ) dan massa kering ( $m_k$ ). Massa kering diperoleh sesudah spesimen uji di oven selama 2 jam setiap penimbangan hingga 24 jam. Nilai kadar air dapat dihitung menggunakan persamaan::

$$\text{Kadar air(\%)} = \frac{m_a - m_k}{m_k} \times 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

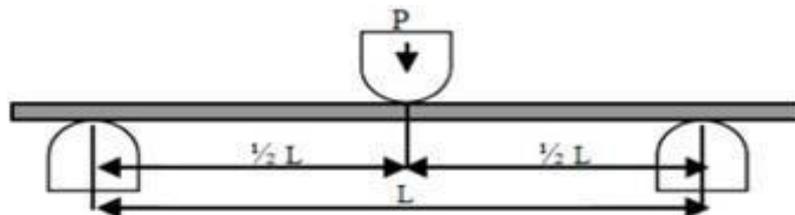
Dimana:

$m_a$  = Massa awal (g)

$m_k$  = Massa kering (g)

### 2.8.4 Kekuatan lentur

Pengujian kekuatan lentur dilakukan dengan menggunakan alat *Zwick Z020*, yang berdasarkan SNI memiliki standar minimum kelenturan 82 kgf/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan ASTM D790 uji berukuran 80 x 15 x 6 mm. Dibawah ini adalah gambar skema pengujian kekuatan lentur yang dapat dilihat pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.6** Kekuatan lentur

(Sumber: (Rumondang, 2015))

Nilai Kekuatan lentur dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kekuatan Lentur} = \frac{3PL}{2bh^2} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

P = Beban sampai patah (N)

L = Jarak sangga (mm)

b = Lebar spesimen uji (mm)

h = Tebal spesimen uji (mm)

### 2.8.5 MOE (*Modulus of Elasticity*)

Pengujian MOE dilakukan bersamaan dengan pengujian kekuatan lentur dengan memakai spesimen uji yang sama dengan nilai minimum elastisitas  $2,04 \times 10^4$  kgf/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan ASTM D790 contoh uji berukuran 80 x 15 x 6 mm. Nilai MOE dapat dihitung menggunakan rumus:

$$MOE = \frac{L^3 m}{4bh^3} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

MOE = Modulus lentur (MPa)

L = Jarak sangga (mm)

b = Lebar contoh uji (mm) h = Tebal contoh uji (mm)

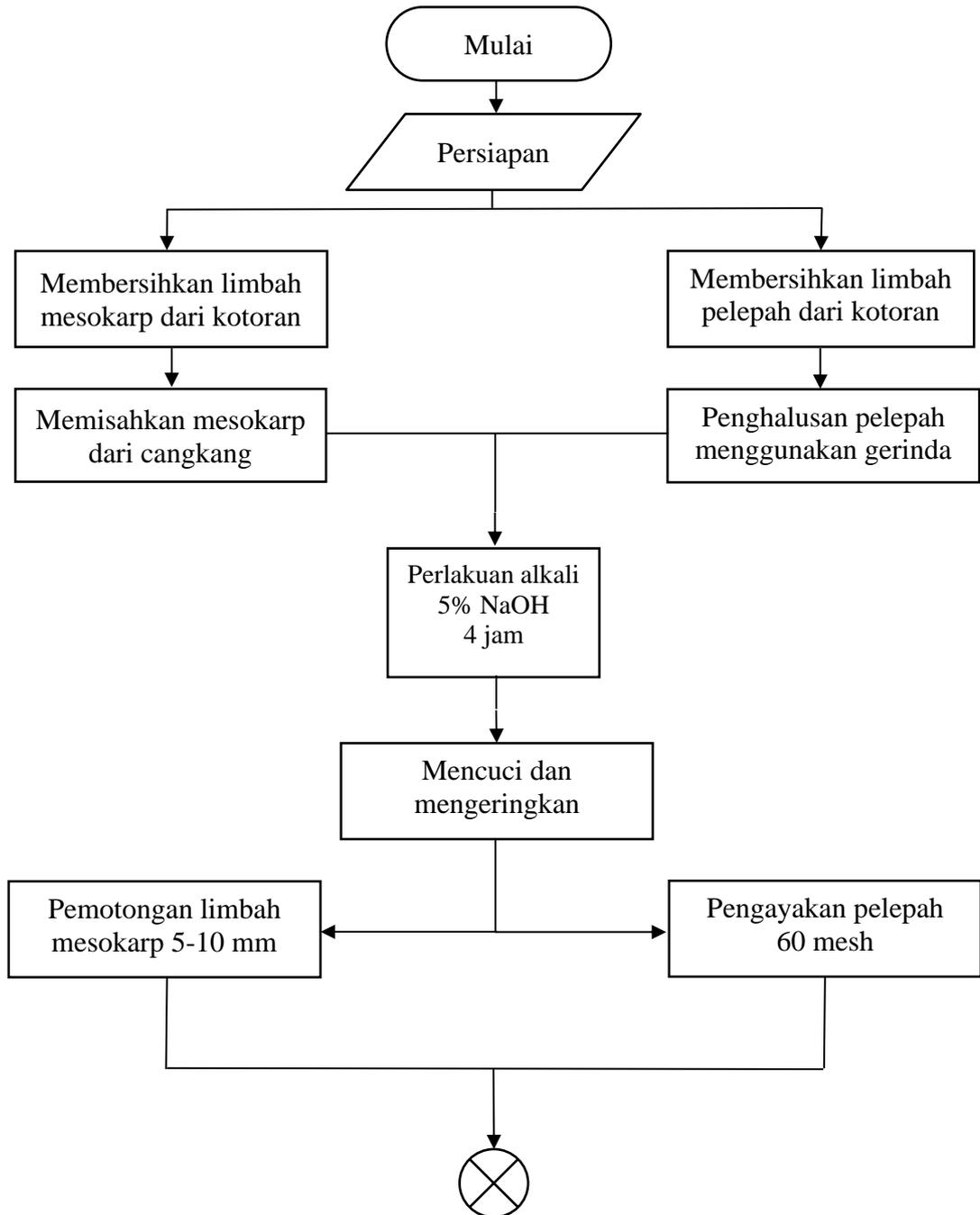
m = Slope tangent pada kurva beban defleksi (N/mm)

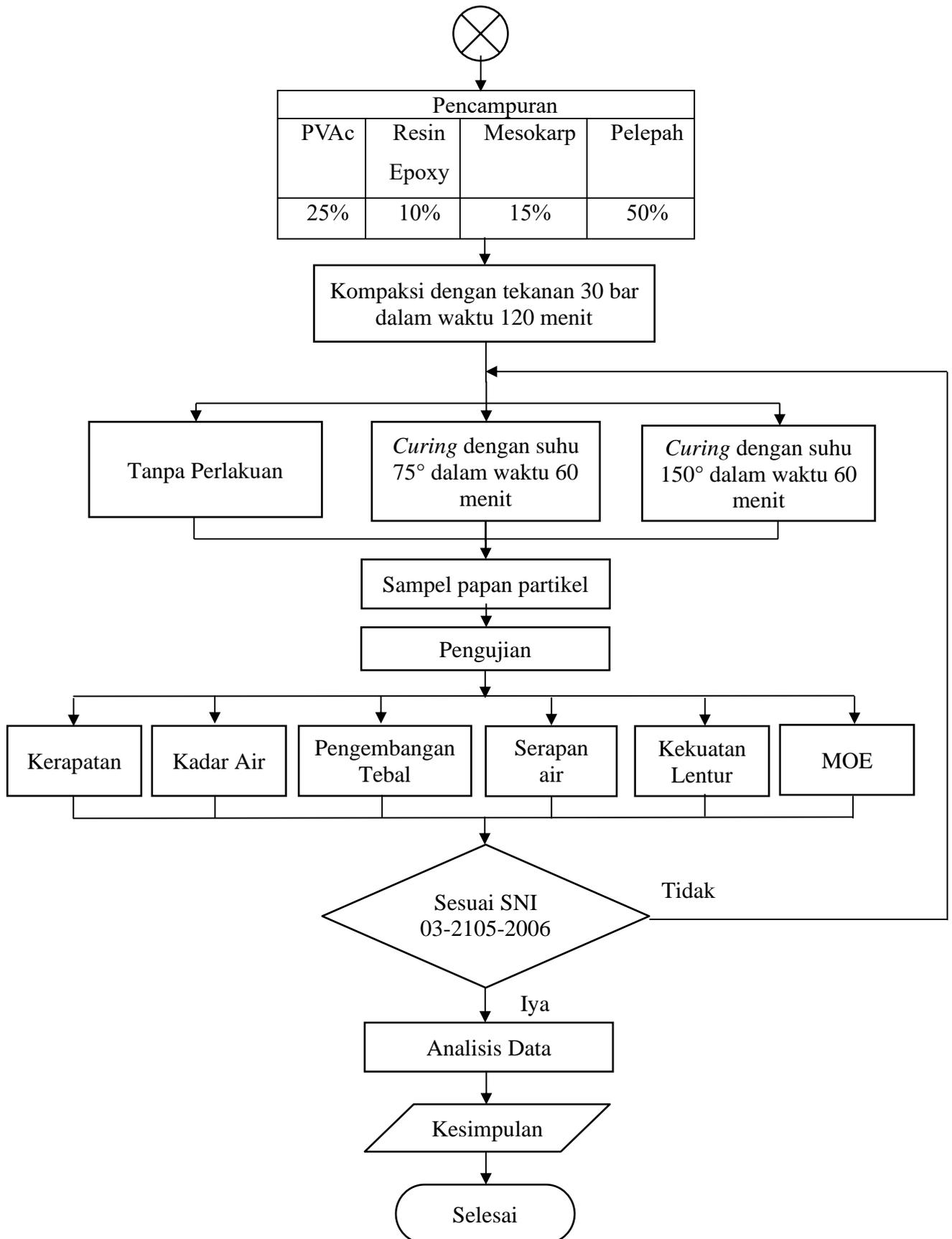
# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan seperti pada diagram alir dibawah:





**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat merupakan sesuatu yang digunakan untuk membuat sesuatu sedangkan bahan merupakan suatu yang diperlukan. Berikut alat dan bahan yang digunakan pada penelitian

#### 3.2.1 Alat yang Digunakan

Berikut alat yang digunakan dalam melakukan penelitian rekayasa papan partikel:

##### 1. Oven

Berfungsi sebagai alat proses *curing* dan pengujian kadar air spesimen uji



**Gambar 3.2** Oven

##### 2. Cetakan Papan Partikel

Berfungsi sebagai alat cetak papan partikel yang akan dilakukan proses *coolpress*, balok besi dibubut terlebih dahulu sesuai dengan ukuran spesimennya.



**Gambar 3.3** Cetakan Papan Partikel

### 1. Mesin *Press*

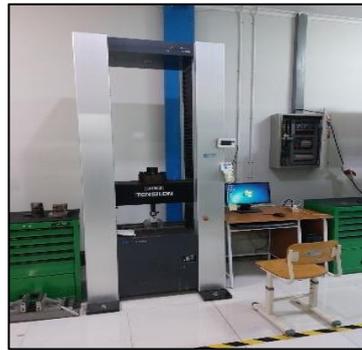
Berfungsi untuk menekan spesimen yang ada di cetakan



**Gambar 3.4** Mesin *Press*

### 2. *Zwick Z020*

Berfungsi sebagai alat untuk mengukur pengujian kekuatan dan *modulus of elasticity*



**Gambar 3.5** *Zwick Z020*

### 3. Gerinda

Berfungsi sebagai alat penghalus pelepah kelapa sawit.



**Gambar 3.6** Gerinda

4. Ayakan 60 mesh

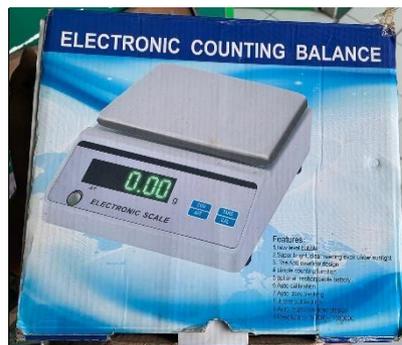
Berfungsi sebagai menyaring filler pelepah dengan ukuran 60 mesh.



**Gambar 3.7** Ayakan 60 Mesh

5. Neraca Digital

Berfungsi sebagai alat untuk mengukur berat spesimen uji.



**Gambar 3.8** Neraca Digital

6. Jangka Sorong

Berfungsi sebagai alat untuk mengukur spesimen uji.



**Gambar 3.9** Jangka Sorong

### 7. Sarung Tangan

Berfungsi sebagai melindungi tangan dan mencegah cedera saat penelitian



**Gambar 3.10** Sarung Tangan

### 8. Gunting

Berfungsi sebagai alat pemotong mesokarp kelapa sawit.



**Gambar 3.11** Gunting

### 3.2.2 Bahan yang Digunakan

Berikut alat yang digunakan dalam melakukan penelitian rekayasa papan partikel:

#### 1. Mesokrap

Berfungsi sebagai serat penguat papan partikel



**Gambar 3.12** Mesokarp Kelapa Sawit

## 2. Pelepah

Berfungsi sebagai *filler* papan partikel



**Gambar 3.13** Pelepah Kelapa Sawit

## 3. NaOH

Berfungsi sebagai menghilangkan zat lignin



**Gambar 3.14** NaOH

## 4. Lem Fox (PVAc)

Berfungsi sebagai matriks papan partikel



**Gambar 3.15** Lem Fox (PVAc)

## 5. Resin Epoxy

Berfungsi sebagai matriks papan partikel



**Gambar 3.16** Resin Epoxy

## 6. Aquades

Berfungsi sebagai membersihkan *glass ware*



**Gambar 3.17** Aquades

### 3.3 Prosedur Penelitian

Pada prosedur penelitian ini terdapat beberapa prosedur. Berikut pengertian lebih lanjut antara lain:

#### 3.3.1 Pembuatan Serat dari Mesokarp Kelapa Sawit

1. Mempersiapkan limbah mesokarp kelapa sawit.
2. Membersihkan limbah mesokarp kelapa sawit dari kotoran.
3. Mengkeringkan limbah mesokarp kelapa sawit di bawah sinar matahari.
4. Melakukan alkali 5% NaOH selama 4 jam [16].
5. Mencuci serat menggunakan air bersih agar alkali NaOH menghilang.
6. Memotong limbah mesokarp kelapa sawit menjadi serat kecil-kecil.

### **3.3.2 Pembuatan Filler dari Pelelah Kelapa Sawit**

1. Mempersiapkan pelepas kelapa sawit.
2. Membersihkan pelepas dari kotoran.
3. Menjemur pelepas di bawah sinar matahari.
4. Menghaluskan pelepas menggunakan gerinda.
5. Melakukan alkali 5% NaOH selama 4 jam [16].
6. Mencuci filler menggunakan air bersih agar alkali NaOH menghilang .
7. Melakukan pengayakan partikel pelepas menggunakan ayakan 60 mesh.

### **3.3.3 Penimbangan Bahan Penyusun**

1. Melakukan proses penimbangan serat mesokarp sebesar 15% menggunakan timbangan digital.
2. Melakukan proses penimbangan filler pelepas sebesar 50% menggunakan timbangan digital.
3. Melakukan proses penimbangan lem fox PVAc sebesar 25% menggunakan timbangan digital.
4. Melakukan proses penimbangan resin epoxy sebesar 10% menggunakan timbangan digital.

### **3.3.4 Pembuatan Papan Partikel**

1. Mempersiapkan bahan campuran papan partikel yaitu mesokarp kelapa sawit, pelepas kelapa sawit, PVAc dan resin epoxy.
2. Melakukan penimbangan bahan menggunakan neraca digital.
3. Melakukan pencampuran sesuai persen yang sudah di tentukan.
4. Menuangkan adonan ke dalam cetakan yang tersedia.
5. Melakukan kompakasi dengan menggunakan teknik *coolpress* pada tekanan kempunya adalah 30 bar dalam waktu 120 menit.
6. Setelah itu spesimen dikeluarkan dari cetakan dan diberikan perlakuan *curing* pada suhu 150°C, 75°C selama 60 menit. dan tanpa perlakuan

## **3.4 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data**

Pada metode karakteristik ini terdapat beberapa pengujian. Berikut pengertian pengujian lebih lanjut antara lain:

#### **3.4.1 Kerapatan**

1. Mempersiapkan sampel *curing* suhu tanpa perlakuan, 75°, 150°C berukuran (3 x 3 x 1) cm<sup>3</sup>.
2. Melakukan pengukuran panjang dan lebar pada kedua sisi papan partikel, 3 cm dari tepi dengan ketelitian 0,1 mm.
3. Melakukan pengukuran ketebalan pada keempat sisi sudutnya.
4. Melakukan penimbangan untuk menentukan massanya dengan ketelitian 0,1 g.
5. Melakukan pengukuran rata-rata panjang, lebar, dan tebalnya untuk menentukan volume.

#### **3.4.2 Kadar Air**

1. Mempersiapkan sampel *curing* suhu tanpa perlakuan, 75°, 150°C berukuran (3 x 3 x 1) cm<sup>3</sup> ditimbang untuk menentukan berat awal dengan ketelitian 0,01 g.
2. Memasukan sampel kedalam oven pada suhu 103°C.
3. Menghitung selang waktu 2 jam untuk setiap penimbangan hingga 24 jam.

#### **3.4.3 Pengembangan Tebal**

1. Mempersiapkan sampel *curing* suhu tanpa perlakuan, 75°, 150°C berukuran (3 x 3 x 1) cm<sup>3</sup>.
2. Melakukan pengukuran tebal pada bagian tengahnya menggunakan mikrometer sekrup dengan ketelitian 0,05 mm.
3. Melakukan perendaman di bawah permukaan air secara mendatar dengan suhu kamar dan di rendam selama 24 jam.
4. Mengangkat sampel setelah 24 jam.

#### **3.4.4 Serapan air**

1. Mempersiapkan sampel *curing* suhu tanpa perlakuan, 75°, 150°C berukuran (3 x 3 x 1) cm<sup>3</sup>.
2. Melakukan penimbangan massa sampel menggunakan neraca digital dengan ketelitian 0,01 g.

3. Melakukan perendaman di bawah permukaan air secara mendatar dengan suhu kamar dan di rendam selama 24 jam.
4. Mengangkat sampel setelah 24 jam.

#### **3.4.5 Kekuatan lentur**

1. Mempersiapkan sampel *curing* suhu tanpa perlakuan, 75°C, 150°C berukuran (8 x 1,5 x 0,6) cm<sup>3</sup>.
2. Melakukan pengukuran panjang, lebar, dan tebalnya.
3. Meletakkan sampel pada penyangga *Zwick Z020* dengan menggunakan lebar bentang.
4. Meletakkan beban pada bagian pusat dengan kecepatan 2 mm/menit, tanpa di catat defleksinya.

#### **3.4.6 MOE (*Modulus of Elasticity*)**

1. Mempersiapkan sampel *curing* suhu tanpa perlakuan, 75°C, 150°C berukuran (8 x 1,5 x 0,6) cm<sup>3</sup>.
2. Melakukan pengukuran panjang, lebar, dan tebalnya.
3. Meletakkan sampel pada penyangga UTM dengan menggunakan lebar bentang.
4. Meletakkan beban pada bagian pusat dengan kecepatan 2 mm/menit, kemudian di catat defleksinya.

### **3.5 Variabel Penelitian**

Pada penelitian ini mempunyai beberapa jenis variabel, antara lain dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### **a. Variabel Bebas**

Variabel bebas yaitu suhu *curing* dengan variasi tanpa perlakuan, 75°C, 150°C

#### **b. Variabel Terikat**

Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu pengujian kerapatan, kadar air, pengembangan ketebalan, serapan air, kekuatan lentur, dan *modulus of modulus*

#### **c. Variabel Kontrol**

Variabel kontrol dalam penelitian yaitu meliputi serat mesokarp, filler

pelelah, PVAc, Resin Epoxy, ukuran mesh 80, dan metode pembuatan papan partikel.

**Tabel 3.1** Variabel Penelitian

Perlakuan Curing		
Sampel	Temperatur	Waktu
A	Tanpa <i>Curing</i>	-
B	75°C	60 menit
C	150°C	60 menit

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Kebutuhan Bahan Sampel

Pada penelitian ini diawali dengan proses pembuatan sampel yang berbahan dasar mesokarp kelapa sawit sebagai serat, pelepah kelapa sawit sebagai *filler* atau pengisi, *poly-vinyl acetate*, dan resin epoksi. Berikut Tabel 4.1 nilai kerapatan bahan:

**Tabel 4.1** Kerapatan Bahan

Bahan	Persentase (%)	Densitas (g/cm <sup>2</sup> )
Mesokarp Kelapa Sawit	15	0,16
Pelepah Kelapa Sawit	50	0,28
Resin <i>Epoxy</i>	10	1,10
PVAc	25	1,07
Total	100	2,61

#### 4.1.1 Kebutuhan Bahan Sampel Fisis

Pada proses pembuatan sampel fisis ukuran yang dibuat sebesar 10x5x3cm dengan volume total 150 mm<sup>3</sup>. Berikut Tabel 4.2 adalah estimasi bahan yang akan dibutuhkan untuk pembuatan:

**Tabel 4.2** Perhitungan Bahan Sampel Fisis

Bahan	Perhitungan	Hasil (g)
Mesokarp Kelapa Sawit	15%x150x0,16	3,6
Pelepah Kelapa Sawit	50%x150x0,28	21
Resin <i>Epoxy</i>	10% x150x1,1	16,5
PVAc	25% x150x1,07	40,12
Total	100%	81,45

#### 4.1.2 Kebutuhan Bahan Sampel Mekanis

Pada proses pembuatan sampel mekanis ukuran yang dibuat sebesar 10x5x1,5cm dengan total volume 75 mm<sup>3</sup>. Berikut Tabel 4.3 adalah

estimasi bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan papan partikel:

**Tabel 4.3** Perhitungan Bahan Sampel Mekanis

Bahan	Perhitungan	Hasil (g)
Mesokarp Kelapa Sawit	15% $\times$ 75 $\times$ 0,16	1,8
Pelepah Kelapa Sawit	50% $\times$ 75 $\times$ 0,28	10,5
Resin <i>Epoxy</i>	10% $\times$ 75 $\times$ 1,1	8,25
PVAc	25% $\times$ 75 $\times$ 1,07	20,06
Total	100%	40,61

## 4.2 Pengujian Sifat Fisis

Pada papan partikel komposit ini terdapat beberapa pengujian yang perlu dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat papan tersebut. Pengujian sifat fisis pada studi ini antara lain adalah densitas, kadar air, pengembangan tebal dan serapan air

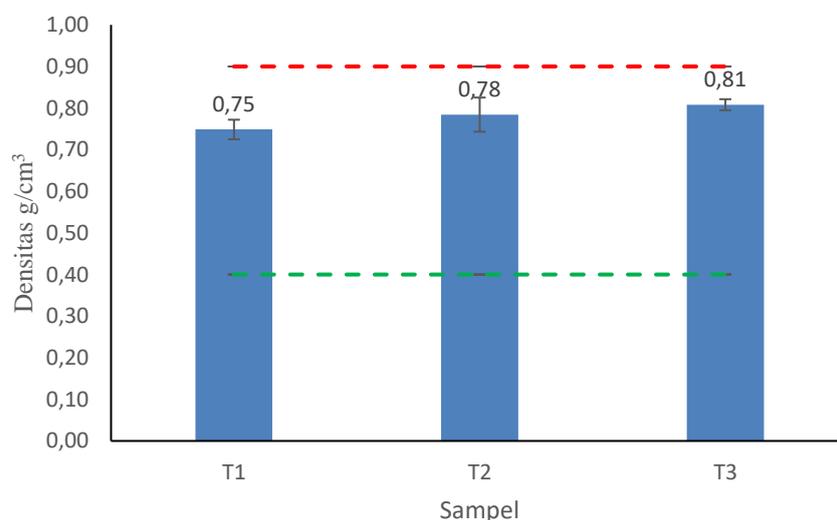
### 4.2.1 Pengujian Densitas

Pengujian densitas pada sampel komposit diperoleh dengan membandingkan massa dan volume, yang diukur secara langsung menggunakan neraca digital dan jangka sorong menggunakan rumus persamaan 2.1. Pada Tabel 4.4 menunjukkan hasil densitas pada semua sampel

**Tabel 4.4** Hasil Pengujian Densitas

		Densitas			
No	Massa	Volume	Hasil	Rata-Rata	
	T11	12.12	16.79	0.72	
T1	T12	11.82	15.57	0.76	0.75
	T13	11.61	15.17	0.77	
	T21	11.49	14.88	0.77	
T2	T22	10.04	13.37	0.75	0.78
	T23	11.97	14.41	0.83	
	T31	11.25	14.18	0.79	
T3	T32	11.19	13.67	0.82	0.81
	T33	11.35	13.95	0.81	

Seperti yang tercantum pada standar SNI 2105-03-2006 bahwa nilai densitas yang memenuhi standar yaitu berkisar  $0,4 \text{ gr/cm}^3$  -  $0,9 \text{ gr/cm}^3$ . Pada tabel 4.4 nilai densitas paling tinggi yaitu sebesar  $0,81 \text{ gr/cm}^3$  pada sampel T3 dengan variasi *curing*  $150^\circ\text{C}$ . Sedangkan nilai paling rendah yaitu sebesar  $0,75 \text{ gr/cm}^3$  dengan variasi *curing* tanpa perlakuan. Dengan demikian, mengacu pada standar SNI 2105-03-2006 semua sampel T1-T3 memenuhi. Hasil ini juga didukung oleh [5] yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu yang diberikan maka cenderung semakin meningkat kerapatan papan partikel yang dihasilkan. Grafik pada pengujian densitas dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut:



**Gambar 4.1** Hasil Pengujian Densitas

#### 4.2.2 Pengujian Kadar Air

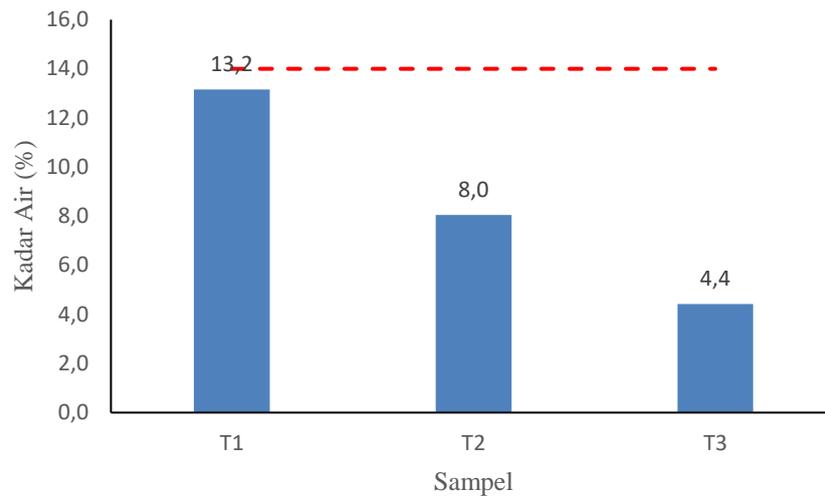
Penentuan nilai dari kadar air pada sampel papan partikel dilakukan dengan menentukan massa awal dan massa kering. Sampel dilakukan pengujian dengan oven terlebih dahulu pada suhu  $103^\circ\text{C}$  dengan selang waktu 2 jam selama 24 jam kemudian sampel ditimbang menggunakan neraca digital pada setiap selang waktu tadi, massa yang ditimbang merupakan massa kering yang kemudian dihitung menggunakan rumus pada persamaan 2.3. Pada Tabel 4.5 menunjukkan hasil kadar air sampel,

dimana Berdasarkan SNI 2105-03-2006 bahwa standar nilai dari kadar air maksimal 14%. Pada Tabel 4.5 nilai rata-rata kadar air yang paling rendah terdapat pada sampel T3 dengan variasi suhu 150 °C sebesar 4,4%. Sedangkan untuk nilai rata rata kadar air yang paling tinggi ada pada sampel T1 dengan variasi suhu tanpa perlakuan *curing* dengan nilai sebesar 13,2%. Mengacu pada standar SNI 2105-03-2006 bahwa semua sampel T1-T3 memenuhi syarat.

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Kadar Air

		Kadar Air			
Sampel		ma(gr)	mk (gr)	Hasil (%)	Rata-Rata (%)
	T11	12.12	10.11	19.9	
T1	T12	11.82	10.75	10.0	13.2
	T13	11.61	10.59	9.6	
	T21	11.49	10.57	8.7	
T2	T22	10.04	9.34	7.5	8.0
	T23	11.97	11.09	7.9	
	T31	11.25	10.77	4.5	
T3	T32	11.19	10.7	4.6	4.4
	T33	11.35	10.89	4.2	

Adapun grafik hasil pengujian kadar air papan parikel ini ditunjukkan pada Gambar 4.2 sebagai berikut. Dapat dilihat bahwa persentase kadar air cenderung tinggi pada sampel T1 dengan variasi suhu tanpa perlakuan dan rendah pada sampel T3 dengan variasi suhu 150 °C. Ini dikarenakan nilai sampel T3 memiliki kerapatan yang sangat tinggi sehingga molekul air akan sulit mengisi rongga dalam dari papan partikel. Pernyataan ini diperkuat oleh hasil penelitian [5] yang menyatakan bahwa densitas berpengaruh nyata pada nilai kadar air dari papan partikel, papan partikel dengan kerapatan tinggi memiliki ikatan antara molekul partikel dengan molekul perekat terbentuk dengan sangat kuat sehingga molekul air akan sulit mengisi rongga-rongga dalam papan komposit karena telah terisi dengan molekul perekat.

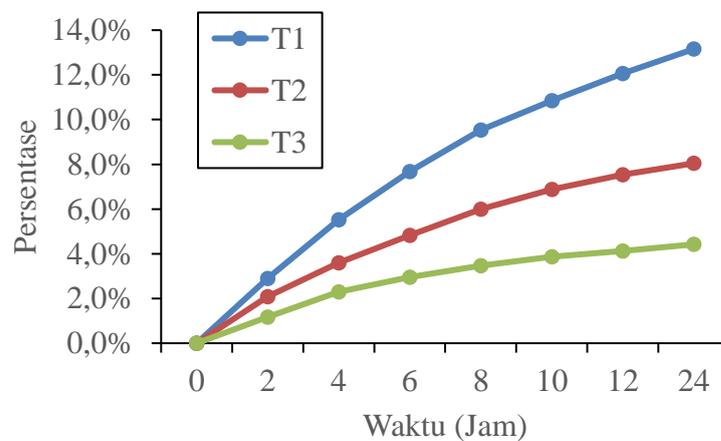


**Gambar 4.2** Hasil Pengujian Kadar Air

Pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.3 dibawah ini menunjukkan nilai dan grafik pada nilai presentase kadar air dengan selang 2 jam untuk setiap penimbangan hingga 24 jam.

**Tabel 4.6** Presentase selisih Pengujian Kadar Air

No	Nilai Koefisian Kadar Air							
	0	2	4	6	8	10	12	24
T1	0.0%	2.9%	5.5%	7.7%	9.5%	10.9%	12.1%	13.2%
T2	0.0%	2.1%	3.6%	4.8%	6.0%	6.9%	7.5%	8.0%
T3	0.0%	1.2%	2.3%	3.0%	3.5%	3.9%	4.1%	4.4%



**Gambar 4.3** Presentase selisih Pengujian Kadar Air

### 4.2.3 Pengujian Pengembangan Tebal

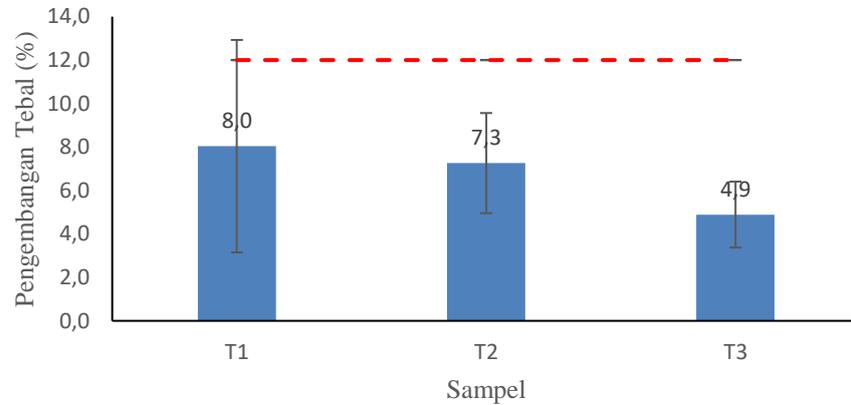
Pada pengujian pengembangan tebal, sampel papan partikel dihasilkan dengan menentukan tebal awal dan tebal setelah dilakukan perendaman. Perendaman pada sampel ini dilakukan dengan selang waktu 2 jam sambil dihitung ketebalannya menggunakan mikrometer sekrup selama 24 jam. Persentase dari pengembangan tebal bisa dihitung menggunakan persamaan 2.2. Adapun Tabel 4.7 dibawah ini menunjukkan hasil pengembangan tebal pada sampel.

**Tabel 4.7** Hasil Pengujian Pengembangan Tebal

Pengembangan Tebal				
No	T2 (mm)	T1 (mm)	Hasil	Rata-Rata
T1	T11	14.05	12.68	10.8
	T12	13.68	13.36	2.4
	T13	15.14	13.65	10.9
T2	T21	14.11	13.24	6.6
	T22	14.08	12.82	9.8
	T23	14.11	13.39	5.4
T3	T31	13.75	12.91	6.5
	T32	13.62	13.16	3.5
	T33	13.91	13.29	4.7

Mengacu pada SNI 2105-03-2006 bahwa nilai pengembangan tebal pada papan partikel memiliki nilai standar maksimum 12%. Dapat dilihat dari Tabel 4.7 nilai terbaik ada pada sampel T3 dengan variasi 150°C yaitu memiliki nilai rata-rata sebesar 4,9%. Sedangkan untuk nilai yang kurang baik ada pada sampel T1 dengan variasi tanpa *curing* yang memiliki nilai rata-rata 8,0%. Dengan mengacu pada standar SNI 2105-03-2006 nilai semua sampel T1-T3 sudah memenuhi syarat. Pada Gambar 4.4 menunjukkan grafik pada pengujian Pengembangan Tebal. Dapat dilihat bahwa nilai pengembangan tebal yang terbaik terdapat pada sampel T3 dengan variasi 150°C yang memiliki nilai rata-rata 4,9%. Hasil penelitian ini di perkuat oleh [5] bahwa semakin tinggi suhu maka pengembangan tebal papan partikel akan semakin menurun. Pengembangan tebal ini juga dapat dikaitkan dengan kerapatan, dimana jika kerapatan papan partikel itu rendah maka air akan mudah

memasuki rongga-rongga papan yang membuat papan akan mengembang.

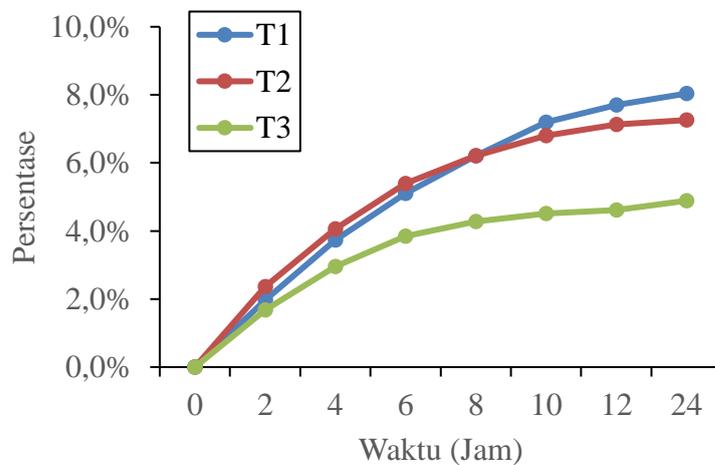


**Gambar 4.4** Hasil Pengujian Pengembangan Tebal

Dibawah ini adalah tabel dan grafik pada pengujian pengembangan tebal dengan selang waktu 2 jam untuk setiap pengukuran hingga 24 jam dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan Tabel 4.8 dan sebagai berikut.

**Tabel 4.8** Presentase selisih Pengujian Pengembangan Tebal

No	Selisih Jam							
	0	2	4	6	8	10	12	24
T1	0.0%	2.0%	3.7%	5.1%	6.2%	7.2%	7.7%	8.0%
T2	0.0%	2.4%	4.1%	5.4%	6.2%	6.8%	7.1%	7.3%
T3	0.0%	1.7%	3.0%	3.8%	4.3%	4.5%	4.6%	4.9%



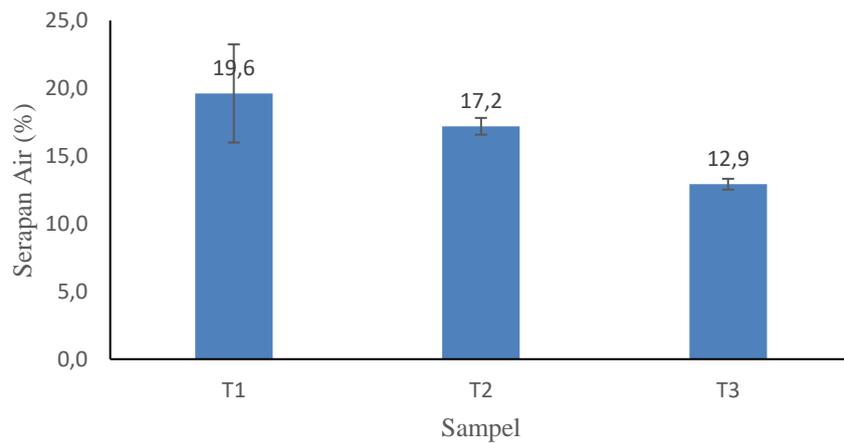
**Gambar 4.5** Presentase selisih Pengujian Pengembangan Tebal

Pada pengujian pengembangan tebal dilakukan secara bersamaan dilakukan pengujian serapan air. Pengujian serapan air dilakukan dengan menimbang sempel setelah dilakukannya perendaman. Persentase serapan air dapat dihitung menggunakan rumus pada persamaan 2.4. Adapun hasil dari pengujian serapan air dapat dilihat pada Tabel 4.9. Dapat dilihat bahwa persentase serapan air mengalami kenaikan seiring dengan naiknya suhu *curing*. Persentase serapan air terendah ada pada sampel T3 variasi 150°C dengan nilai rata-rata 12,9%. Sedangkan persentase tertinggi ada pada sampel T1 variasi tanpa *curing* dengan nilai rata-rata serapan air sebesar 19.6%. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai persentase serapan air berbanding terbalik dengan kenaikan suhu *curing*.

**Tabel 4.9** Hasil Pengujian Serapan Air

		Serapan Air			
No		DS2 (g)	DS1 (g)	Hasil	Rata-Rata (%)
T1	T11	12.11	10.11	19.8	19.6
	T12	12.97	10.75	20.7	
	T13	12.54	10.59	18.4	
T2	T21	12.29	10.57	16.3	17.2
	T22	10.91	9.34	16.8	
	T23	13.14	11.09	18.5	
T3	T31	12.14	10.77	12.7	12.9
	T32	12.04	10.7	12.5	
	T33	12.36	10.89	13.5	

Adapun grafik hasil pengujian serapan air papan partikel dapat dilihat pada Gambar 4.6. Dimana semakin tinggi *curing* maka serapan air akan semakin menurun. Hasil ini juga diperkuat penelitian yang dilakukan oleh [5], bahwa intensitas suhu yang semakin meningkat akan membuat serapan air pada papan partikel semakin menurun. Serapan air ini juga dipengaruhi oleh sifat dari kelapa sawit yang sifatnya mudah menyerap air dan memiliki kandungan pati yang cukup tinggi, dimana kandungan pati yang tinggi ini menyebabkan terhambatnya perekatan dan mempercepat masuknya air.

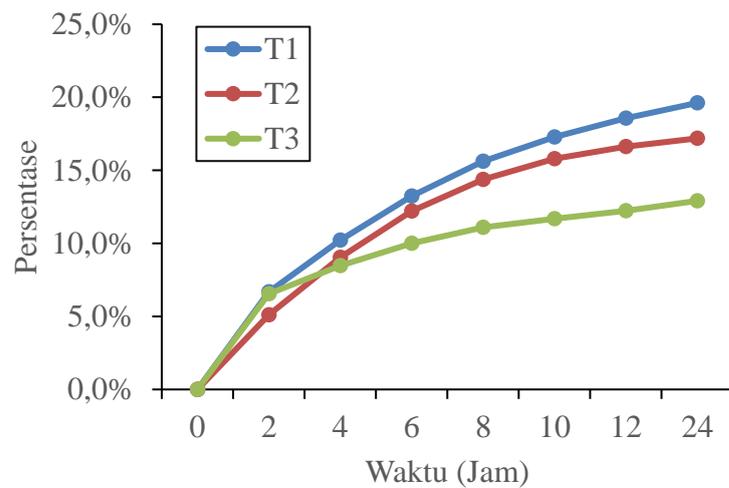


**Gambar 4.6** Pengujian Serapan Air

Pada Tabel 4.10 dan Gambar 4.7 menunjukkan mengenai persentase selisih massa setelah dilakukannya perendaman dengan selang waktu 2 jam selama 24 jam.

**Tabel 4.10** Persentase Selisih Massa Pengujian Serapan Air

No	Jam							
	0	2	4	6	8	10	12	24
T1	0.0%	6.7%	10.2%	13.2%	15.6%	17.3%	18.6%	19.6%
T2	0.0%	5.1%	9.0%	12.2%	14.4%	15.8%	16.6%	17.2%
T3	0.0%	6.6%	8.5%	10.0%	11.1%	11.7%	12.2%	12.9%



**Gambar 4.7** Persentase selisih Massa Serapan Air

### 4.3 Pengujian Sifat Mekanis

Pada papan partikel tidak hanya dilakukan pengujian fisis saja, namun dilakukan juga pengujian untuk sifat mekanisnya. Tujuan dari pengujian sifat mekanis ini sendiri adalah untuk mengetahui reaksi dari sampel papan partikel jika diberikan gaya. Adapun pengujian mekanis yang dilakukan yaitu kekuatan lentur dan *modulus of elasticity* (MOE).

#### 4.3.1 Pengujian Kekuatan lentur

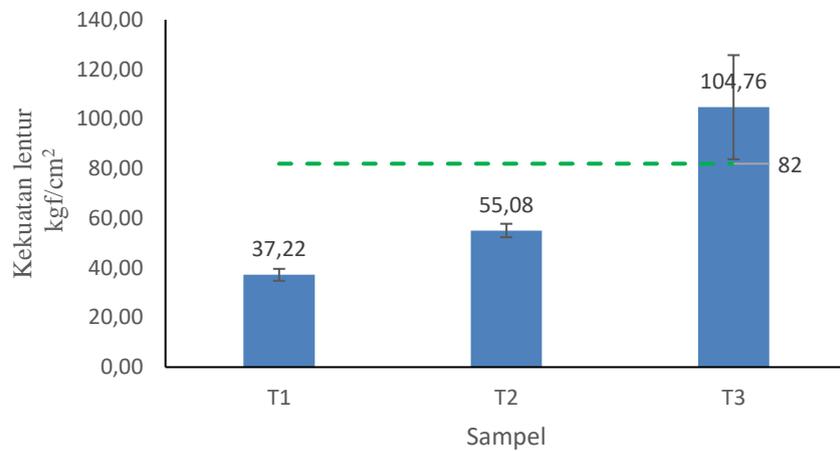
Kekuatan lentur adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui ketahanan maksimal dari suatu bahan jika diberikan pembebanan hingga mengalami patah. Pengujian diawali dengan mengukur panjang, lebar dan tebal sampel. Kemudian dilakukan pengujian kekuatan lentur menggunakan metode *Three Point Bending*. Nilai hasil pengujian kekuatan lentur dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.4. Adapun hasil pengujian kekuatan lentur dapat dilihat pada Tabel 4.11 dibawah ini.

**Tabel 4.11** Hasil Pengujian Kekuatan Lentur

No	Kekuatan Lentur					Rata-Rata
	P (kgf)	L (cm)	b (cm)	h (cm)	Hasil (kgf/cm <sup>2</sup> )	
T1	T11	2.462	8	1.77	0.646	39.99
	T12	1.497	8	1.508	0.578	35.66
	T13	2.325	8	1.618	0.692	36.01
T2	T21	3.686	8	1.58	0.698	57.46
	T22	2.827	8	1.498	0.638	55.63
	T23	2.365	8	1.618	0.58	52.13
T3	T31	3.447	8	1.408	0.588	84.96
	T32	4.538	8	1.73	0.554	102.55
	T33	4.591	8	1.416	0.554	126.76

Berdasarkan Tabel 4.11 nilai kekuatan lentur yang paling baik terdapat pada sampel T3 variasi 150°C dengan nilai rata-rata 104.76 kgf/cm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk nilai kekuatan lentur yang kurang baik terdapat pada sampel T1 variasi tanpa *curing* dengan nilai sebesar 37.22 kgf/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan standar SNI 2105-03-2006 bahwa nilai dari kekuatan lentur yang memenuhi standar yaitu minimal 82 kgf/cm<sup>2</sup>.

Dengan demikian, dapat diketahui bahwa hanya sampel T3 dengan variasi *curing* 150°C yang memenuhi standar SNI 2105-03-2006. Grafik dari pengujian kekuatan lentur ini dapat dilihat pada Gambar 4.7 sebagai berikut.



**Gambar 4.8** Hasil Pengujian Kekuatan lentur

Berdasarkan grafik diatas dapat dinyatakan bahwa nilai dari kekuatan lentur dipengaruhi nyata oleh perubahan suhu, dimana semakin meningkatnya suhu *curing* maka nilai dari kekuatan lentur akan semakin meningkat. Pernyataan ini juga diperkuat oleh penelitian [4] dimana adanya perlakuan suhu maka akan memicu proses pengerasan perekat sehingga menghasilkan kekuatan rekat yang baik dan berimplikasi pada lebih tingginya kekuatan papan partikel dalam menahan beban.

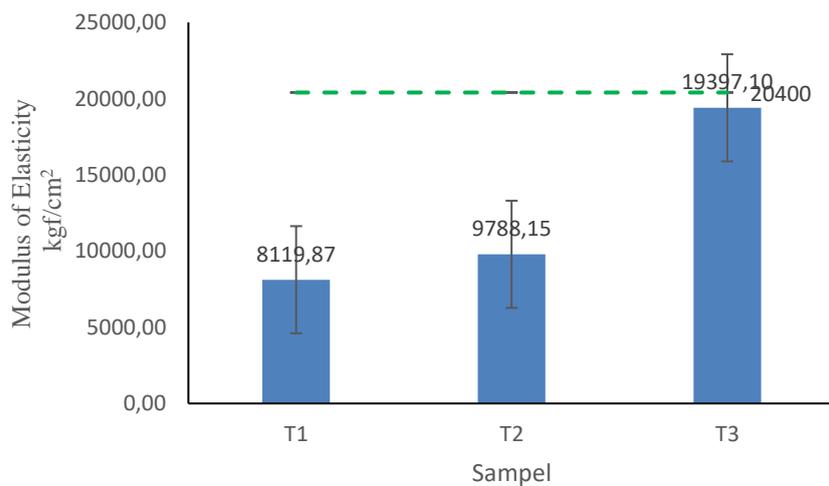
#### 4.3.2 Pengujian *Modulus of Elasticity*

*Modulus of elasticity* adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui ketahanan papan partikel dalam mempertahankan perubahan bentuknya terhadap pembebanan yang diberikan pengujian ini dilakukan bersamaan dengan pengujian kekuatan lentur. Nilai dari pengujian *modulus of elasticity* dapat dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 2.5. Adapun untuk hasil pengujian *modulus of elasticity* dapat dilihat pada Tabel 4.12 dibawah ini.

**Tabel 4.12** Hasil Pengujian *Modulus of Elasticity*

No	MOE				Hasil (kgf/cm <sup>2</sup> )	Rata- Rata
	L (cm)	b (cm)	h (cm)	m (kgf/cm)		
T1	T11	8	1.77	0.646	25.351	6800.38
	T12	8	1.508	0.578	22.834	10037.28
	T13	8	1.618	0.692	31.508	7521.95
T2	T21	8	1.58	0.698	39.231	9345.73
	T22	8	1.498	0.638	26.214	8625.32
	T23	8	1.618	0.58	28.100	11393.41
T3	T31	8	1.408	0.588	42.303	18916.88
	T32	8	1.73	0.554	47.508	20672.87
	T33	8	1.416	0.554	34.989	18601.56

Berdasarkan Tabel 4.12 nilai *modulus of elasticity* yang paling baik terdapat pada sampel T3 variasi 150°C dengan nilai rata-rata 19397.1 kgf/cm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk nilai *modulus of elasticity* yang kurang baik terdapat pada sampel T1 variasi tanpa *curing* dengan nilai rata-rata 8119.87 kgf/cm<sup>2</sup>. Seperti yang tercantum pada SNI 2105-03-2006 bahwa standar minimal *modulus of elasticity* yaitu 20400 kgf/cm<sup>2</sup>. Dengan demikian semua sampel dari T1-T3 belum memenuhi standar. Dibawah ini adalah grafik pada pengujian *modulus of elasticity* yang ditunjukkan pada Gambar 4.9.



**Gambar 4.9** Pengujian *Modulus of Elasticity*

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.9 menunjukkan bahwa meningkatnya suhu *curing* berbanding lurus dengan nilai *modulus of elasticity*. Hal ini dikarenakan dengan tingginya suhu *curing* membuat PV-Ac yang memiliki sifat lemah terhadap panas tinggi membentuk ikatan polimer yang tinggi. Dengan tingginya presentase kristalinitas atau ikatan polimer pada papan partikel, maka nilai kekuatan papan menahan perubahan bentuknya menjadi meningkat [5].

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan dari tujuan yang telah ditentukan maka penelitian ini memiliki beberapa kesimpulan, diantaranya sebagai berikut.

1. Variasi perlakuan suhu *curing* pada papan partikel berpengaruh nyata terhadap sifat fisis juga mekanis pada papan partikel *biodegradable*. Bahwa nilai densitas, kekuatan lentur dan *modulus of elasticity* pada papan partikel akan mengalami kenaikan seiring meningkatnya suhu dan berbanding terbalik pada nilai kadar air, pengembangan tebal dan serapan air. Maka dari itu, berdasarkan hasil pengujian pada 3 variasi suhu diperoleh bahwa hasil *curing* terbaik terdapat pada suhu 150°C dengan nilai densitas sebesar 0,81 gr/cm<sup>3</sup>, nilai kadar air 4,4%, nilai pengembangan tebal sebesar 4,9%, nilai serapan air sebesar 12,9%, nilai kekuatan lentur sebesar 104,76 kgf/cm<sup>2</sup>, dan nilai *modulus of elasticity* sebesar 19397,1 kgf/cm<sup>2</sup>.
2. Berdasarkan standar SNI 03-2105-2006 mengenai papan partikel semua variasi sampel *curing* telah memenuhi standar yang digunakan untuk nilai pada pengujian densitas, pengembangan tebal dan kadar air. Sedangkan, pada pengujian kekuatan lentur hanya sampel dengan variasi 150°C yang memenuhi standar SNI 03-2105-2006 dan pada pengujian *modulus of elasticity* semua variasi sampel tidak memenuhi standari dari SNI 03-2105-2006. Hal ini terjadi karena kekuatan elastisitas dipengaruhi oleh penyebaran matrik, *filler* dan serat yang kurang merata maka dari itu ikatan polimer yang terjadi belum optimal.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian pada pembuatan papan partikel yang telah dilakukan evaluasi atau saran untuk penelitian selanjutnya adalah diperlukannya penambahan pengujian, seperti pengujian kekerasan, pengujian *Thermogravimetry Analysis*, kuat pegang sekrup dan lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Alatas, "Trend Produksi dan Ekspor Minyak Sawit (CPO) Indonesia," *Agraris 1*, pp. 114-124, 2015.
- [2] N. Pratama, D. Djamas and Y. Darvina, "Pengaruh Variasi Ukuran Partiket Terhadap Nilai Konduktifitas Termal Papan Partikel Tongkol Jagung," *Jurnal Pillar Of Physics*, vol. 7, pp. 25-32, 2016.
- [3] A. S. Putra, "Penentuan Koefisien Serap Bunyi Papan Partikel Dari Limbah Pelepah Kelapa Sawit," *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Muhamadiyah Riau*, vol. 7, p. 182–185, 2020.
- [4] Junaidi, "Pengaruh Suhu dan Waktu Kempa Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Komposit dari Serat Tkks Berpererekat Gambir Berlapis Anyaman Bambu," p. 54–63, 13 April 2018.
- [5] R. H. T. S. A. H. I. Syahroni Hasan Siregar, "VARIASI SUHU DAN WAKTU PENGEMPAAN TERHADAP KUALITAS PAPAN PARTIKEL DARI LIMBAH BATANG KELAPA SAWIT DENGAN PEREKAT PHENOL FORMALDEHIDA," vol. 6, p. 13, 2015.
- [6] K. Boimau, "PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP SIFAT BENDING KOMPOSIT POLIESTER BERPENGUAT SERAT DAUN GEWANG," *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, vol. 6, pp. 90-95, 2 November 2021.
- [7] N. Pratama, D. Djamas and d. Y. Darvina, "Pengaruh Variasi Ukuran Partiket Terhadap Nilai Konduktifitas Termal Papan Partikel Tongkol Jagung," *Jurnal Pillar Of Physics*, vol. 7, pp. 25-32, 2016.
- [8] Fauziah, D. Wahyuni and Boni, "Analisis Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel Berbahan Dasar Sekam Padi," *Jurnal Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, vol. IV, pp. 60-63, 2014.
- [9] Yuliyanto, T. Suryanto and M. Andika, "Pengaruh Penunasan Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap Kehilangan Buah pada Masa Tanaman Menghasilkan," *Jurnal Citra Widya Edukasi*, vol. 14, no. 3, pp. 287-292, 2022.
- [10] S. Maulina, Nurtahara and Fakhradila, "PIROLISIS PELEPAH KELAPA SAWIT UNTUK MENGHASILKAN FENOL PADA ASAP CAIR," *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 7, no. 2, pp. 12-16, September 2018.
- [11] S. P. Wirman, Y. Fitri and W. Apriza, "Karakterisasi komposit serat sabut kelapa sawit dengan perekat PVAc sebagai absorber," *Journal Online of Physics*, vol. 1, no. 2, pp. 10-15, Juni 2016.
- [12] A. F. Suryono, A. Faizal and H. Hestiawan, "Pengaruh Post-Curing Treatment dan Perendaman Air laut Pada Komposit Hybrid Kevlar/Karbon," *Jurnal REKAYASA MEKANIK*, vol. 4, pp. 13-17, April 2020.
- [13] B. Raharjo, "Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pengganti Alternatif Papan Partikel," *INDONESIAN JOURNAL OF LABORATORY*, vol. 2, no. 2, pp. 1-9, 16 Agustus 2019.
- [14] M. Shedge, C. Patel, S. Tadmok and G. Murthy, "Polyvinyl Acetate Resin as a Binder Effecting Mechanical and Combustion Properties of Combustible Cartridge Case Formulations," *Defence Science Journal*, vol. 58, no. 3, pp. 390-397, May 2008.
- [15] T. Syahrani, Sugiman and P. D. Setyawan, "TeguhTatas Syahrani, Sugiman\*, Paryanto Dwi Setyawan," *Journal of Engineering and Emerging Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 11-17, 2023.

- [16] R. Romadhon, "Optimasi Perlakuan Alkali Pada Filler Pelepah dan Serat Mesokarp Kelapa Sawit Terhadap Performa Papan Partikel Biodegradable Dengan Metode Taguchi-DEAR," in *Tugas Akhir*, Cilegon, 2024, pp. 21-22.

## **LAMPIRAN**

## A. Perhitungan

### A.1 Perhitungan Ukuran Sampel Fisis dan Mekanis

#### a. Ukuran Sampel Fisis

Diketahui :  $P = 10 \text{ cm}$ ,  $L = 5 \text{ cm}$ , dan  $t = 3 \text{ cm}$

Ditanya :  $V?$

$$\begin{aligned}\text{Jawab} &: V = P \times L \times t \\ &= 10 \times 5 \times 3 \\ &= 150 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

#### b. Ukuran Sampel Mekanis

Diketahui :  $P = 10 \text{ cm}$ ,  $L = 5 \text{ cm}$ , dan  $t = 1,5 \text{ cm}$

Ditanya :  $V?$

$$\begin{aligned}\text{Jawab} &: V = P \times L \times t \\ &= 10 \times 5 \times 1,5 \\ &= 75 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

### A.2 Perhitungan Kompaksi

Berikut merupakan perhitungan kompaksi pada pembuatan papan partikel ini antara lain sebagai berikut.

Diketahui:

Diameter torak = 25 mm

$$A_1 \text{ (Luas Penampang Hidrolik)} = 490,874 \text{ mm}^2$$

$$A_2 \text{ (Luas Penampang Kompaksi)} = 5000 \text{ mm}^2$$

$$P_1 \text{ (Tekanan Hidrolik)} = 30 \text{ bar}$$

Ditanya :  $P_K$  (Tekanan Kompaksi)?

$$\text{Jawab} : P = \frac{F}{A} = \dots \text{ bar}$$

$$F = P \times A$$

$$= P_1 \times A_1 = P_2 \times A_2$$

$$P_2 = \frac{P_1 \times A_1}{A_2} = \frac{30 \times 490,874}{5000} = 2,945 \text{ bar}$$

### A.3 Perhitungan Densitas

Berikut adalah contoh perhitungan densitas komposit variasi tanpa *curing* sebagai berikut.

Diketahui : Massa = 12,12 gram  
Volume = 16,79 cm<sup>3</sup>

Ditanya : Densitas (g/cm<sup>3</sup>)?

Jawab :  $\rho = \frac{m}{v}$   
 $= \frac{12,12}{16,79} = 0,72 \text{ g/cm}^3$

#### A.4 Perhitungan Kadar Air

Berikut adalah contoh perhitungan kadar air komposit variasi tanpa *curing* sebagai berikut.

Diketahui : Massa Awal = 12,12 gram  
Massa Kering = 10,11 gram

Ditanya : Kadar air (%)?

Jawab :  $KA = \frac{Ma - Mk}{Mk} \times 100\%$   
 $= \frac{12,12 - 10,11}{10,11} \times 100\% = 19,9\%$

#### A.5 Perhitungan Pengembangan Tebal dan Serapan air

Berikut adalah contoh perhitungan pengembangan tebal komposit variasi tanpa *curing* sebagai berikut.

Diketahui : T<sub>1</sub> (Tebal Awal) = 12,68 mm  
T<sub>2</sub> (Tebal Akhir) = 14,05 mm

Ditanya : Pengembangan tebal (%)?

Jawab :  $PT = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\%$   
 $= \frac{14,05 - 12,68}{12,68} \times 100\% = 10,8\%$

Berikut adalah contoh perhitungan serapan air komposit variasi tanpa *curing* sebagai berikut.

Diketahui : S<sub>1</sub> (Massa Awal) = 10,11 gram  
S<sub>2</sub> (Massa Akhir) = 12,11 gram

Ditanya : Serapan air (%)?

Jawab :  $SA = \frac{DS_2 - DS_1}{DS_1} \times 100\%$

$$= \frac{12,11-10,11}{10,11} \times 100\% = 19,8\%$$

### A.6 Perhitungan Kekuatan lentur

Contoh perhitungan kekuatan lentur komposit variasi tanpa perlakuan pengujian pertama sebagai berikut.

Diketahui : P (Tekanan) = 2,462 kgf  
 L (Panjang) = 8 cm  
 b (Lebar) = 1,77 cm  
 h (Tebal) = 0,646 cmserapan air

Ditanya : Kekuatan lentur?

Jawab : Kekuatan Lentur =  $\frac{3PL}{2bh^2}$   
 $= \frac{3 \times 2,462 \times 8}{2 \times 1,77 \times 0,64^2} = 39,99 \text{ kgf/cm}^2$

### A.7 Perhitungan *Modulus of Elasticity*

Contoh perhitungan *modulus of elasticity* komposit variasi tanpa perlakuan pengujian pertama sebagai berikut.

Diketahui : L (Panjang) = 8 cm  
 b (Lebar) = 1,77 cm  
 h (Tebal) = 0,646 cm  
 m (Slope Tangent) = 25,351 kgf/cm

Ditanya : MOE?

Jawab : Kekuatan Lentur =  $\frac{L^3 m}{4bh^3}$   
 $= \frac{8^3 \times 25,351}{4 \times 1,77 \times 0,646^3} = 6800,38 \text{ kgf/cm}^2$

## B. Standar SNI 03-2105-2006 yang Digunakan Pada Pengujian

### 7.2.1 Uji kerapatan

#### 7.2.1.1 Prinsip

Hubungan antara berat dengan isi papan partikel.

#### 7.2.1.2 Peralatan

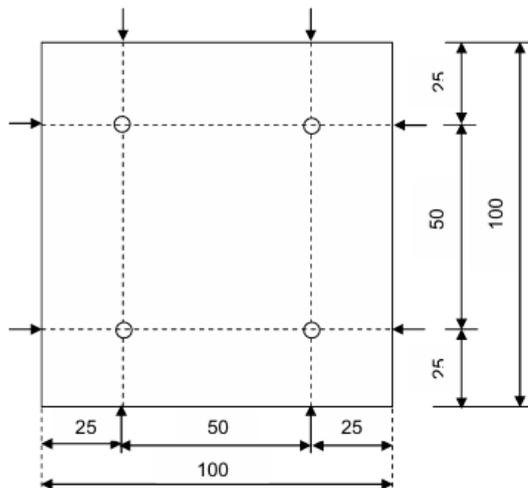
Peralatan yang digunakan meliputi: jangka sorong dan timbangan.

#### 7.2.1.3 Persiapan

Siapkan contoh uji dengan jumlah dan ukuran sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

#### 7.2.1.4 Prosedur.

- 1) Contoh uji diukur panjangnya pada kedua sisi lebarnya, 25 mm dari tepi dengan ketelitian 0,1 mm (Gambar 3).



Keterangan gambar:

- Adalah tempat pengukuran tebal papan partikel (mm).

Gambar 3 Pengukuran contoh uji kerapatan

SNI 03-2105-2006

- 2) Contoh uji diukur lebarnya pada kedua sisi panjangnya, 25 mm dari tepi dengan ketelitian 0,1 mm (Gambar 3).
- 3) Contoh uji diukur tebalnya pada keempat sudutnya, 25 mm dari sudutnya (pada titik persilangan pengukuran panjang dan lebar) dengan ketelitian 0,05 mm (Gambar 3).
- 4) Contoh uji ditimbang dengan ketelitian 0,1 g.

#### 7.2.1.5 Pernyataan hasil

$$\text{Kerapatan (g/cm}^3\text{)} = \frac{B}{I}$$

dengan:

B adalah berat (gram)

I adalah isi (cm<sup>3</sup>) = panjang (cm) x lebar (cm) x tebal (cm), dengan ketelitian hingga 0,01 g/cm<sup>3</sup>.

## 7.2.2 Uji kadar air

### 7.2.2.1 Prinsip

Jumlah air yang dapat dikeluarkan dari papan partikel melalui pemanasan dalam oven.

### 7.2.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi: timbangan, oven, desikator dan jangka sorong

### 7.2.2.3 Persiapan

Siapkan contoh uji dengan jumlah dan ukuran sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

### 7.2.2.4 Prosedur

- 1) Contoh uji ditimbang untuk mengetahui berat awal dengan ketelitian hingga 0,1 gram.
- 2) Contoh uji dikeringkan dalam oven pada suhu  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ;
- 3) Masukkan contoh uji ke dalam desikator, kemudian ditimbang.
- 4) Kegiatan ini diulang dengan selang 6 jam sampai beratnya tetap (berat kering mutlak), yaitu bila perbedaan beratnya maksimum 0,1%.

## SNI 03-2105-2006

### 7.2.2.5 Pernyataan hasil

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Ba} - \text{Bk}}{\text{Bk}} \times 100$$

dengan:

- Ba adalah berat awal (gram).
- Bk adalah berat kering mutlak (gram).

## 7.2.3 Uji pengembangan tebal setelah direndam air

### 7.2.3.1 Prinsip

Penambahan tebal papan partikel akibat perendaman dalam air.

### 7.2.3.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi: jangka sorong dan penangas.

### 7.2.3.3 Persiapan

Siapkan contoh uji dengan jumlah dan ukuran sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

### 7.2.3.4 Prosedur

- 1) Contoh uji diukur tebalnya pada bagian pusatnya dengan ketelitian 0,05 mm (Gambar 3);
- 2) Contoh uji direndam dalam air pada suhu  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  secara mendatar, sekitar 3 cm dari permukaan air selama  $\pm 24$  jam;
- 3) Contoh uji kemudian diangkat, diseka dengan kain dan diukur tebalnya (Gambar 3).

**7.2.3.5 Pernyataan hasil**

$$\text{Pengembangan tebal (\%)} = \frac{T2 - T1}{T1} \times 100$$

dengan:

- T2 adalah tebal setelah direndam air (mm).
- T1 adalah tebal sebelum direndam air (mm).

**7.2.4 Uji keteguhan lentur kering dan modulus elastisitas lentur**

**7.2.4.1 Prinsip**

Kemampuan papan partikel menahan beban terpusat dalam keadaan kering.

**7.2.4.2 Peralatan**

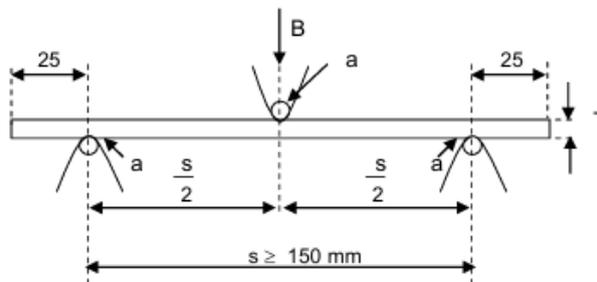
Peralatan yang digunakan meliputi: mesin uji universal, meteran dan jangka sorong.

**7.2.4.3 Persiapan**

Siapkan contoh uji dengan jumlah dan ukuran sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

**7.2.4.4 Prosedur**

- 1) Contoh uji diukur panjang, lebar dan tebalnya;
- 2) Contoh diletakkan secara mendatar pada penyangga;
- 3) Beban diberikan pada bagian pusat contoh uji dengan kecepatan sekitar 10 mm/menit, kemudian dicatat defleksi dan beban sampai beban maksimum.



Keterangan gambar:

- B adalah beban (kgf).
- S adalah jarak sangga (mm).
- a adalah diameter ± 10 mm.
- T adalah tebal papan partikel

**Gambar 4 Uji keteguhan lentur kering dan modulus elastisitas lentur**

SNI 03-2105-2006

**7.2.4.5 Pernyataan hasil**

1) **Keteguhan lentur (kgf/cm<sup>2</sup>)** =  $\frac{3 BS}{2 LT^2}$

dengan:

- B adalah beban maksimum (kgf).
- S adalah jarak sangga (cm).
- L adalah lebar (cm).
- T adalah tebal (cm).

Untuk papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif nilai terendah yang dipakai. Untuk papan partikel berlapis venir dan papan partikel biasa struktural, nilai pada arah panjang dan lebar yang dipakai.

$$2) \text{ Modulus elastisitas lentur (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{S^3}{4 LT^3} \times \frac{\Delta B}{\Delta D}$$

dengan:

- S adalah jarak sangga (cm).
- L adalah lebar (cm).
- T adalah tebal (cm).
- $\Delta B$  adalah selisih beban (B1 – B2) yang diambil dari kurva (kgf).
- $\Delta D$  adalah defleksi (cm) yang terjadi pada selisih beban (B1 – B2).

Untuk papan partikel biasa dan papan partikel dekoratif nilai pada arah lebar yang dipakai. Sedangkan untuk papan partikel berlapis venir dan papan partikel biasa struktural, nilai pada arah panjang dan lebar dipakai.

### C. Dokumentasi Kegiatan





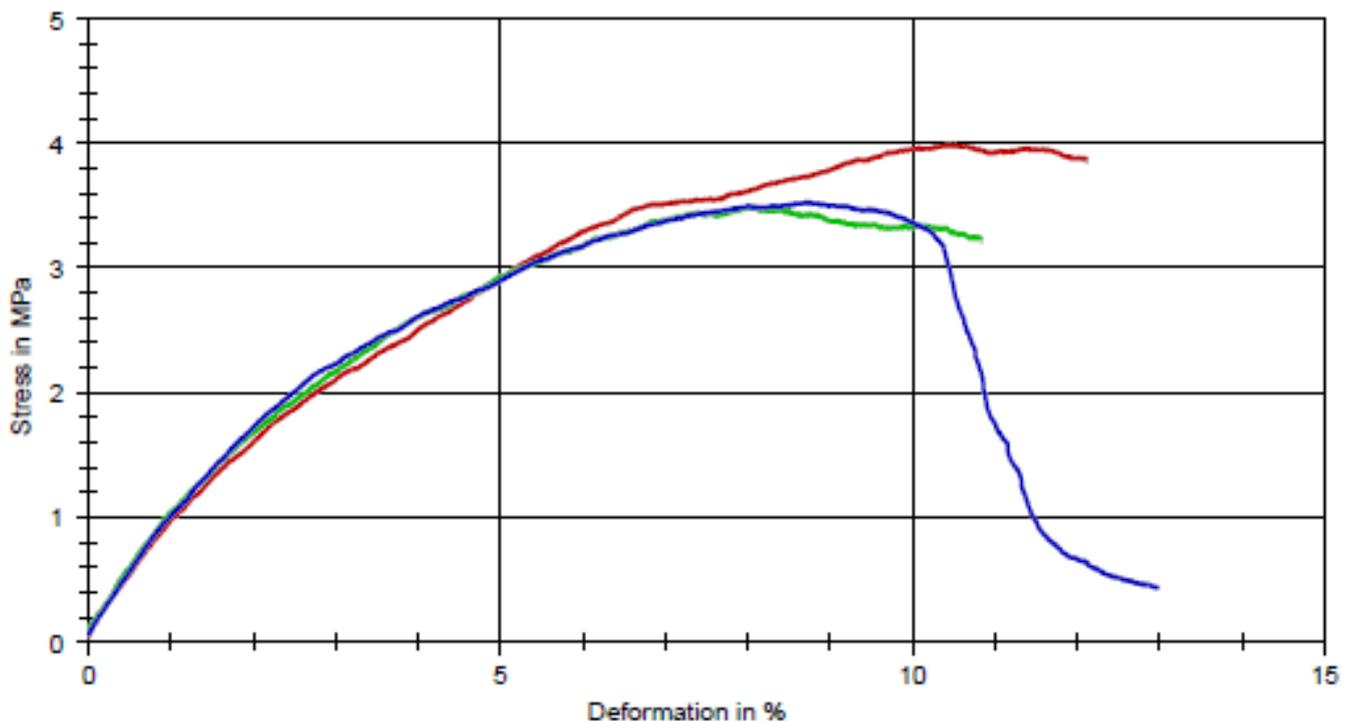
## Flexural Test report

Customer : Saddam Husein    Notes :  
Test standard : ASTM D 790    Machine data : Zwick Z020  
Material : T1  
Pre-load : 0,5 N  
Test speed : 2 mm/min

### Test results:

Legend	No.	Force N	$E_H$ MPa	$\sigma_M$ MPa	$\epsilon_r$ %	$\epsilon_B$ %	$\sigma_B$ MPa	L mm	d mm	b mm
Red	10	24,14	111	3,99	12	-	-	80	6,46	17,4
Green	11	14,68	110	3,50	11	-	-	80	5,78	15,08
Blue	12	22,80	108	3,53	13	-	-	80	6,92	16,18

### Series graph:



### Statistics:

Series	Force N	$E_H$ MPa	$\sigma_M$ MPa	$\epsilon_r$ %	$\epsilon_B$ %	$\sigma_B$ MPa	L mm	d mm	b mm
n = 3									
x	20,54	110	3,67	12	-	-	80	6,387	16,22
s	5,12	1,74	0,275	1,1	-	-	0,000	0,5735	1,161
V [%]	24,91	1,59	7,48	8,98	-	-	0,00	8,98	7,15



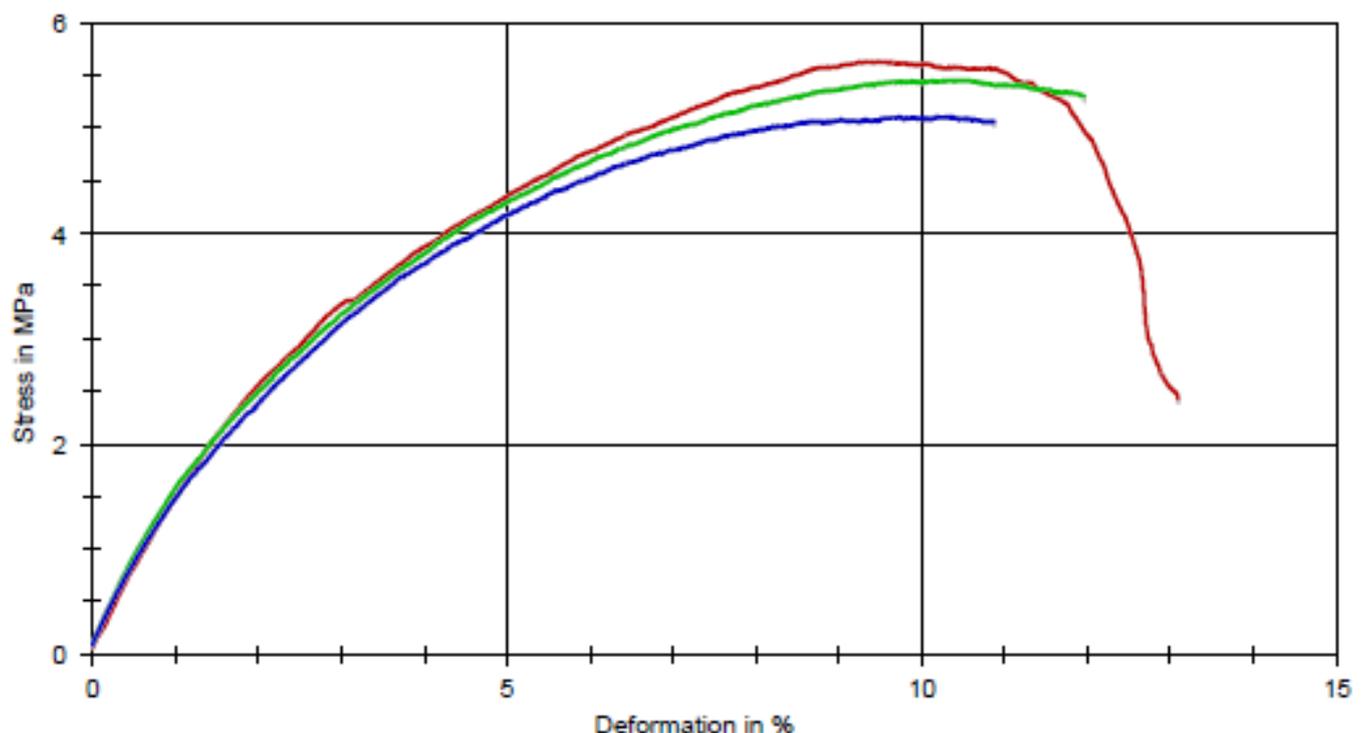
## Flexural Test report

Customer : Saddam Husein    Material : T2  
 Test standard : ASTM D 790    Machine data : Zwick Z020  
 Pre-load : 0,5 N  
 Test speed : 2 mm/min

### Test results:

Legend	No.	Force N	$E_H$ MPa	$\sigma_M$ MPa	$\varepsilon_f$ %	$\varepsilon_B$ %	$\sigma_B$ MPa	L mm	d mm	b mm
<span style="color: red;">■</span>	1	36,15	119	5,64	13	-	-	80	6,98	15,8
<span style="color: green;">■</span>	2	27,72	175	5,46	12	-	-	80	6,38	14,98
<span style="color: blue;">■</span>	3	23,19	144	5,11	11	-	-	80	5,8	16,18

### Series graph:



### Statistics:

Series	Force N	$E_H$ MPa	$\sigma_M$ MPa	$\varepsilon_f$ %	$\varepsilon_B$ %	$\sigma_B$ MPa	L mm	d mm	b mm
n = 3									
$\bar{x}$	29,02	148	5,40	12	-	-	80	6,387	15,65
s	6,58	28,1	0,266	1,1	-	-	0,000	0,59	0,6133
v [%]	22,66	19,17	4,92	9,24	-	-	0,00	9,24	3,92



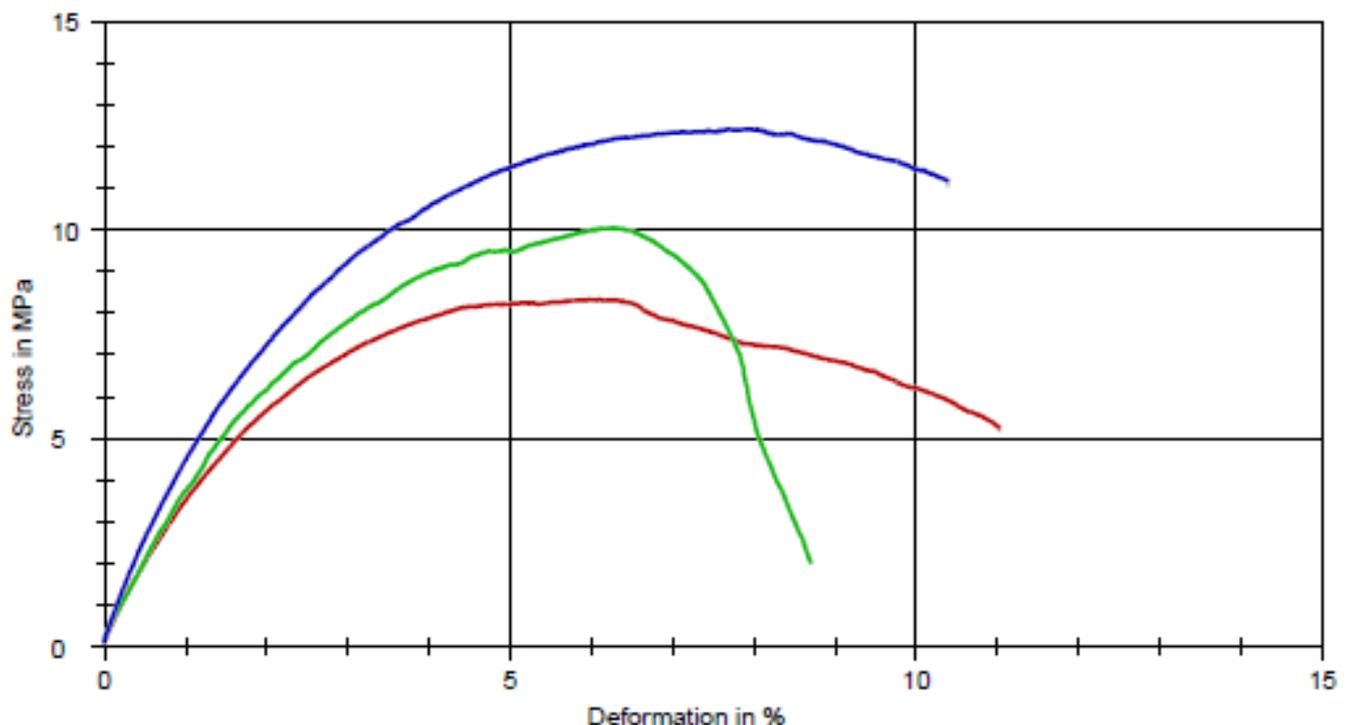
## Flexural Test report

Customer : Saddam Husein    Material : T3  
 Test standard : ASTM D 790    Machine data : Zwick Z020  
 Pre-load : 0,5 N  
 Test speed : 2 mm/min

### Test results:

Legend	No.	Force N	$E_H$ MPa	$\sigma_M$ MPa	$\epsilon_f$ %	$\epsilon_B$ %	$\sigma_B$ MPa	L mm	d mm	b mm
<span style="color: red;">■</span>	1	33,80	438	8,33	11	-	-	80	5,88	14,08
<span style="color: green;">■</span>	2	44,50	395	10,1	8,7	8,7	2,01	80	5,54	17,3
<span style="color: blue;">■</span>	3	45,02	572	12,4	10	-	-	80	5,54	14,16

### Series graph:



### Statistics:

Series	Force N	$E_H$ MPa	$\sigma_M$ MPa	$\epsilon_f$ %	$\epsilon_B$ %	$\sigma_B$ MPa	L mm	d mm	b mm
n = 3									
x	41,11	468	10,3	10	8,7	2,01	80	5,653	15,18
s	6,33	91,9	2,08	1,2	-	-	0,000	0,1963	1,836
v [%]	15,40	19,63	20,03	11,94	-	-	0,00	3,47	12,10