

**STUDI SIFAT TERMAL PAPAN PARTIKEL
MENGUNAKAN BAMBU BETUNG DENGAN VARIASI
MEDIA PERENDAMAN**



Tugas Akhir

**Diajukan untuk Melengkapi Persyaratan
dalam Menyelesaikan Program Strata- (S1)
pada Jurusan Teknik Mesin
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

Disusun Oleh:

MUHAMAD RIJKI ROMADHAN

NPM : 3331190011

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

2024

TUGAS AKHIR

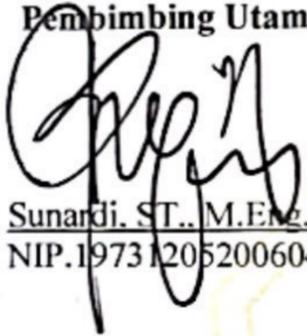
Studi Sifat Thermal Papan Partikel Menggunakan Bambu dengan Variasi Perendaman

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

Muhamad Rijki Romadhan
3331190011

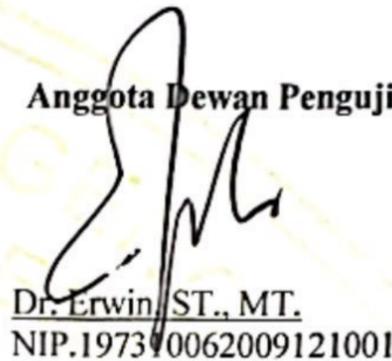
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 25 April 2024

Pembimbing Utama

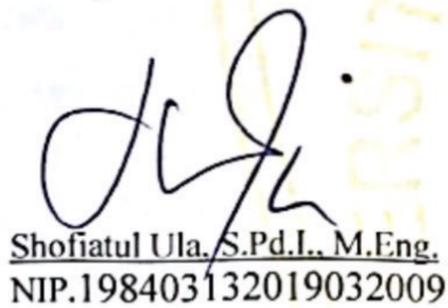


Sunardi, ST., M.Eng.
NIP.197312052006041002

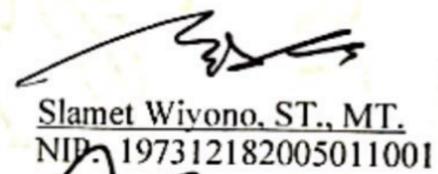
Anggota Dewan Penguji



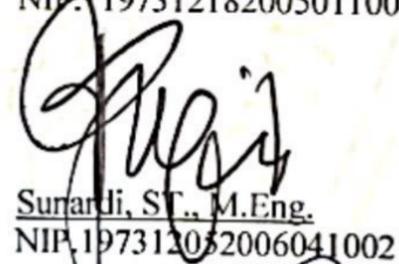
Dr. Erwin, ST., MT.
NIP.197310062009121001



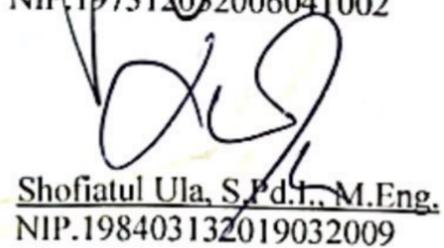
Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.Eng.
NIP.198403132019032009



Slamet Wiyono, ST., MT.
NIP.197312182005011001



Sunardi, ST., 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, 15 Mei 2024
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA



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

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhamad Rijki Romadhan

NPM : 3331190011

Judul : Studi Sifat Thermal Papan Partikel Berbahan Bambu dengan Variasi Perendaman

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

MENYATAKAN

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

Cilegon, Mei 2024

A handwritten signature in black ink is written over a yellow 21,000 Rupiah stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA', '21.000', and 'METERAI TEMPEL'. A serial number '34513679136451' is visible on the stamp. Below the signature, the name 'Muhamad Rijki Romadhan' and the NPM number 'NPM. 3331190011' are printed.

Muhamad Rijki Romadhan
NPM. 3331190011

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat yang teramat banyak. Salah satu wujud dari nikmatnya itu adalah penulis dapat menyelesaikan laporan kerja praktik yang merupakan Output akhir dari mata kuliah kerja praktik teknik mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa sebagai salah satu syarat pengambilan tugas akhir dengan sebaik - baiknya. Sholawat serta salam tetap tercurahkan kehadirat nabi Muhammad SAW yang telah membimbing kita dari zaman kegelapan menuju zaman terang benderang seperti sekarang.

Dalam penulisan laporan kali ini penulis juga ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada pihak – pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penyusunan laporan kerja praktik kali ini, antara lain.

1. Bapak Dhimas Satria, ST., M.Eng. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak Imron Rosyadi ST.,MT selaku dosen pembimbing akademik.
3. Bapak Sunardi, ST., M.Eng selaku dosen pembimbing pertama yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga serta saran dalam penyusunan laporan penelitian ini.
4. Ibu Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.Eng selaku pembimbing kedua yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga serta saran dalam penyusunan laporan penelitian ini.
5. Orang tua penulis yaitu Bapak Usdi Rusdiana dan Ibu Nurnawati serta adik-adik tercinta yang telah memberikan dukungan baik secara moril maupun material.
6. Ibu Miftahul Jannah, S.T., M.T selaku koordinator tugas akhir jurusan Teknik mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah banyak membantu proses administrasi tugas akhir ini.
7. Farhan Al – amien, Fikri Ramdahan, serta teman – teman tim penelitian papan partikel yang telah memberikan dukungan serta saran dalam menyelesaikan proposal tugas akhir.

8. Seluruh teman – teman Teknik Mesin angkatan 2019 Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Peulis sadar terdapat banyak kekurangan dalam laporan penelitian ini, untuk itulah saran dan masukan yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan laporan ini. Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang sudah membantu. Diharapkan proposal tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

ABSTRAK

Semakin banyaknya permintaan pemasok kayu untuk keperluan sehari-hari atau bahan-bahan mebel, menyebabkan berkurangnya bahan baku kayu di sektor pengolahan kayu. Kayu merupakan bahan yang bisa dijadikan sebagai alat bantu yang mempunyai karakteristik padat dan ringan. Papan partikel hadir dengan harapan menjadi pengganti kayu karena papan partikel merupakan salah satu produk kayu komposit yang bahannya terbuat dari partikel kayu dan bahan berlignoselulosa lain lalu diikat dengan perekat baik sintesis maupun organik (Maloney, 1993).

Pada pengujian kali ini dilakukan beberapa pengujian, yaitu uji sifat fisis dan mekanis yang meliputi uji kekerasan dan uji kerapatan atau densitas). dan juga uji TGA atau *Thermogravimetri Analysis* yang menghasilkan dua grafik yaitu TGA dan DSC. Pada pengujiannya uji kekerasan dilakukan dengan metode Durometer Shore – D, yaitu bagian ujung durometer di tekan ke permukaan papan partikel sehingga terdeteksi tingkat kekerasan dari papan partikel baik sesudah ataupun sebelum diberi paparan panas. Sementara untuk uji densitas digunakan standar SNI 03-2105-2006 dimana sampel yang digunakan berukuran 100 x 100 x 15 mm. untuk uji TGA dilakukan pengujian sesuai standar ASTM E1131 yaitu sample komposit dengan massa 2,0 mg lalu sampel dipanaskan dari suhu sekitar hingga suhu 100° dalam nitrogen atau udara kemudian hitung penurunan berat, dan perubahan ukurannya.

Pengujian termal bermaksud untuk mengetahui perubahan apa saja yang terjadi ketika papan partikel diberikan suhu tinggi, khususnya sifat fisik berupa nilai densitas dan sifat mekanik yaitu nilai kekerasan. Setelah dilakukan pengujian terhadap papan partikel yang diberi paparan panas pada suhu 100 dan 200°C selama 60 menit, hasil yang didapat adalah nilai kekerasan papan partikel yang mengalami kenaikan hanya yang direndam di air destilasi dengan kenaikan di suhu 100°C dan 200°C masing masing 42.33 dan 42.00 Kgf/N dari nilai awal 41.00 Kgf/N, sementara media lain mengalami penurunan dan yang paling tinggi adalah papan partikel yang

direndam air sungai dengan penurunan sebesar 24.83 dan 16.83 Kgf/N dari yang awalnya 39.33 Kgf/N. Sementara uji kerapatan atau densitas didapat nilai densitas yang beragam dimana pada suhu 100°C papan partikel yang direndam menggunakan air laut dan air sungai mengalami kenaikan sementara yang direndam air destilasi mengalami penurunan tingkat kerapatan. Sementara di suhu 200°C yang tingkat kerapatannya naik adalah media perendaman yang menggunakan air laut dan air destilasi, untuk media air sungai mengalami penurunan.

Dari hasil analisa, kita bisa mengambil manfaat bahwa pengujian sifat termal papan partikel berbahan bambu betung dengan variasi media perendaman yaitu mengetahui kekuatan dan kemampuan papan partikel berbahan bambu terhadap suhu tinggi. Kita bisa membandingkan kinerja bahan bambu betung dengan material lain, juga dapat mengevaluasi pengaruh faktor – faktor yang menyebabkan kegagalan dalam proses pengujian.

Kata kunci : Air destilasi, Air laut, Air Sungai, Bambu, Papan partikel, Paparan panas, *Thermogravimetri* analysis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
HALAMAN PENGESAHAN	II
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS	III
KATA PENGANTAR	IV
ABSTRAK	VI
DAFTAR ISI	VIII
DAFTAR GAMBAR	X
DAFTAR TABEL	XI
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Papan Partikel	4
2.2 Komposit	5
2.3 Klasifikasi Komposit	5
2.4 Bambu	6
2.4.1 Manfaat Bambu Secara Ekologi	7
2.4.2 Morfologi Bambu	8
2.4.3 Bambu Betung	9
2.5 Media Perendaman Bambu	10
2.5.1 Air Sungai	10
2.5.2 Air Laut	10
2.5.3 Air Destilasi	11
2.6 Uji Termal	12
2.6.1 Paparan Panas	12
2.6.2 Uji Thermogravimetric Analysis	12
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1 Diagram Alir Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	15

3.3	Prosedur Penelitian.....	16
3.3.1	Persiapan Bahan.....	16
3.3.2	Proses Pengomposisian.....	17
3.3.4	Proses Pembuatan Sampel	18
3.3.5	Proses Pengujian	19
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		22
4.1	Karakteristik Media Perendaman.....	22
4.1.1	Kadar pH Air	22
4.1.2	Kadar TDS Media Perendaman	23
4.2	Sifat Mekanis Papan Partikel Setelah diberi Paparan Panas.....	24
4.2.1	Kekerasan.....	24
4.3	Sifat Fisik Papan Partikel Setelah diberi Paparan Panas.....	27
4.3.1	Densitas.....	27
4.4	Pengujian Stabilitas Dimensi Paparan Panas	30
4.5	Pengujian <i>Thermogravimetri Analysis</i> (TGA)	34
BAB V PENUTUP.....		38
5.1	Kesimpulan	38
5.2	Saran.....	39

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Papan Partikel	4
Gambar 2. 2 Komposit Serat.....	5
Gambar 2. 3 Komposit Partikel.....	6
Gambar 2. 4 Komposit Lapis	6
Gambar 2. 5 Bambu Betung (<i>Dendrocalamu Asper</i>).....	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Percobaan.....	15
Gambar 4. 1 Grafik Presentase Kehilangan Berat Papan Partikel Di Suhu 100°C.....	31
Gambar 4. 2 Grafik Presentase Kehilangan Berat Papan Partikel Di Suhu 200°C.....	32
Gambar 4. 3 Grafik Presentase Penyusutan Tebal Papan Partikel Di Suhu 100°C.....	32
Gambar 4. 4 Grafik Presentase Penyusutan Tebal Papan Partikel Di Suhu 200°C.....	33
Gambar 4. 5 Grafik Uji Tga Papan Partikel Dengan Variasi Perendaman	34
Gambar 4. 6 Grafik Weight Loss Uji TGA.....	35
Gambar 4. 7 Grafik Dsc Papan Partikel Dengan Variasi Media Perendaman	37

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Sifat Fisik Bambu Betung.....	10
Tabel 2. 2 Standar Mutu Air Demineral	12
Tabel 4. 1 Kadar Ph Sebelum Dan Sesudah Perendaman.....	22
Tabel 4. 2 Nilai Tds Air Sebelum Dan Sesudah Perendaman	23
Tabel 4. 3 Uji Paparan Panas di Suhu 100°C	30
Tabel 4. 4 Uji Paparan Panas di Suhu 200°C	31
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Kekerasa Durometer Shore D (Kgf/N).....	25
Tabel 4. 6 Hasil Uji Kekerasan Setelah diberi Suhu 100°C	26
Tabel 4. 7 Hasil Uji Kekerasan Setelah diberi Suhu 200°C	26
Tabel 4. 8 Hasil Uji Densitas Sebelum diberi Paparan Panas	28
Tabel 4. 9 Nilai Densitas Setelah diberi Suhu 100 Dan 200°C	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin banyaknya permintaan pemasok kayu untuk keperluan sehari-hari atau bahan-bahan mebel, membuat kekurangannya bahan baku kayu di sektor pengolahan kayu akhir-akhir ini. Kayu merupakan bahan yang bisa dijadikan sebagai alat bantu yang mempunyai karakteristik padat dan ringan. Untuk menanggulangi menipisnya stok kayu kita perlu menemukan bahan alternatif untuk industri pengolahan kayu. Salah satu bahan yang bisa dijadikan alternatif adalah bambu, yang bisa dimanfaatkan menjadi bahan komposit membuat papan partikel.

Papan partikel merupakan salah satu produk kayu komposit yang bahannya terbuat dari partikel kayu dan bahan berlignoselulosa lain lalu diikat dengan perekat baik sintesis maupun organik (Maloney, 1993). Potensi bambu sebagai bahan baku papan komposit telah dikaji penelitian sebelumnya. Mengingat di Indonesia memiliki persediaan bambu yang melimpah, namun masyarakat masih belum optimal memanfaatkanya. Bambu dapat menghasilkan papan komposit berupa papan untai berarah dengan sifat fisis dan mekanis yang memenuhi standar *Canadian Standards Association* 047.1 (mutu O-1) untuk papan untai berarah struktural (Febrianto dkk, 2017). Sulastiningsih dkk. (2006) melakukan penelitian tentang papan partikel dari bambu betung (*Dendrocalamus asper*) dan hasilnya menunjukkan bahwa papan partikel bambu cukup kuat dan stabil serta memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia.

Bambu betung (*Dendrocalamus asper*) yang digunakan pada penelitian kali ini merupakan jenis bambu yang banyak dibudidayakan di daerah Yogyakarta dan sekitarnya baik untuk bahan meubel, konstruksi, maupun kerajinan lainnya (Data Inventarisasi Bambu Kab. Sleman 2015 dalam Parwita 2017). Menurut Sutardi dkk (2015), melaporkan bahwa bambu petung memiliki kadar pati sebesar 15,8%. Bambu perlu direndam agar

menghilangkan kandungan pati, karena kehadirannya mengurangi ketahanan bambu dan dapat menghalangi kemampuan proses perekatan pada bambu. Selain pati, bambu juga mengandung ekstraktif tambahan seperti resin atau getah, lilin, tanin dan garam anorganik, yang jumlahnya bergantung pada jenis bambu, kondisi pertumbuhan, umur dan bagian batang bambu (Liese dkk. 1987).

Pemanfaatan bambu sebagai bahan baku pembuatan papan partikel ini akan diteliti sifat dari bambu yang memiliki nilai konduktivitas termal. Sehingga dapat diketahui pengaruh apa yang terjadi ketika papan partikel diberi paparan panas, akan terlihat perubahan baik dimensi, sifat mekanik dan sifat fisiknya. Sehingga kita dapat mengetahui kemampuan bambu yang akan digunakan di berbagai aplikasinya khusus nya industri mebel. sehingga setelah dilakukan penelitian ini kami berharap bambu betung dengan variasi media perendaman ini dapat dimanfaatkan untuk segala kebutuhan secara maksimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang topik yang akan dibahas, maka bis akita rumuskan beberapa rumusan masalah antara lain sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh media perendaman air laut, air sungai, dan air destilasi pada bambu betung setelah diberi paparan panas?
2. Bagaimana pengaruh sifat termal pada papan partikel yang menggunakan media bambu betung?
3. Perubahan apa yang terjadi setelah dilakukan uji TGA dan paparan panas?
4. Manfaat pengujian termal terhadap papan partikel?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penyusunan proposal tugas akhir ini adaah sebagai berikut :

1. Menganalisa perbedaan pengaruh media perendaman air laut, air sungai, dan air destilasi pada bambu petung setelah dilakukan perendaman.
2. Menganalisa perubahan yang terjadi pada papan partikel setelah dilakukannya uji TGA dan paparan panas.

3. Memperoleh informasi mengenai manfaat pengujian sifat termal pada papan partikel berbahan bambu betung.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian kali ini berjalan dengan efektif, terdapat batasan masalah yang dicantumkan penulis pada proposal ini, yaitu :

1. Jenis bambu yang digunakan adalah bambu betung (*Dendrocalamus asper*) yang berasal dari Cilegon, Banten
2. Media perendaman pertama yang digunakan ialah air laut yang didapat dari pantai anyer, Banten.
3. Media perendaman kedua yang digunakan ialah air sungai yang didapat dari sungai di daerah Bulakan, Kota Cilegon, Banten.
4. Media perendaman ketiga yang digunakan ialah air destilasi yang didapat dari air galon destilasi.
5. Mengabaikan pembahasan mengenai serat tandan kosong, bubuk kayu sengon, dan PVAc.
6. Pengujian sifat termal dibatasi hanya dengan uji TGA dan paparan panas terhadap papan partikel.

1.5 Manfaat Penelitian

Yang diharapkan penulis pada penelitian kali ini adalah memiliki manfaat yaitu antara lain sebagai berikut :

1. Mampu mengurangi penggunaan kayu sebagai bahan baku.
2. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi yang baik untuk peneliti selanjutnya.
3. Memotivasi masyarakat agar dapat menggunakan bahan yang mudah didapat dan ramah lingkungan.
4. Memberikan informasi yang baik kepada khalayak.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Papan Partikel

Jika dibandingkan dengan kayu asli, papan partikel memiliki kelebihan yaitu bebas dari mata kayu, serpihan atau retakan, ketebalan seragam, mudah untuk dikerjakan, dan memiliki sifat isotropik. Kerapatan dan ukuran papan partikel juga dapat dilakukan penyesuaian dalam hal sifat, kebutuhan dan kualitas. Kestabilan dimensi papan partikel yang rendah merupakan kelemahannya (Putra, 2011).

Menggunakan perekat dan pengepresan, bahan lignoselulosa dan partikel kayu digabungkan untuk membuat papan partikel, sejenis produk komposit atau panel kayu. Papan partikel dikategorikan menjadi tiga kelas berdasarkan kerapatannya, yaitu papan partikel dengan kerapatan rendah, sedang, dan tinggi (Maloney, 1993).

Menggunakan perekat dan pengepresan, bahan lignoselulosa dan partikel kayu digabungkan untuk membuat papan partikel, sejenis produk komposit atau panel kayu. Papan partikel dikategorikan menjadi tiga kelas berdasarkan kerapatannya, yaitu papan partikel dengan kerapatan rendah, sedang, dan tinggi (Maloney, 1993).



Gambar 2. 1 Papan Partikel

(Sumber : indonesian.alibaba.com)

2.2 Komposit

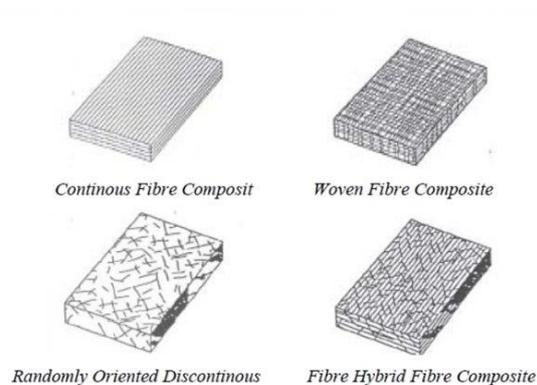
Komposit adalah sebuah pergabungan antara dua material multifasa yang memiliki interface makroskopis yang bisa dibedakan secara makro dan memiliki sifat yang merupakan penggabungan sifat positif material penyusunnya (Ferdian dkk. 2018). Hasil dari produk komposit ini antara lain merupakan tekstil Teknik, yaitu tekstil yang dibuat untuk fungsi tertentu dengan lebih mengutamakan sifat-sifat Teknik maupun unjuk kerjanya dibandingkan dengan menampilkan estetika dan dekoratif. Bahan bakunya antara lain adalah logam, mineral dan serat alam (Mutia dkk., 2016).

2.3 Klasifikasi Komposit

Komposit sendiri dibagi menjadi 3 macam, yaitu komposit serat, komposit partikel, dan komposit struktural, antara lain sebagai berikut :

1. Komposit Serat

serat atau *fibre composite* merupakan komposit yang menggunakan serat sebagai bahan penyusunnya. Serat yang terdapat pada komposit ini berfungsi sebagai penompang kekuatan komposit sehingga tinggi dan rendah komposit tergantung pada serat yang digunakan.

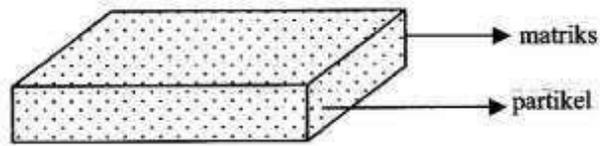


Gambar 2. 2 Komposit Serat

2. Komposit Partikel

Komposit partikel merupakan komposit yang diisi oleh *reinforcement* yang berbentuk partikel atau serbuk. Komposit jenis ini digunakan untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan material. Tingkat

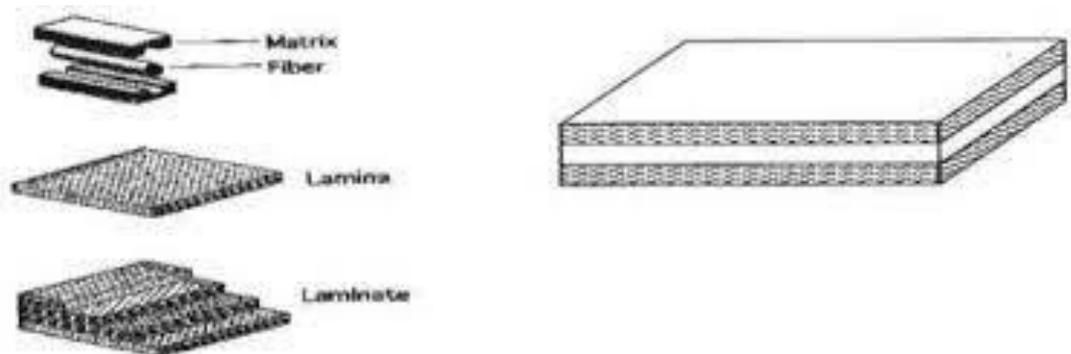
penguatan atau perlakuan mekanik tergantung pada ikatan yang kuat yang terdapat pada antarmuka partikel matrik.



Gambar 2. 3 Komposit Partikel

3. Komposit Stuktural

Komposit struktural bisaanya terdiri dari bahan homogen dan bahan komposit, sifat-sifatnya tidak hanya tergantung pada sifat bahan penyusunnya tetapi juga pada design geometris dari strukturnya. Komposit laminar dan panel sandwich adalah dua komposit struktural yang umum.



Gambar 2. 4 Komposit Lapis

2.4 Bambu

Bambu termasuk kedalam keluarga *Graminae* (rumput-rumputan) atau disebut juga *Hiant Grass* (rumput raksasa), berumpun dan terdiri dari sejumlah batang (buluh) yang tumbuh secara bertahap, dari mulai rebung, batang muda dan sudah dewasa pada umur 4-5 tahun. Batang bambu berbentuk silindris, berbuku-buku, beruas-ruas berongga kadang-kadang masif, berdinding keras, pada setiap buku terdapat mata tunas atau cabang. Akar bambu terdiri atas rimpang (rhizon) berbuku dan beruas, pada buku akan ditumbuhi oleh serabut dan tunas yang dapat tumbuh menjadi batang.

Dari kurang lebih 1.000 spesies bambu dalam 80 genera, sekitar 200 species dari 20 genera ditemukan di Asia Tenggara (Dransfield dan Widjaja, 1995), sedangkan di Indonesia ditemukan sekitar 60 jenis. Tanaman bambu Indonesia ditemukan di dataran 2 rendah sampai pegunungan dengan ketinggian sekitar 300 m dpl. Pada umumnya ditemukan ditempat-tempat terbuka dan daerahnya bebas dari genangan air.

Dalam kehidupan masyarakat pedesaan di Indonesia, bambu memegang peranan sangat penting. Bahan bambu dikenal oleh masyarakat memiliki sifat-sifat yang baik untuk dimanfaatkan, antara lain batangnya kuat, ulet, lurus, rata, keras, mudah dibelah, mudah dibentuk dan mudah dikerjakan serta ringan sehingga mudah diangkut. Selain itu bambu juga relatif murah dibandingkan dengan bahan bangunan lain karena banyak ditemukan di sekitar pemukiman pedesaan. Bambu menjadi tanaman serbaguna bagi masyarakat pedesaan.

Bambu dalam bentuk bulat dipakai untuk berbagai macam konstruksi seperti rumah, gudang, jembatan, tangga, pipa saluran air, tempat air, serta alat-alat rumah tangga. Dalam bentuk belahan dapat dibuat bilik, dinding atau lantai, reng, pagar, kerajinan dan sebagainya. Beberapa jenis bambu akhir-akhir ini mulai banyak digunakan sebagai bahan penghara industri supit, alat ibadah, serta barang kerajinan, peralatan dapur, topi, tas, kap lampu, alat musik, tirai dan lain-lain. Sering ditemui barang-barang yang berasal dari bambu yang dikuliti khususnya dalam keadaan basah mudah diserang oleh jamur biru dan bulukan sedangkan bambu bulat utuh dalam keadaan kering dapat diserang oleh serangga bubuk kering dan rayap kayu kering. Tanaman bambu hidup merumpun, kadang-kadang ditemui berbaris membentuk suatu garis pembatas dari suatu wilayah desa yang identik dengan batas desa di Jawa.

2.4.1 Manfaat Bambu Secara Ekologi

Setelah dilakukan penelitian didapat bahwa, 1 hektar tanaman bambu bisa menyerap lebih dari 12 ton karbondioksida. Bukan hal aneh jika bambu termasuk tanaman C3 dan efisien untuk konversi air sehingga EBF (*Environment Bambu Foundation*) menerima laporan dari beberapa

negara yang menyatakan bahwa debit air telah meningkat dan dalam beberapa kasus mata air baru telah muncul setelah penanaman bambu selama beberapa tahun.

Bambu mampu menyerap 90% curah air hujan, dibandingkan dengan pohon lain yang diperkirakan hanya bisa menyerap sebanyak 35-40%. Oleh karena itu bambu memiliki beberapa kegunaan antara lain, :

- a) volume air dibawah tanah menjadi meningkat,
 - b) konservasi lahan,
 - c) perbaikan lingkungan
 - d) bambu kuat terhadap gempa jika dijadikan sebagai bahan bangunan
- (Widnyana. K, 2012).

2.4.2 Morfologi Bambu

1. Akar

Tanaman bambu memiliki akar yang rapat dan kokoh yang dapat mengikat tanah untuk mencegah erosi. Kemudian, di dekat batang, muncul buku-buku akar yang berfungsi menopang batang dan memberikan sumber makanan bagi batang. (Berlin dan Estu, 1995).

2. Batang

Batang bambu yang mudah muncul dari permukaan rimbangnya yang berbentuk kerucut, sering disebut juda dengan "rebung". Rebung awalnya cukup lunak, tetapi akan cepat mengeras. Hal ini terjadi akibat pertumbuhan dan perkembangan bambu yang pesat, yang mencapai ukuran maksimalnya setelah 2-4 bulan atau pada musim hujan berlangsung. (Berlin dan Estu, 1995).

Ranting mulai terbentuk setelah pembentukan memanjang berakir. Batang bambu berbentuk bulat dengan diameter 1-20 cm tiap batang beruas (berintende) dengan panjang 50-69 cm dan antara ruas satu dengan yang lain. Batang bambu yang masih muda mempunyai pelepah yang berwarna coklat kekuning-kuningan (Wahyudin, 2008).

3. Daun

Bambu memiliki daun tunggal, berselang-seling, berbentuk lenset dengan pelepa yang rontok secara alami. Susunan urat daun mengikuti panjang daun.

4. Batang

Tanaman bambu sering tumbuh subur di ruang terbuka yang bebas genangan air, baik di dataran rendah hingga daerah pegunungan dengan ketinggian 300 mdpl atau lebih di atas permukaan laut. Bambu dapat tumbuh subur di iklim tropis dan supertropis dengan suhu antara 8,80°C hingga 360°C. Tanaman bambu juga membutuhkan minimal 1.020 mm curah hujan tahunan dengan kelembaban 80%. Di Indonesia, bambu dapat tumbuh subur dalam berbagai kondisi iklim. Semakin basah lingkungannya makin banyak juga jenis bambunya. Karena tanaman bambu termasuk jenis tanaman yang membutuhkan banyak air, hal ini sangat terkait dengan jumlah curah hujan yang turun. Bambu adalah tanaman dengan rumpun berkumpul, batang lurus, elastis, permukaan kulit batang kasar, tinggi 20-25 meter, ujung batang melengkung, daging batang kuat, tahan lama dengan tebal 1,5-2,5 cm, panjang ruas 25-40 cm, diameter rebung 15 cm, tinggi rebung hingga 30 cm, dan terdapat 72 batang per rumpunnya. (Wahyudin, 2008).

2.4.3 Bambu Betung

Bambu betung (*Dendrocalamu asper*) memiliki sifat yang keras dan kuat, tingginya bisa mencapai 20-30 m dan diameter batang 8-20 cm. Bambu memiliki nilai kekuatan Tarik sebesar 1000 sampai 4000 kg/cm³ yang setara dengan besi baja berkualitas sedang. Besarnya nilai kekuatan tarik dari bambu merupakan pilihan alternatif, karena bambu mempunyai potensi yang tinggi, murah, kuat dan kemampuan seperti baja sebagai tulangan beton (Handayani, 2016).

Tabel 2. 1 Sifat Fisik Bambu Betung

(Sumber : Supriadi, 2019)

<i>Items</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>
<i>Compressive Strenght</i>	37 – 43	Mpa
<i>Shear Strength</i>	6,8 – 8,9	Mpa
<i>Tensile Strength</i>	151 – 217	Mpa
<i>Water Content</i>	11,2 – 12,7	%



Gambar 2. 5 Bambu Betung
(*Dendrocalamu asper*)

2.5 Media Perendaman Bambu

2.5.1 Air Sungai

Air sungai merupakan tempat air berkumpul dan dimuarakan ke pantai, maka kegiatan yang dilakukan di sepanjang DAS (Daerah Aliran Sungai) sedikit banyak akan mempengaruhi pantai, karena terdapat hubungan yang erat antara sungai dan pantai (Suripin, 2004).

2.5.2 Air Laut

Air laut memiliki konsentrasi garam yang bervariasi, umumnya kadar air garam air laut adalah sekitar 33.000 mg/l. Larutan garam ini ialah larutan elektrolit. Ada sekitar 100 molekul garam

untuk setiap satu molekul air. Rasio ion terhadap molekul air adalah sekitar 150:1. Medan listrik yang kuat mengelilingi ion, dan air di sekitar ion juga memiliki medan listrik yang kuat. Air laut mungkin secara fisik berbeda dari air tanah karena air laut mengandung garam. (Gabriel, 2001).

2.5.3 Air Destilasi

Proses penyulingan (destilasi) digunakan untuk memisahkan cairan murni dari campuran cairan lain dengan titik didih yang berbeda atau dari cairan yang telah tercemar senyawa terlarut. Cairan yang dibutuhkan dipanaskan sampai menguap, di mana uap dikirim melalui kondensor, yang kemudian uapnya mencair kembali. Lalu dari hasil destilasi ini cairan yang dihasilkan disebut destilat. Laboratorium kimia dan juga bidang medis sering memanfaatkan air murni ini (Pitojo, 2003)

Aquades adalah pelarut yang bisa dibilang lebih baik jika dibandingkan dengan hampir semua cairan yang umum dijumpai. Banyak senyawa organik polar netral seperti gula, alkohol, aldehida, dan keton, serta senyawa organik polar lainnya dengan gugus fungsional netral langsung larut dalam aquades (Lehninger, 1982).

Aquades merupakan air suling yang telah dibersihkan dari semua kontaminan atau zat pengotor untuk memastikan kemurniannya airnya. Aquades ini tidak memiliki rasa, hambar, dan transparan. Biasanya aquades digunakan untuk membersihkan peralatan laboratorium dari kontaminan (Petrucci, 2008) Standar mutu air demineral yaitu SNI 01-3553-2006 dan SNI 01-6241-2000 sebagaimana ditunjukkan pada Tabel dibawah ini yang merupakan acuan untuk standar mutu Aquades. Air demineral adalah air yang telah mengalami prosedur pemurnian termasuk deionisasi, destilasi, dan prosedur yang serupa (Khotimah dkk, 2018).

Tabel 2. 2 Standar Mutu Air Demineral

Parameter	Jenis Material	Sumber
TDS	Maks. 10 mg/L	SNI 01-3553-2006
PH	5,0 – 7,5	SNI 01-3553-2006
DHL	Maks. 1,3 mS/cm	SNI 01-6241-2006

2.6 Uji Termal

Menurut penelitian, konduktivitas termal adalah laju perpindahan panas melalui ketebalan unit material per satuan luas per gradien suhu, nilai konduktivitas termal tertinggi menunjukkan bahwa material tersebut adalah konduktor, sementara konduktivitas termal yang rendah menunjukkan material tersebut adalah isolator. (Kittel, 1980)

2.6.1 Paparan Panas

Proses paparan panas terhadap bahan komposit dapat diamati dalam dekomposisi termal. Dekomposisi termal sendiri merupakan reaksi kimia di mana senyawa tunggal akan memecah menjadi dua ataupun lebih apabila menerima energi panas. Analisa Termogravimetri (TGA) memiliki peran penting dalam proses dekomposisi termal suatu material khususnya komposit. Analisa ini adalah salah satu cara yang dinilai cepat dan efektif apalagi dalam segi biaya. Pada proses paparan panas digunakan prosedur pengujian dengan standar ASTM D 1758-06 dengan ukuran sampel uji 2cm x 2cm x 46cm. yang akan dipanaskan dalam oven dengan suhu 100, 200 dalam waktu 60 menit.

Saat proses dekomposisi maka akan terjadi perubahan fisik dan kimia. Bisa perubahan dari padat ke cair kemudian ke gas, pembentukan kristal dan sebagainya.

2.6.2 Uji Thermogravimetric Analysis

Uji TGA merupakan sebuah Analisa yang dilakukan untuk mengetahui perubahan sifat benda uji terhadap suhu terutama degradasi

termalnya. Metode ini berfungsi sebagai alat untuk memahami fenomena termal yang terkait antara material nano dan komposit polimer saat mengalami pemanasan dalam kondisi laju pemanasan dan suhu yang sudah ditentukan.

TGA ini merupakan analisis yang memantau massa sampel terhadap waktu, suhu pada tungku lingkungan yang dikendalikan. Adapun peralatan yang digunakan pada proses TGA adalah :

1. Oven
2. Timbangan Mikro
3. Pengontrol Suhu
4. Sistem Akuisisi data

Ada beberapa jenis analisa termogravimetri yang mewakili cara berbeda untuk menerapkan panas pada sampel, berikut ini adalah jenis-jenis nya :

1. Termogravimetri isothermal atau statis: Suhu konstan
2. Termogravimetri dinamis: Suhu diubah secara linier
3. Termogravimetri Kuasi Statis: Serangkaian peningkatan suhu

Standar utama yang digunakan pada tes ini adalah, Standar ASTM E1131 atau Standar ISO 11358-1. Dengan massa benda pengujian 2,0 mg.

2.6.3 Diferensial Scanning Calorimetry (DSC)

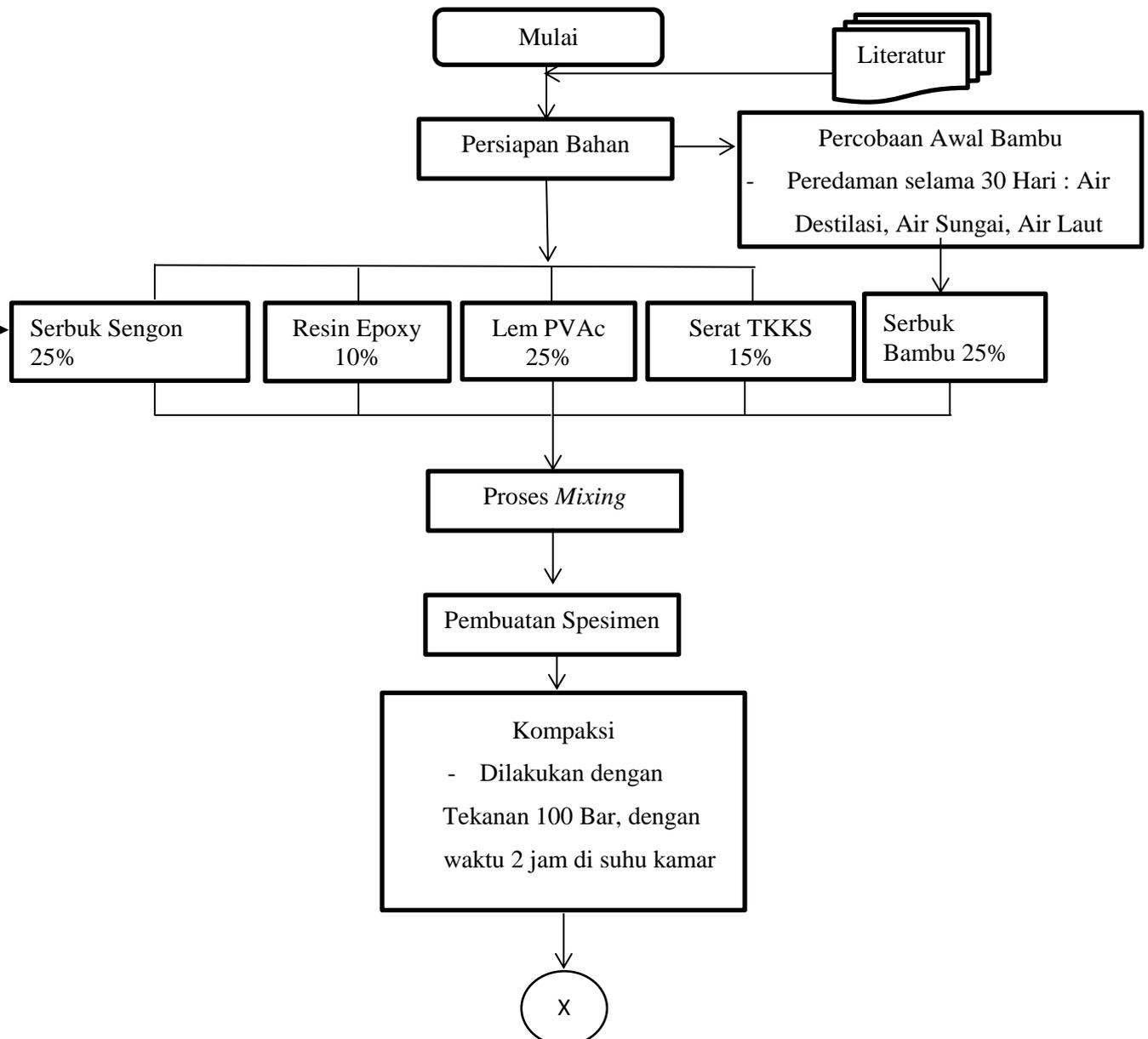
DSC adalah metode lain untuk menganalisis sifat bahan secara termal, pada DSC yang diukur adalah entalpi pada sampel akibat perubahan fisik dan kimia pada sampel sebagai fungsi suhu dan waktu. Pengujian ini akan memperlihatkan stabilitas termal yang terjadi akibat perubahan fasa berupa pelelehan. Pada pengujiannya Sampel dipanaskan dalam oven DSC di dalam wadah aluminium pada tekanan udara atmosfer nitrogen. Pemanasan dilakukan hingga temperatur 600°C .

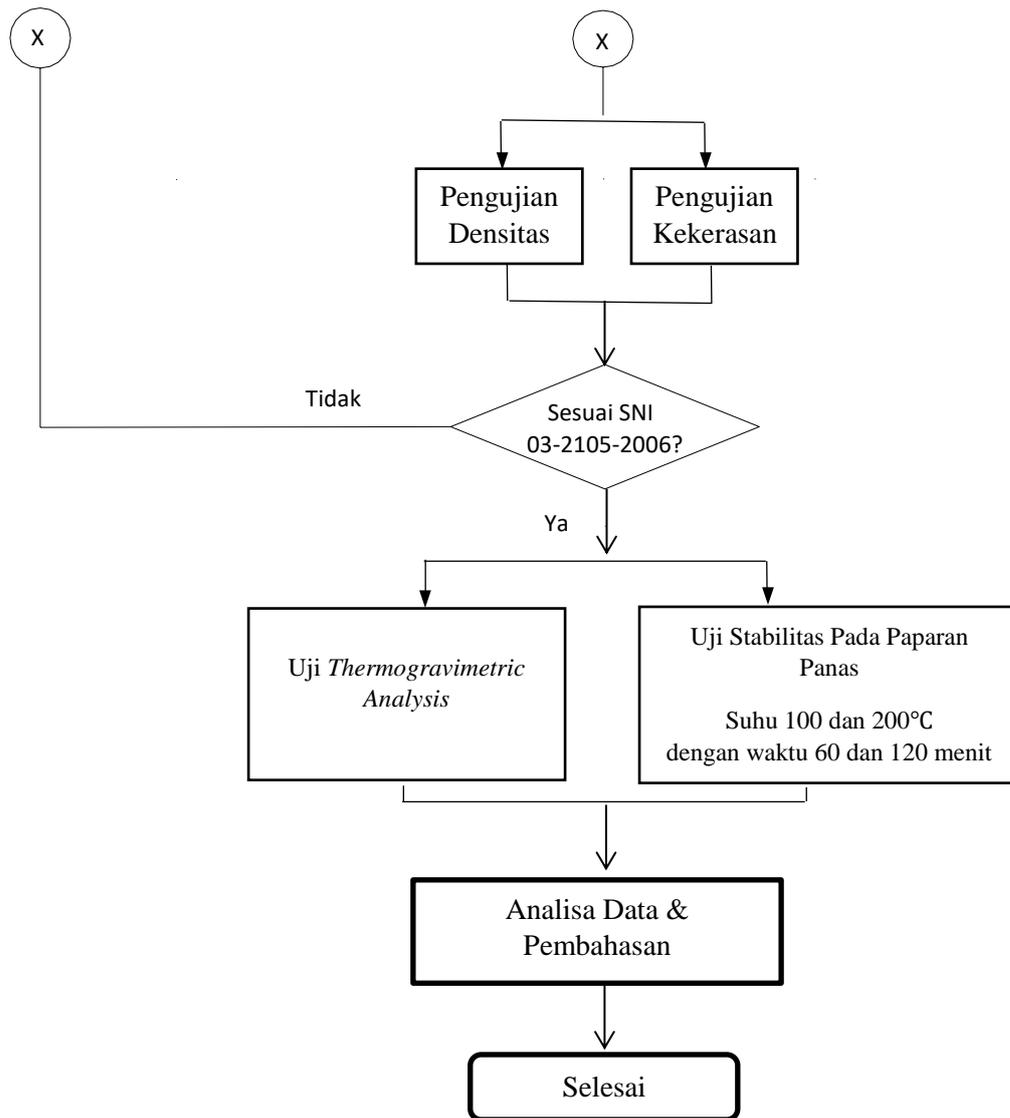
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian kali ini dilengkapi dengan diagram alir penelitian yang bisa dilihat pada gambar berikut ini :





Gambar 3. 1 Diagram Alir Percobaan

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

1. Alat
 - a. Wadah
 - b. Papan Cetak
 - c. Kikir
 - d. Gergaji Kayu
 - e. Ayakan
 - f. *Mixer*

- g. Timbangan
- h. Penggaris
- i. Jangka Sorong
- j. Mikrometer Sekrup
- k. Gerinda Tangan

2. Bahan

- a. Serbuk Cangkang Telur
- b. Serbuk Bambu
- c. Serbuk Kayu Sengon
- d. Lem PVAc
- e. Resin Epoxy
- f. Larutan NaOH 5%

3.3 Prosedur Penelitian

Berikut ini adalah prosedur penelitian yang sebagaimana tertera di gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian antara lain adalah :

3.3.1 Persiapan Bahan

1. Pembuatan Serbuk dan Serat Bambu

- a. Melakukan pengukuran pH air pada air laut, air sungai, dan air destilasi.
- b. Bambu dibersihkan dan dipotong menjadi beberapa bagian dengan berat yang sama yaitu 2.6 kg, yang nantinya akan dilakukan perendaman pada air laut, air sungai, dan air destilasi selama 30 hari.
- c. Bambu diambil dan dibersihkan dari kotoran yang menempal saat direndam. Lalu dikeringkan selama beberapa hari untuk mengurangi kadar air pada bambu.
- d. Setelah kering bambu dipotong menjadi 4 bagian lalu di kikir hingga menjadi serbuk.

- e. Bambu yang sudah di kikir lalu diayak dengan mesh 35 agar menjadi serbuk yang lebih halus.

2. Pembuatan Serbuk Sengon

Serbuk kayu sengon merupakan salah satu bahan yang digunakan untuk membuat papan partikel. Serbuk kayu sengon ini didapatkan dari Ciamis, Jawa Barat. yang nantinya serbuk ini akan diayak juga menggunakan mesh 35 untuk mendapatkan serbuk yang lebih halus.

3. Pembuatan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

- a. Tandan kosong kelapa sawit yang masih utuh dibelah menjadi 2 bagian.
- b. Tandan kosong kelapa sawit yang sudah dibelah lalu dikeringkan dibawah sinar matahari selama beberapa hari untuk mengurangi kadar air.
- c. Setelah kering pisahkan serat tandan kosong kelapa sawit dengan kulitnya.
- d. Serat yang sudah dipisahkan dipotong dengan panjang 15 mm dengan gunting.
- e. Serat yang telah dipotong direndam dalam larutan alkali 5% untuk menghilangkan zat pengotor pada serat selama 2 jam.
- f. Setelah itu serat dikeringkan dibawah sinar matahari untuk menghilangkan kadar air.

3.3.2 Proses Pengomposisian

Proses ini untuk menentukan berapa berat yang dibutuhkan untuk membuat papan partikel dari dari setiap bahan yang sudah ditentukan. Adapun densitas serat dan serbuk bambu $0,6 \text{ g/cm}^3$, serat TKKS $0,7 \text{ g/cm}^3$, serbuk sengon $0,44 \text{ g/cm}^3$, resin epoxy $1,1 \text{ g/cm}^3$, dan perekat PVAc $1,07 \text{ g/cm}^3$.

Volume cetakan = $P \times L \times t$

$$\begin{aligned}
&= 200 \times 200 \times 18 \\
&= 720000 \text{ mm}^3 \\
&= 720 \text{ cm}^3.
\end{aligned}$$

Perhitungan Massa bahan ($V\% \times V_{\text{cetakan}} \times \rho$) :

1. Serbuk dan partikel bambu = $25\% \times 720 \times 0,7 = 108 \text{ gr}$
2. Serbuk sengon = $25\% \times 720 \times 0,44 = 79.2 \text{ gr}$
3. Serat tandan kosong kelapa sawit = $15\% \times 720 \times 0,7 = 75.6 \text{ gr}$
4. Resin epoxy = $10\% \times 720 \times 1,1 = 79.2 \text{ gr}$
5. PVAc = $25\% \times 720 \times 1,07 = 192.6 \text{ gr}$

3.3.4 Proses Pembuatan Sampel

1. Proses Mixing

- a. Mencampurkan serat TKKS, serbuk kayu sengon, serat dan
- b. serbuk bambu.
- c. Setelah ketiga bahan tercampur, masukan resin epoxy dan
- d. perekat PVAc.
- e. Aduk semua bahan hingga tercampur dengan merata.
- f. Bahan yang sudah dicampur didiamkan beberapa menit untuk
- g. mencegah kebocoran saat proses kompaksi.

2. Proses Kompaksi

Proses kompaksi dilakukan dengan memasukan campuran komposit yang sudah merata kedalam cetakan berukuran 200x200x70 mm untuk dipress dengan tekanan 100 bar dan ditahan selama 120 menit.

3. Proses Sintering

Proses selanjutnya adalah sintering dimana sampel dipanaskan di dalam oven hingga suhu 150°C dan ditahan selama 30 menit. Proses ini bertujuan untuk perekatan antara partikel pada papan partikel.

3.3.5 Proses Pengujian

1. Prosedur Pengujian Kekerasan

Pengujian ini dilakukan menggunakan *durometer*, dimana yang digunakan adalah *Shore D*. untuk dimensi sampel yang digunakan adalah 70 x 35 x 14 mm, sesuai dengan standar ISO 868. Berikut adalah cara pengujiannya :

- a. Memilih indentor dan pembebanan sesuai dengan skala yang diinginkan.
- b. Indentor dikontakan dengan benda uji dalam arah tegak lurus terhadap permukaan dan melakukan penekanan.
- c. Penekanan ditahan selama 30 detik, kemudian dihilangkan.
- d. Mengukur hasil diameter lekukannya.

2. Prosedur Pengujian Densitas

Pada pengujian ini digunakan standar SNI 03-2105-2006 dimana sampel yang digunakan berukuran 100 x 100 x 15 mm. adapun prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut :

- a. Mengukur dimensi spesimen meliputi panjang, lebar, dan tebal.
- b. Menimbang spesimen menggunakan timbangan
- c. Menghitung densitas dengan membagi massa spesimen dengan volumenya

3. Prosedur Pengujian *Thermogravimetri Analysis*

Uji TGA ini masuk kedalam salah satu pengujian termal material, yang memiliki tujuan untuk mengetahui stabilitas termal dari hasil campuran komposit. Pada prinsip nya metodi ini digunakan untuk mengukur berkurangnya massa material ketika dipanaskan dari temperature kamar sampai ke temperature tinggi.

Pengujian ini perlu dilakukan agar kita dapat mengetahui kualitas material khususnya sifat mekanik nya. Pengujian ini dilakukan dengan cara meletakkan sampel di atas cawan yang ada di

dalam mesin. Setelah itu diisi data berat awal untuk tiap sampel dengan maksimal berat 20mg. setelah itu kondisi mesin dialiri udara kering dari tabung gas dengan kecepatan tertentu. Program pengoperasian mesin berupa kecepatan pemanasan, jarak temperatur, dan pendinginan dilakukan dengan melalui pemasukan data ke komputer. Analisa dilakukan dengan menaikkan temperatur secara bertahap dan analisa berat terhadap temperatur, sehingga didapatkan kurva hasil pengujian.

Pada proses ini dilakukan pengujian sesuai standar ASTM E1131 dengan cara sebagai berikut :

1. Siapkan sample komposit yang akan dilakukan pengujian. Dengan massa 2,0 mg sesuai standar ASTM E1131
2. Sampel dipanaskan dari suhu sekitar hingga suhu 100° dalam nitrogen atau udara.
3. Hitung penurunan berat, dan perubahan ukurannya.
4. Pengukuran dilakukan di ruangan yang memiliki kelembapan dan steril.

4. Stabilitas Dimensi Pada Paparan Panas

Pada metode ini dilakukan agar kita dapat mengetahui stabilitas bobot dan dimensi dari papan partikal setelah terkena paparan panas. Pengujian ini dilakukan mengikuti prosedur ASTM D 1758-06 dengan menghitung presentase kehilangan berat. Adapun persamaan untuk menghitung presentase kehilangan berat adalah

$$KB = \frac{B1 - B2}{B1} \times 100\%$$

Dengan KB adalah presentse kehilangan berat (%). B1 merupakan berat sebelum uji coba dan B2 adalah berat setelah uji coba.

Berikut ini prosedur pengujian stabilitas dimensi ketebalan pada paparan panas papan partikel

1. Sampel dikeringkan dengan oven pada suhu 100 °C selama 60 menit (T1).

2. Sampel dikeringkan dengan oven pada suhu 200 °C selama 60 menit (T2).

$$TS \% = \frac{T_1 - T_2}{T_2} \times 100\%$$

Dimana :

TS = Ketebalan (%)

T_1 = Tebal sampel sebelum pengujian (g)

T_2 = Tebal sampel sesudah pengujian (g)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Media Perendaman

Penelitian ini menggunakan 3 jenis air sebagai media perendaman, ketiga air tersebut adalah air laut, air sungai, dan air destilasi. Pemilihan 3 jenis air tersebut tidak luput dari proses pengawetan bambu yang terdapat 2 proses pengawetan yaitu secara alami dan sintesis. Selain itu menggunakan air sebagai media perendaman adalah cara yang paling minim biaya untuk proses pengawetan bambu. Proses perendaman sendiri dikenal sebagai proses pengawetan tradisional baik menggunakan air kolam maupun air mengalir sebagai medianya.

4.1.1 Kadar pH Air

Kadar pH air ini adalah suatu ukuran yang bisa kita gunakan untuk mengukur tingkat asam dan basa jenis air yang digunakan. Untuk rentang ukuran pH air sendiri adalah dimulai dari 0-14, dimana untuk kategori air yang asam rentang nya adalah 0-6, sedangkan air dengan kadar basa terdapat di rentang nilai 6-14. Untuk air yang memiliki nilai pH 7 maka masuk kedalam kategori netral.

Untuk ini pada penelitian ini dilakukan pengecekan pH pada 3 media perendaman yang dilakukan sebelum dan sesudah perendaman. Yang di tunjukan pada tabel berikut ini :

Tabel 4. 1 Kadar PH sebelum dan sesudah perendaman

Media Perendaman	Nilai pH	
	Sebelum Perendaman	Setelah Perendaman
Air Laut	7,17	6,15
Air Destilasi	6,89	6,52
Air Sungai	6,78	6,17

Dari data yang didapat terlihat bahwa nilai pH air dari tiga jenis media perendaman memiliki kisaran yang sama yaitu di rentang 6 – 8 dimana nilai tersebut masuk kedalam kategori netral. Dimana untuk urutan nilai pH sebelum perendaman yaitu Air Laut – Air Destilasi – Air sungai. Kemudian setelah dilakukan proses perendaman bambu selama 30 hari ternyata terdapat penyusutan nilai pH dimana untuk air laut terjadi penyusutan pH sebesar 1.02. kemudian untuk kadar pH air destilasi mengalami penyusutan sebesar 0.37 dan untuk air sungai terjadi penyusutan sebesar 0.61. penyusutan pH tersebut terjadi karena adanya proses perendaman yang cukup lama (Handayani dkk, 2015) sehingga menyebabkan partikel – partikel yang terkandung seperti senyawa asam dalam bambu terlepas dan meluruh kedalam air rendaman sehingga nilai pH menjadi rendah dah masuk kedalam kategori asam.

4.1.2 Kadar TDS Media Perendaman

TDS atau *Total Dissolve Solid* adalah jumlah zat padat yang terlarut dalam air. Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai TDS sendiri adalah bahan organik dari material yang berhubungan dengan air atau media perendaman. Dari data yang sudah diambil pada penelitian ini, terlihat faktor yang menyebabkan meningkatnya nilai TDS adalah partikel padat yang terdapat pada bambu, meluruh kedalam air, ditunjukkan pada tabel berikut ini :

Tabel 4. 2 Nilai TDS air sebelum dan sesudah perendaman

Media Perendaman	Nilai TDS (PPM)	
	Sebelum Perendaman	Sesudah Perendaman
Air Laut	104	449
Air Destilasi	6	317
Air Sungai	36	447

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat yaitu pH meter, dimana setelah dilakukan pengukuran didapatkan nilai pH air dari tiga jenis media air perendaman yaitu Air Laut, air destilasi, dan air sungai. Ketika belum dilakukan perendaman nilai TDS tertinggi yaitu pada air laut dengan nilai mencapai 104 PPM, kemudian diikuti dengan air laut dengan 36 PPM dan yang paling kecil yaitu air destilasi yaitu hanya 6 PPM. Setelah dilakukan perendaman selama 30 hari nilai TDS air perendaman mengalami kenaikan yang sangat signifikan dimana pada air sungai naik menjadi 447 PPM, kemudian air laut menjadi 449 PPM yang mana menjadikannya nilai TDS terbesar setelah proses perendaman dan terakhir air destilasi yaitu 317 PPM. Peningkatan nilai TDS ini disebabkan oleh partikel – partikel yang berasal dari bambu yang meluruh ke dalam air rendaman sehingga menyebabkan angka TDS air rendaman menjadi meningkat (Kustiyaningsih & Irawanto, 2020)

4.2 Sifat Mekanis Papan Partikel Setelah diberi Paparan Panas

Sifat mekanik adalah sifat yang menampakan kelakuan dari sebuah material ketika material tersebut diberi beban baik dinamik ataupun static. Sifat mekanik memiliki beberapa jenis, tetapi pada penelitian ini hanya dilakukan 1 jenis penelitian yaitu kekerasan.

4.2.1 Kekerasan

Salah satu sifat mekanik material adalah kekerasan, kekerasan adalah sebuah kemampuan material untuk menerima gaya yang terdiri dari penetrasi dan kekuatan berupa tegangan tanpa terjadi patah. Berikut adalah hasil uji kekerasan papan partikel sebelum dilakukan uji paparan panas.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kekerasa Durometer Shore D (Kgf/N)

Media Perendaman	Kode Sampel	Nilai Kekerasan Durometer Shore D (Kgf/N)	Rata - Rata Kekerasan Durometer Shore D (Kgf/N)
Air Sungai	PAS01	31	39.33
	PAS02	52.5	
	PAS03	34.5	
Air Destilas	PAD01	51	41.00
	PAD02	40.5	
	PAD03	31.5	
Air Laut	PAL01	40	46.38
	PAL02	45	
	PAL03	55.5	

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat diketahui bahwasannya untuk sampel yang memiliki nilai kekerasan durometer shore D sebelum terkena paparan panas dengan urutan paling tinggi yaitu pada sampel dengan perendaman menggunakan air laut yaitu mencapai 46,38 Kgf/N kemudian diikuti dengan sampel perendamaan menggunakan air destilasi dengan nilai kekerasan mencapai 41 Kgf/N dan nilai kekerasan paling rendah dimiliki oleh sampel dengan perendaman air sungai yaitu hanya sebesar 39.33 Kgf/N.

Sementara Tabel 4.4 di bawah adalah hasil uji kekerasan menggunakan Durometer Shore D, dimana didapat hasil bahwa terjadi penurunan kekerasan setelah diberi suhu 100°C . didapat nilai paling tinggi pada papan partikel dengan media air sungai. Dari nilai rata-rata awal 39.33 turun ke angka 24.83, diikuti air laut dari 46.38 menjadi 43.16 sementara perendaman pada air destilasi mengalami kenaikan densitas dari 41.00 menjadi 42.33.

Tabel 4. 4 Hasil Uji Kekerasan Setelah diberi Suhu 100°C

Media Perendaman	Kode Sampel	Nilai Kekerasan Durometer Shore D (Kgf/N)	Rata - Rata Kekerasan Durometer Shore D (Kgf/N)
Air Sungai	PAS01	20.5	24.83
	PAS02	25.5	
	PAS03	28.5	
Air Destilas	PAD01	42	42.33
	PAD02	40	
	PAD03	45	
Air Laut	PAL01	42	43,16
	PAL02	44.5	
	PAL03	43	

Tabel 4. 5 Hasil Uji Kekerasan Setelah diberi suhu 200°C

Media Perendaman	Kode Sampel	Nilai Kekerasan Durometer Shore D (Kgf/N)	Rata - Rata Kekerasan Durometer Shore D (Kgf/N)
Air Sungai	PAS01	15	16.83
	PAS02	19.5	
	PAS03	16	
Air Destilas	PAD01	43.5	42.00
	PAD02	48	
	PAD03	34.5	
Air Laut	PAL01	45.5	44.83
	PAL02	47	
	PAL03	42	

Pada pengujian kekerasan selanjutnya, dengan suhu 200°C hasilnya tidak jauh berbeda atau bisa dibilang konstan dimana air sungai dan

air laut mengalami penurunan kekerasan dan air destilasi stabil. Proses ini terjadi akibat penurunan kadar air yang meningkatkan kekuatan papan partikel, penguapan zat volatile, ataupun kristalisasi resin.

Sesuai dengan pernyataan Zulham, dkk (2019) kadar air mempengaruhi kekerasan papan partikel. Ini berbanding lurus dengan hasil uji penyusutan tebal dan presentase kehilangan berat, bahwa air sungai memiliki penyusutan dan kehilangan berat tertinggi sehingga terjadi penurunan nilai kekerasan pada papan partikel yang direndam di media air sungai.

Penyebab menurunnya nilai kekerasan ialah terjadi degradasi termal resin, sehingga melemahnya ikatan antar papan partikel. Hal ini selaras dengan pernyataan Effendi, dkk (2019) resin yang meleleh akibat suhu tinggi menurunkan nilai bobot isi yang artinya juga kerapatan papan partikel yang dihasilkan tidak optimal.

4.3 Sifat Fisik Papan Partikel Setelah diberi Paparan Panas

Sifat fisik merupakan sifat yang tidak bergantung pada komposisi kimia ataupun komponen mekanisnya. Sifat ini memiliki sifat yang tidak tetap. Artinya dapat berubah seiring dengan variabel yang dipakai, misalnya termal. Pada pengujian kali ini sifat fisik yang diteliti adalah uji densitas.

4.3.1 Densitas

Densitas ini bisa juga disebut kerapatan, merupakan parameter yang fungsinya memberi informasi mengenai kondisi kimia dan fisik pada bahan yang akan di uji. Pada penelitian ini menggunakan beberapa komposisi material untuk membuat suatu papan partikel. Yaitu, bambu betung, serat tandan kosong kelapa sawit, kayu sengon, juga resin *Epoxy* dan PVAc sebagai perekatnya. Dengan 3 jenis media perendaman dan disetiap perendaman diletakkan 3 sampel. Berikut ini adalah hasil pengujian densitas sebelum diberi paparan panas

Tabel 4. 6 Hasil Uji Densitas Sebelum diberi Paparan Panas

Media Perendaman	Kode Sampel	Densitas (g/cm³)	Rata Rata (g/cm³)
Air Sungai	PAS 100	0.681	0.623
	PAS 200	0.565	
Air Destilasi	PAD 100	0.581	0,659
	PAD 200	0,738	
Air Laut	PAL 100	0.828	0,806
	PAL 200	0.784	

Berdasarkan Tabel 4.8 didapat hasil sample dengan nilai densitas paling tinggi yaitu pada sampel air laut dengan tingkat kerapatan rata-rata tertinggi mencapai 0.806 g/cm^3 . dimana dari tiga sampel air laut yang memiliki nilai densitas tertinggi dan diikuti sampel air destilasi yang memiliki nilai rata-rata densitas 0.659 g/cm^3 . untuk media dengan nilai rata-rata densitas terendah adalah air sungai yaitu hanya sebesar 0.626 g/cm^3 .

Pada densitas atau kerapatan papan partikel, jenis standar yang digunakan adalah Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan spesifikasi yaitu SNI 03-2105-2006 dimana dalam standart tersebut diatur bahwasannya tingkat densitas atau kerapatan papan partikel wajib memiliki nilai densitas diantara rentang $0.4 - 0.9 \text{ g/cm}^3$. Sehingga berdasarkan hasil penelitian yang telah didapat dan dilakukan perbandingan dengan Standar Kerapatan yang digunakan maka dari ketiga sampel yang ada semuanya memenuhi standar kerapatan sesuai standar SNI03-2105-2006.

Tabel 4. 7 Nilai Densitas setelah diberi suhu 100 dan 200°C

Media Perendaman	Kode Sampel	Densitas (g/cm³)
Air Sungai	PAS 100	0.734
	PAS 200	0.589
Air Destilasi	PAD 100	0.635
	PAD 200	0,811
Air Laut	PAL 100	0.958
	PAL 200	1,527

Dari tabel 4.9 di atas menunjukkan nilai densitas setelah diberi paparan panas di suhu 100 dan 200°C. Dimana sampel PAS 100, PAD 100, dan PAL 200 menunjukkan kode sampel untuk air sungai, destilasi dan laut yang diberi temperatur 100°C. Sementara PAS 200, PAD 200 dan PAL 200 di temperatur 200°C. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai densitas mengalami kenaikan dan penurunan pada tiap tiap sampel.

Pada pengujian di temperatur 100°C air laut mengalami peningkatan nilai densitas paling tinggi dengan 0.958 g/cm³. Di ikuti air sugai diangka 0.734 g/cm³. lalu air destilasi dengan nilai densitas 0.635 g/cm³.

Sementara papan partikel yang diiberi temperatur 200°C memiliki hasil yang berbeda. Walaupun air laut tetap mengalami nilai kenaikan tertinggi dengan 1.52 g/cm³. dan diikuti air destilasi yang naik ke angka 0.811 g/cm³. Namun pada sample air sungai mengalami penurunan di angka 0.589 g/cm³. Tetapi hasil ini tetap menunjukkan papan partikel dengan nilai densitas standar sesuai dengan SNI 03-2105-2006.

Berdasarkan hasil di atas pengaruh yang menyebabkan naik turunnya nilai densitas ketika diberi temperatur tinggi adalah antara lain penguapan kadar air, pelelehan resin dan degradasi termal. Penguapan air

menyebabkan massa papan partikel berkurang sehingga densitas ya meningkat. Sementara pelelehan resin akibat polimer yang tinggi ini bisa menyebabkan dua hal yaitu peurunan dan kenaikan nilai densitas hal ini terjadi karna resin yang meleleh bisa menjadi bagian yang mengisi ruang kosong pada papan partikel sehingga massa nya bertambah dan nilai densitas nya tinggi. Sementara lelehan resin akibat degradasi termal berlebihan akan menyebabkan resin menjadi arang dan gas sehingga massa pada papan partikel menghilang begitu pun nilai densitas nya yang menjadi berkurang.

4.4 Pengujian Stabilitas Dimensi Paparan Panas

Stabilitas dimensi paparan panas pada partikel merupakan salah satu pengujian thermal, dengan tujuan memastikan papan partikel dapat mempertahankan bentuk dan ukuran saat terkena atau diberi suhu tinggi. Harapannya papan partikel bisa digunakan dalam berbagai aplikasi.

Pada pengujian dengan metode ASTM D 1758-06 ini yang dilihat adalah pengurangan berat, tebal, dan panjang dari papan partikel yang sudah dilakukan pengujian dengan cara dimasukan ke oven dengan suhu 100°C dan suhu 200°C. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan hasil pengujian.

Tabel 4. 8 Uji Paparan Panas di Suhu 100°C

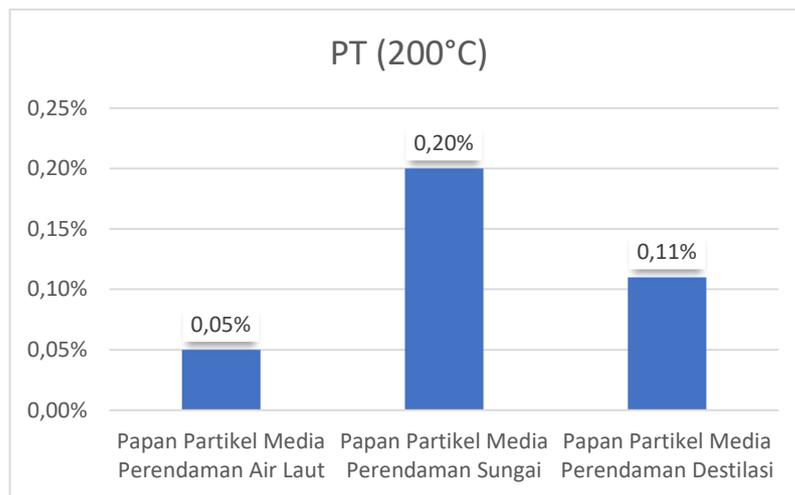
No	Media Perendaman Papan Partikel	m ₁	m ₂	TW ₁	TW ₂
1	Laut	22.6	21.7	41 x 35 x 19	37 x 34 x 18
2	Sungai	17.1	15.7	41 x 34 x 18	37 x 34 x 17
3	Destilasi	15.9	15.1	40 x 36 x 19	40 x 33 x 18

Tabel di atas menunjukkan hasil dari pengujian, dimana m₁ adalah berat sebelum dan m₂ adalah berat sesudah pengujian. Air sungai mengalami kehilangan berat paling tinggi mencapai 2g disusul air laut dan air destilasi dengan kehilangan berat sebanyak 1g dan 0,8g saja. Untuk TW₁ sendiri adalah menunjukkan panjang, lebar dan tebal sebelum di oven, lalu TW₂ mendeskripsikan sesudah dimasukan kedalam oven selama 1 jam dengan suhu 100°C. air sungai dan laut mengalami penyusutan yang sama, sementara air destilasi hanya mengalami penyusutan di lebar dan tebal papan partikel saja.

Tabel 4. 9 Uji Paparan Panas di Suhu 200°C

No	Media Perendaman Papan Partikel	m ₁	m ₂	TW ₁	TW ₂
1	Laut	21.4	19.4	41 x 35 x 19	33 x 30 x 17
2	Sungai	14.2	10.8	41 x 34 x 18	37 x 33 x 15
3	Destilasi	20.2	18.2	40 x 36 x 19	40 x 33 x 17

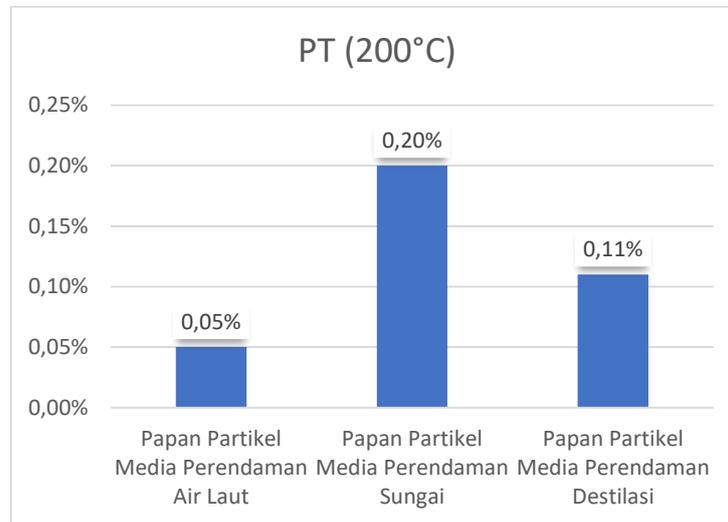
Pada tabel kedua hasil yang didapat tidak jauh berbeda dimana air sungai mengalami penurunan berat paling tinggi hingga mencapai 4g , diikuti air laut dan air destilasi yang hanya kehilangan 2g . Pada perubahan dimensi yang ditunjukkan TW₂ kali ini air sungai lebih banyak terjadi penurunan dimensi, dengan air laut di tempat kedua dan air destilasi di tempat ketiga.



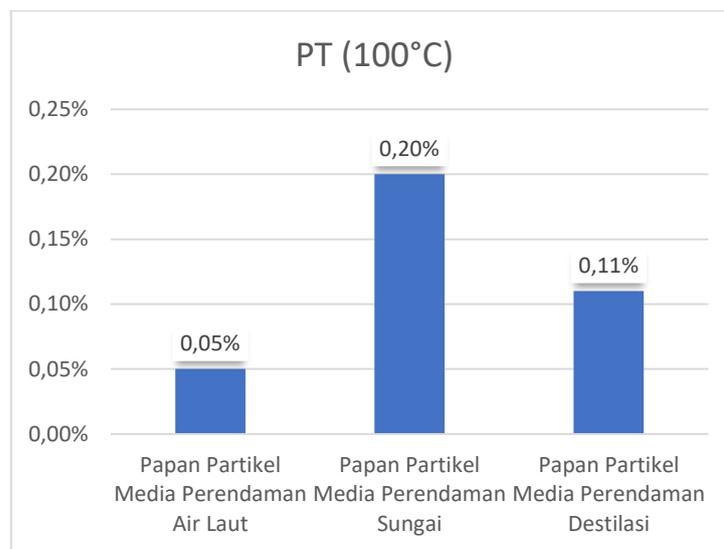
Gambar 4. 1 Grafik Presentase Kehilangan Berat Papan Partikel di Suhu 100°C

Grafik di atas menjelaskan hasil proses pengujian stabilitas dimensi paparan panas dengan presentase kehilangan berat pada suhu 100 ° C. perhitungan dilakukan sesuai standar yang digunakan. Dimana air sungai mengalami penurunan paling tinggi sebab, berdasarkan jurnal yang dipelajari. Pada air sungai mengandung mineral yang tidak tahan akan panas, air laut pun mengandung garam tapi tidak begitu membuat kerusakan yang kuat. Sedangkan air destilasi adalah air yang murni sehingga hanya memicu kerusakan kecil. Dari data di atas air sungai mengalami penurunan berat hingga 0,08% disusul air laut dengan 0,05% dan terakhir adalah air destilasi dengan

0,04%. Pada suhu 200 °C pun tidak berbeda jauh air sungai mengalami penurunan berat sebanyak 0,23%, air laut 0,09% dan air destilasi 0,09%. Berikut adalah grafik di pengujian kedua dengan suhu 200°C.

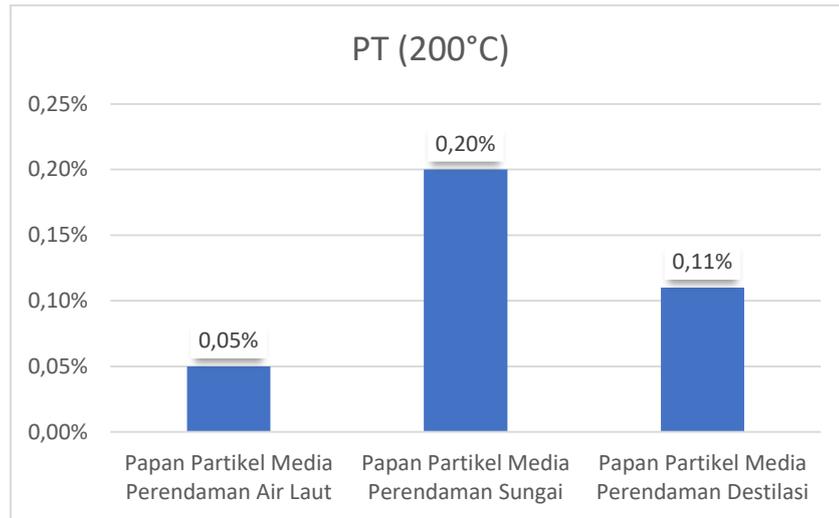


Gambar 4. 2 Grafik Presentase Kehilangan Berat Papan Partikel di Suhu 200°C



Gambar 4. 3 Grafik Presentase Penyusutan Tebal Papan Partikel di Suhu 100°C

Grafik di atas menunjukkan hasil dari penyusutan tebal papan partikel setelah dilakukan uji paparan panas. Presentase yang didapat yaitu sama diangka 0,05% hasil ini menyatakan nilai penyusutan tebal yang disebabkan hilangnya kadar air pada papan partikel dinyatakan baik karna dibawah 14%. Sesuai dengan pernyataan (SNI 03-2105-2006), tentang papan partikel.



Gambar 4. 4 Grafik Presentase Penyusutan Tebal Papan Partikel di Suhu 200°C

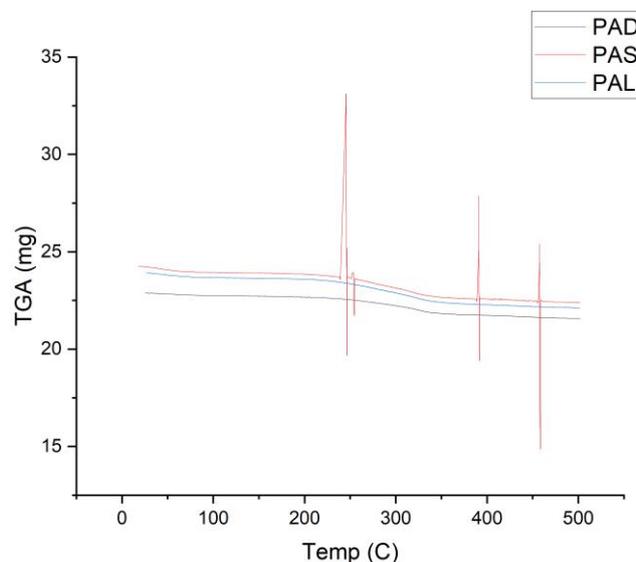
Pada grafik ke-2 terdapat perbedaan hasil penyusutan tebal, dimana air sungai mengalami penyusutan paling tinggi yaitu sebanyak 0,20%, disusul air destilasi sebanyak 0,11% dan air laut sebanyak 0,05%.

Hasil inipun terbilang baik karna nilai kadar air yang berkurang tidak lebih dari 14%. Dari dua hasil pengujian ini tidak terlihat perbedaan yang signifikan. Yang membedakan hanya kualitas dari papan partikel nya. Pada pengujian 100°C tidak terjadi cacat pada seluruh bagian papan partikel, sementara pada pengujian di suhu 200°C terdapat bagian yang terdapat goresan akibat panas yang diberikan.

Penyebab terjadinya penyusutan tebal adalah sebab papan partikel terbuat dari bahan yang mengandung unsur lignin selulosa, dimana membuat kondisi udara yang berada disekitar dapat berpengaruh dengan nilai kadar air yang menyebabkan penyusutan pada papan partikel. Tinggi rendahnya penyusutan ini disebabkan oleh bahan baku papan partikel Bowyer, et. all., (2003) menyatakan sifat papan partikelnya dipengaruhi oleh sifat bahan baku. Serbuk maupun sebetan kayu yang digunakan sebagaibahan baku pembuatan papan partikel, jika bahan baku yang digunakan merupakan jenis kayu yang memiliki kadar air tinggi maka akan menyebabkan mobilitasmolekul–molekul perekat menjadi sangat tinggi apabila telah terjadi pengenceran perekat dipermukaan kayu.

4.5 Pengujian *Thermogravimetri Analysis* (TGA)

Pada gambar 4.5 menunjukkan kurva TGA dari papan partikel yang bambu nya sudah terlebih dahulu direndam di tiga media perendaman air. Dengan kurva merah menandakan hasil pengujian papan partikel yang media perendaman nya yaitu air sungai, untuk warna biru adalah air laut, sementara hitam adalah air destilati. Kurva TGA sendiri terdiri dari tiga tahapan degradasi. Bisa kita lihat kurva berwarna biru yang menunjukkan hasil uji TGA papan partikel dengan media air laut ini tahapan pertama yang terjadi adalah degradasi pada kisaran tempratur 23.61-99.35°C kehilangan ini disebabkan karna hilangnya kadar air pada sampel. Tahap kedua terjadi pada temperature 204.52 – 443.22 °C pada tahap kedua ini telah terjadinya kerusakan pada struktur serat sampel. Dekomposisi ini disebut dekomposisi *hemiselulosa*. Temperature awal terjadinya dekomposisi yang drastis ini merupakan ke stabilan termal dimana kestabilan termal ini dinyatakan tinggi jika penurunan masa terjadi pada temperature yang lebih tinggi.



Gambar 4. 5 Grafik Uji TGA Papan Partikel dengan Variasi Perendaman

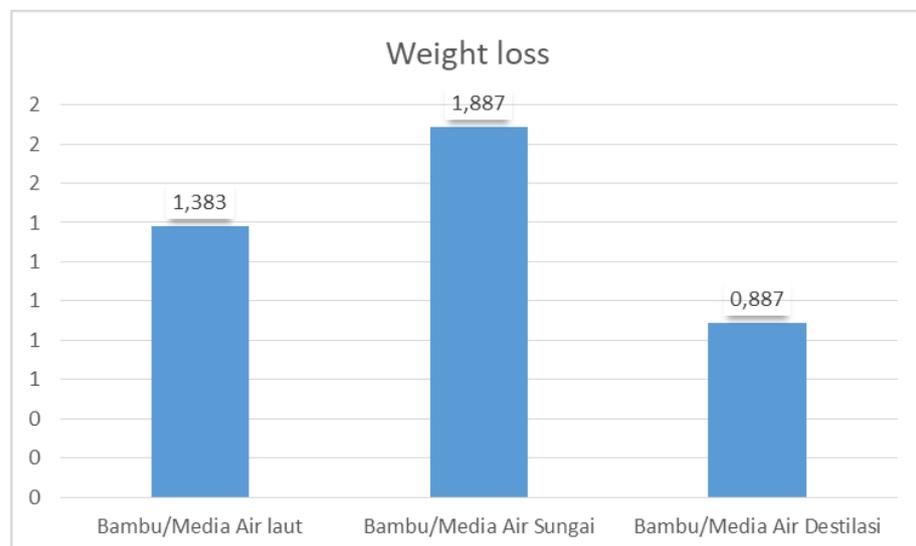
Pada tahap ketiga terjadi penurunan di temperatur 445 – 500 °C merupakan proses dekomposisi dari lignin sampel papan partkel.

Sementara tahap kedua pada suhu 312.44 – 336.61°C merupakan proses dekomposisi hemiselulosa dan selulosa. Dan sisanya adalah proses dekomposisi lignin. Dari proses ini. Papan partikel dengan variasi

perendaman air laut mengalami penurunan massa sebanyak 1.383 mg atau 5.786%.

Untuk selanjutnya adalah proses kehilangan massa pada papan partikel dengan media perendaman air sungai yang ditunjukkan oleh kurva berwarna merah, dapat kita lihat bahwa terjadinya penurunan awal di temperatur 18.02 – 60.51°C yang terjadi akibat kehilangan kadar air. Lalu terjadi penurunan temperature tertinggi akibat kehilangan *hemiselulosa* ada di temperatur 160.28 – 370.70°C. dan kehilangan masa tahap ketiga terjadi mulai temperatur 390.10 - 500°C. Pada variasi ini massa yang hilang sebesar 1.294mg atau 5.332%.

Pengujian ketiga yang ditunjukkan kurva berwarna hitam menggunakan media perendaman air destilasi, dilihat pada tahap pertama terjadi di temperatur 25.21 – 90.20 °C yang merupakan proses penguapan air yang terkandung dalam sampel. Sementara tahap kedua pada temperatur 210.10– 375.12 °C merupakan proses dekomposisi hemiselulosa dan selulosa. sisanya adalah proses dekomposisi lignin. Pada sampel ini terjadi penurunan massa sebesar 0.887mg atau -3.878%..



Gambar 4. 6 Grafik Weight Loss Uji TGA

Grafik di atas menggambarkan hasil pengujian TGA yaitu berupa penurunan massa dari material papan partikel setelah pengujian

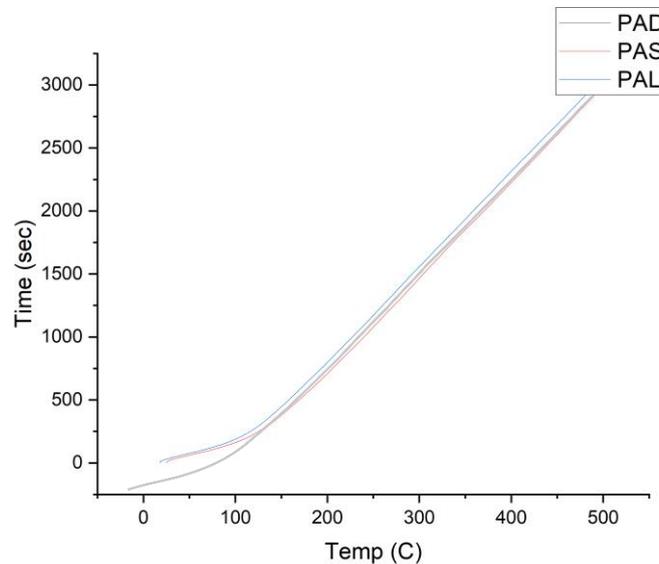
atau diberi kondisi termal. Dapat dilihat bahwa material papan partikel dengan media perendaman air sungai mengalami kehilangan tertinggi dengan 1,887 mg diikuti media air laut dengan 1,383 mg dan paling rendah adalah media air destilasi dengan 0,887 mg. hal ini terjadi disebabkan oleh beberapa aspek seperti penguapan air dan degradasi termal.

Pada air sungai dan air laut, air akan diserap papan partikel dan menguap pada awal pengujian TGA, yang menyebabkan penurunan massa awal yang tinggi. Lalu terjadi degradasi termal akibat kandungan air laut yang mengandung garam, juga air sungai yang bisa terkandung zat seperti logam dan bahan organik lainnya sehingga mempercepat degradasi termal. Karna terkontaminasi membuat reaksi kimia muncul sehingga menghasilkan gas dan residu padat yang juga merupakan faktor terjadi penurunan massa. Sedangkan pada air destilasi tidak mengalami penguapan karna tidak diserap oleh papan partikel, air destilasi pun tidak terkontaminasi zat apapun sehingga tidak menimbulkan reaksi kimia dan tidak mempercepat degradasi termal pada papan partikel.

Pada pengujian TGA selain didapat hasil yang menunjukkan antara massa dan temperature, ditampilkan juga hasil yang menunjukkan temperature terhadap massa. Bisa disebut dengan grafik DSC (*Diferensial Scanning Calorimetry*). Hasil ini menunjukkan stabilitas termal yang terkait dengan perubahan fasa atau pada pengujian kali ini adalah pelelehan. Bahan yang ketika diberi temperatur tinggi meleleh berarti memiliki stabilitas termal yang tinggi, begitupun sebaliknya.

Gambar 4.7 dibawah ini menunjukkan kurva DSC dari tiap-tiap media perendaman papan partikel dimana kurva merah adalah air sungai, biru menunjukkan air laut, sementara hitam menunjukkan air destilasi, pada kurva biru yaitu papan partikel yang direndam dengan air sungai bisa kita lihat dimana reaksi penyerapan kalor nya terjadi di temperatur 38.96 – 86.17°C puncak penyerapannya terjadi di temperatur 59.76°C. setelah itu terjadi reaksi eksotermis yang menyatakan bahwa sampel

sudah terdegradasi pada temperatur 312.44 – 336.3°C dan puncak degradasi nya terdapat di temperatur 321.76°C.



Gambar 4. 7 Grafik DSC Papan Partikel dengan Variasi Media Perendaman

Sementara kurva berwarna merah adalah kurva yang menunjukkan hasil pengujian dari media perendaman air sungai. Kita bisa mengetahui bahwa terjadi reaksi penyerapan kalor dimulai dari temperatur 240.11 - 248.08°C. dimana puncak nya terjadi di temperatur 244.07°C. lalu berselang 16 menit terjadi degradasi pada sampel di temperatur 389.78 – 394.32 °C ,dengan puncak degradasi nya di temperature 391.51°C

Dan data yang terakhir ditunjukkan kurva berwarna hitam terkait kurva uji DSC papan partikel menggunakan bambu betung dengan media perendaman bambu nya adalah air destilasi. Pada sampel ini reaksi penyerapan kalor nya dimulai di temperatur 61.96 – 133.67°C. dengan puncak nya terjadi di suhu 99.48°C. selanjutnya untuk degradasi sebenarnya mulai terjadi di temperatur 307.02 – 338.29°C, dengan puncak degradasi nya di temperatur 301.86°C.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukannya proses penelitian, pengujian dan pembahasan, maka didapat kesimpulan yaitu :

1. Setelah dilakukan pengujian, kita dapat mengetahui pengaruh variasi media perendaman pada papan partikel berbahan bambu betung yang diberi paparan panas pada suhu 100 dan 200°C selama 60 menit, hasil yang didapat adalah nilai kekerasan dan nilai kerapatan. Untuk nilai kekerasan papan partikel yang mengalami kenaikan hanya yang direndam di air destilasi dengan kenaikan di suhu 100°C dan 200°C masing masing 42.33 dan 42.00 Kgf/N dari nilai awal 41.00 Kgf/N, sementara media lain mengalami penurunan dan yang paling tinggi adalah papan partikel yang direndam air sungai dengan penurunan sebesar 24.83 dan 16.83 Kgf/N dari yang awalnya 39.33 Kgf/N. Sementara uji kerapatan atau densitas didapat nilai densitas yang beragam dimana pada suhu 100°C papan partikel yang direndam menggunakan air laut dan air sungai mengalami kenaikan sementara yang direndam air destilasi mengalami penurunan tingkat kerapatan. Sementara di suhu 200°C yang tingkat kerapatannya naik adalah media perendaman yang menggunakan air laut dan air destilasi, untuk media air sungai mengalami penurunan. Faktor penyebab naik turunnya kekerasan dan kerapatan di tiap suhu dipengaruhi oleh sifat air yang menguap, mengandung zat pada tiap-tiap variasi perendaman dan kemungkinan melelehnya resin sebagai matriks pada papan partikel.
2. Untuk pengujian Thermogravimetri pada tiga variasi media perendaman, menunjukkan bahwa media air destilasi adalah yang paling tahan akan degradasi termal, setelah di berikan suhu hingga 500°C di dapat hasil bahwa papan partikel yang direndam air destilasi adalah yang paling sedikit mengalami kerusakan atau kehilangan beban di ikuti air laut dan yang paling banyak kehilangan beban adalah papan partikel yang di rendam air sungai. hal ini disebabkan oleh sifat air yang menyerap lalu menguap, selain itu

kandungan air juga memiliki peran mempercepat degradasi termal. Begitu juga untuk stabilitas dimensi pada paparan panas. Air destilasi menjadi media yang paling tahan akan sifat panas.

3. Dari hasil analisa, kita bisa mengambil manfaat bahwa pengujian sifat termal papan partikel berbahan bambu betung dengan variasi media perendaman yaitu mengetahui kekuatan dan kemampuan papan partikel berbahan bambu terhadap suhu tinggi. Kita bisa membandingkan kinerja bahan bambu betung dengan material lain, juga dapat mengevaluasi pengaruh faktor – faktor yang menyebabkan kegagalan dalam proses pengujian.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan kali ini, dapat diberi saran terkait pengembangan penelitian yaitu

1. Memastikan agar tempatur air laut yang digunakan tidak mengalami penurunan karena akan berdampak pada densitas air laut itu sendiri
2. Pastikan penekanan kempa antar variasi menggunakan angka yang sama sehingga tidak terjadi anomaly seperti yang terjadi pada penelitian kali ini
3. Perendaman yang dilakukan harus diwaktu yang bersamaan.
4. Kualitas air pada tiap variasi harus dipastikan sama – sama baik agar tidak terjadi kesalahan atau *human eror* pada saat pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas, V. P., & Mora, M. (2020). Analisis Pengaruh Variasi Massa Papan Partikel Berlapis Dari Batang Pisang Dan Tempurung Kelapa Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Papan Partikel Perekat Resin Epoksi. *Jurnal Fisika Unand*, 9(1), 60–66. <https://doi.org/10.25077/jfu.9.1.60-66.2020>
- Bagaskara, I. F., Bayuseno, A. P., & Ismail, R. (2022). Pengujian Densitas Dan Biodegradable Material Filament 3d Print Bio-Komposit Berbahan Pcl, Pla Dan Hidroksiapatit Cangkang Rajungan. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(1), 13-18.
- Bahtiar, E.T., Nugroho, N., Suryokusumo, S., Lestari, D.P., Karlinasari, L. And Nawawi, D.S., 2016. Pengaruh Komponen Kimia Dan Ikatan Pembuluh Terhadap Kekuatan Tarik Bambu. *Jurnal Teknik Sipil Itb*, 23(1), Pp.31-40.
- Berlin Dan Etsu, 1995. *Jenis Dan Prospek Bisnis Bambu*. Penebar Swadaya Jakarta
- Chaowana, P., 2013. *Bamboo: An Alternative Raw Material For Wood And Wood-Based Composites*. *Journal Of Materials Science Research*, 2(2), P.90.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta : Kanisius
- Fauziah., Dwiria, W. Dan Boni, P. L. 2014. Analisis Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Partikel Berbahan Dasar Sekam Padi. *Positron*, Vol. Iv, No. 2, Hal. 60-63.
- Furqon, G. R., & Firman, M. (2016). Analisa Uji Kekerasan Pada Poros Baja St 60 Dengan Media Pendingin Yang Berbeda. *Al Jazari: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(1).
- Gabriel, J. F. 2001. *Fisika Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Hipokrates

- Goldstein, J. I., Newbury, D. E., Michael, J. R., Ritchie, N. W., Scott, J. H. J., Joy, D. C., ... & Joy, D. C. (2018). Scanning Electron Microscope (Sem) Instrumentation. Scanning Electron Microscopy And X-Ray Microanalysis, 65-91.
- Grosser, D., & Liese, W. (1971). On The Anatomy Of Asian Bamboos, With Special Reference To Their Vascular Bundles. Wood Science And Technology, 5, 290-312.
- Guide For The Design And Construction Of Externally Bonded Frp Systems For Strengthening Concrete Structures, 2002, Aci 440.2r-02., Reported By Aci Committee 440.
- Hasan, A., Yerizam, M., & Ningtyas Kusuma, M. (2020). Papan Partikel Ampas Tebu(Saccharum Officinarum) Dengan Perekat High Density Polyethylene Bagasse(Saccharum Officinarum) Particle Board With High Density Polyethylene Adhesive. Jurnal Kinetika, 11(03)8–13. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index8jl.Srijayanegarabukitbesar.palembang30139>.
- Hastuti, S., Pramono, C., Akhmad, Y., 2018, Sifat Mekanis Serat Enceng Gondok Sebagai Material Komposit Serat Alam Yang Biodegradable, Journal Of Mechanical Engineering Vol 2 No 1, Magelang.
- Khotimah, H., Anggraeni, E.W. And Setianingsih, A., 2018. Karakterisasi Hasil Pengolahan Air Menggunakan Alat Destilasi. Jurnal Chemurgy, 1(2), Pp.34- 38.
- Kristanto, P., 2002, Ekologi Industri, Penerbit Andi, Yogyakarta
- Kroschwitz, J. 1990, Polymer Characterization And Analysis, John Wiley And Sons, Ins., Canada.
- Kustiyaningsih, E., & Irawanto, R. (2020). Pengukuran Total Dissolved Solid (Tds) Dalam Fitoremediasi Deterjen Dengan Tumbuhan Sagittaria Lancifolia. Jurnal Tanah Dan Sumber Daya Lahan 7(1),143–148. <https://doi.org/10.21776/Ub.Jtsl.2020.007.1.18>

- Lehninger. 1982. Dasar-Dasarbiokimia. Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Liese, W. (1985). Bamboos-Biology, Silvics, Properties, Utilization. Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit (Gtz) Gmbh, Eschborn, Germany.
- Lusiani, R., Sunardi, S., & Ardiansah, Y. (2015). Pemanfaatan Limbah Tandan KosongKelapa Sawit Sebagai Papan Komposit Dengan Variasi Panjang Serat. Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta, 2(1).
- Malinda, F.A. Dan L Atmaja, F. 2014. Polimerisasi Emulsi Polivinil Alkohol Dan Monomer Vinil Asetat Dalam Campuran Pelarut Etil Asetat-Air Pda Sintesis Polivinil Asetat. Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh November (Its). Jurnal Sains Dan Seni Pomits Vol. 2(1): 1-5.
- Maloney, T.M., 1993. Modern Particleboard & Dry-Process Fiberboard Manufacturing. Miller Freeman Inc., San Francisco, 681 Pp.
- Marpaung, C. I., Sucipto, T., & Hakim, L. (N.D.). Sifat Fisis Dan Mekanis Papan Partikel Dari Serbuk Limbah Gergajian Dengan Berbagai Kadar Perekat Isosianat (PHysical And Mechanical Properties Of The Waste Sawdust Particle Board With Various Of Isocyanate Adhesive Levels).
- Martin Alberto Masuelli, 2013. Introduction Of Fibre-Reinforced Polymers–Polymers And Composites: Concepts, Properties And Processes, [Http://Dx.Doi .Org/ 10.5772/54629](http://dx.doi.org/10.5772/54629).
- Mathew, F. L, & R. D. Rawlings. 1994. Composit Matarial: Engineering And Science.London: Chapman And Hall.
- Ming, C.Y.T., Jye, W.K. And Ahmad, H.A.I., 2017. Mechanical Properties Of Bamboo And Bamboo Composites: A Review. J. Adv. Res. Mater. Sci, 35, Pp.7-26.

- Mirza, H., Mahdie, M. F., Rahmat, G. A., Program, T., & Kehutanan, S. (2020). Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Partikel Dari Serbuk Gergajian Kayu Sengon L (Paraserianthes Falcataria) Menggunakan Perekat Pvac. *PHysical And Mechanical Properties Of Particle Board Of Sea Sengon (Paraserianthes Falcataria) Wood Sawdust Using Pvac Adhesives*. In *Jurnal Sylva Scientiae* (Vol. 03, Issue 5).
- Nayiroh, N., 2013. *Teknologi Material Komposit*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim: Malang.
- Ngadianto, A., Widyorini, R., & Lukmandaru, G. (2012). Karakteristik Papan Partikel Limbah Kayu Sengon Dengan Perlakuan Pengawetan Asap Cair. Dalam Suhasman, A. Arif, M. Muin, I. Sulistyawati, A. D. Yuniarti, & S. I. Maulany (Eds.) *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (Mapeki) Xvi* (Hal.500- 506).
- Nurasia. (2019). Analisis Kualitas PH, Suhu, Warna Dan Tds Air Pdam Kota Palopo. *Jurnal Dinamika*, 10(1).
- Nurhidayat, A. And Rahayu, S.Y.S.R., 2016. Analisa Kekuatan Bending Akibat Pengaruh Media Perendaman Terhadap Komposit Hdpe Limbah-Cantula Sebagai Bahan Panel Ramah Lingkungan. *Jurnal Wacana*, (01), Pp.1-7
- Pambudi, A., Farid, M., & Nurdiansah, H. (2017). Analisa Morfologi Dan Spektroskopi Infra Merah Serat Bambu Betung (Dendrocalamus Asper) Hasil Proses Alkalisasi Sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik Its*, 6(2), F435-F440.
- Pandu, F.Y. 2018. Pengaruh Penambahan Perekat Polyvinyl Acetate (Pvac) Terhadap Kualitas Briket Dari Ampas Tebu Sebagai Energi Alternatif. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta

- Panuntun, B. A., Rahmadi, A., Zainal, D., Program, A., & Kehutanan, S. (2021). Sifat Fisis Dan Mekanis Papan Partikel Dari Serbuk Kayu Karet (*Hevea Bransiliensis*) Dengan Berbagai Dosis Perekat Polyvinyl Acetate. In *Jurnal Sylva Scientiae* (Vol. 04, Issue 6).
- Petrucci, Ralph H. 2008. *Kimia Dasar Prinsip Dan Terapan Modern Edisi Keempat Jilid 3*. Jakarta: Erlangga.
- Pitojo, Setijo, Purwantoyo, Eling. 2003. *Deteksi Pencemar Air Minum*. Semarang: Cv.Aneka Ilmu.
- Pojoh, B. Swa, Ni. Pengaruh Perlakuan Awal Terhadap Kualitas Tulangan Bambu Untuk Substitusi Besi Beton. Manado.
- Pojoh, B., 2017. Pengaruh Perendaman Dalam Air Sungai Dan Air Laut Terhadap Daya Tahan Tulangan Bambu Petung Asal Tomohon. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 9(1), Pp.37-48.
- Prasetyo, H., Nurrochmat, D. R., & Sundawati, L. (2019). Feasibility Studi Of Community-Based Bamboo Preservation. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 9(1), 200–209. <https://doi.org/10.29244/jpsl.9.1.200-209>
- Pujirahayu, N. (2012). Kajian Sifat Fisik Beberapa Jenis Bambu Di Kecamatan Tonggauna Kabupaten Konawe. *Jurnal Fakultas Pertanian*.
- Putra, E. 2011. *Kualitas Partikel Batang Bawah, Batang Atas Dan Cabang Kayu Jabon*. Skripsi. Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Radam, R., Soendjoto, M. A., & Rezekiah, H. A. A. (2018). Pengaruh Kerapa Terhadap Pengembangan Tebal Dan Penyerapan Air Papan Partikel Dari Sabut Kulit Buah Nipah. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Hasil Hutan 2018* (Pp. 169-177). Forestry Faculty, Lambung Mangkurat University.

- Rahmasita, M.E., Farid, M. And Ardhyanta, H., 2017. Analisa Morfologi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik Its*, 6(2), Pp.A787-A792.
- Rauf, F. A., Sappu, F. P., & Lakat, A. M. A. (2021). Uji Kekerasan Dengan Menggunakan Alat Microhardness Vickers Pada Berbagai Jenis Material Teknik. *Jurnal Tekno Mesin*, 5(1). Retrieved From <https://Ejournal.Unsrat.Ac.Id/V3/Index.PHp/Jtmu/Article/View/33031>
- Rien Handayani, B., Catur Edi Margana, C., -, K., Hidayati, A., & Werdiningsih, W. (2015). The Studi Of Marination Time On The Quality Of Traditional Dried Meat Ready To Eat. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 26(1), 17–25. <https://doi.org/10.6066/jtip.2015.26.1.17>
- Rini.D.S, 2018. Sifat Fisika Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper* (Schult.F) Backer Ex Heyne) Dari Khdk Senaru Berdasarkan Posisi Aksial. Program Studi Kehutanan Universitas Mataram.
- Rochman, D.F. And Irfai, M.A., 2020. Pengaruh Konsentrasi Larutan Koh Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Komposit Hibrid Serat Rami Dan Serat Bambu. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(2), Pp.111-118.
- Rofaida, A., Pratama, R. M., Sugiarta, I. W., & Widiyanti, D. (2021). Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Partikel Akibat Penambahan Filler Serat Bambu. *Spektrum Sipil*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.29303/spektrum.v8i1.187>
- S. P. S. Shinoj, M. Kochubabu, R. Visvanathan, “Oil Palm Fiber (Opf) And Its Composites: A Review.” *Ind. Crops Prod.*, Vol. 33, Pp. 7–22, 2011
- Setyawati, D., & Yani, A. (2018). Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Partikel Dari Limbah Kayu *Acacia Crassicarpa* Pada

Beberapa Ukuran Partikel Dan Konsentrasi Urea Formaldehida (The Physical And Mechanical Properties Of Particle Board Made From Acacia Crassiparva Wood Waste On Some Particle Size And Concentration Of Urea Formaldehyde) (Vol. 6, Issue 3).

- Shabiri, M., 2014, Pengaruh Rasio Epoksi/Ampas Tebu Dan Perlakuan Alkali Pada Ampas Tebu Terhadap Kekuatan Bentur Komposit Partikel Epoksi Berpengisi Serat Ampas Tebu, Jurnal Teknik, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Sriyanti, I Dan Merlina, L. 2014. Pengaruh Polyvinyl Acetate (Pvac) Terhadap Kuat Tekan Material Nanokomposit Dari Tandan Kelapa Sawit. Jurnal Ipj Vol. 1(1):69-73.
- Sucipto, D. A., Saroja, G., & Nuriyah, L. (N.D.). Pengukuran Densitas Bahan Organik Berskala Milli-Liter (ML) Dengan Metode Levitasi Magneto-Archimedes Menggunakan Sumber Magnet Tunggal.
- Suharto, Ign. (2011). Limbah Kimia Dalam Pencemaran Air Dan Udara. Yogyakarta : Cv. Andi Offset.
- Sulastiningsih, I. M., Novitasari, N., & Turoso, A. (2006). Pengaruh Kadar Perekat Terhadap Sifat Papan Partikel Bambu. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 24(1), 1-8
- Sulastiningsih, I.M., Jasni, J. And Sutigno, P., 2000. Pengaruh Jenis Kayu Dan Permethrin Terhadap Keteguhan Rekat Dan Keawetan Kayu Lapis*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 18(2), Pp.55-67.
- Sunardi, S., Fawaid, M. And Lusiana, R., 2017. Pengaruh Butiran Filler Kayu Sengon Terhadap Karakteristik Papan Partikel Yang Berpenguat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit. Sintek Jurnal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 11(1), Pp.28-32.

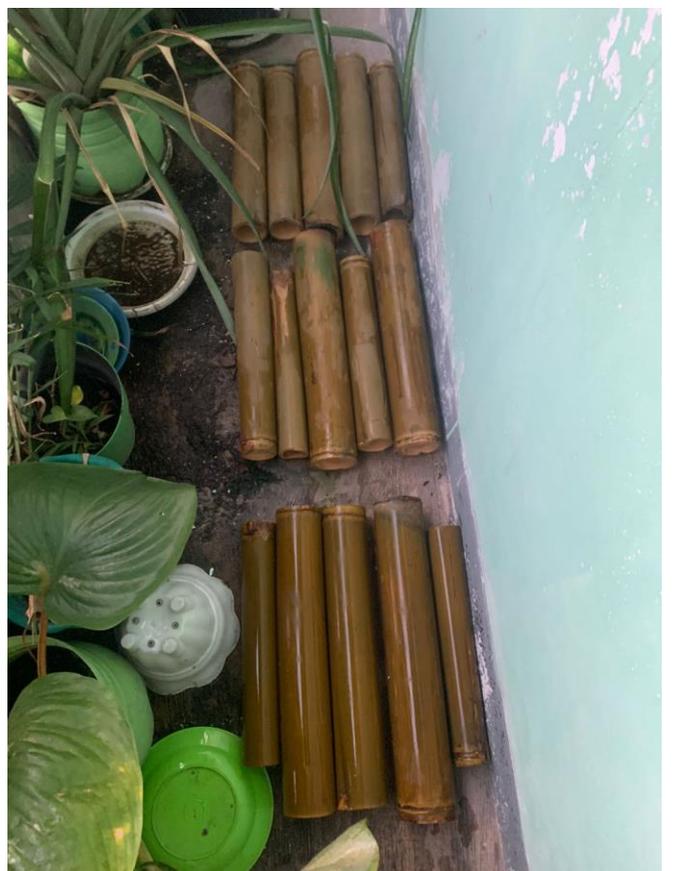
- Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi Tauvana, A.I., Syafrizal, S. And Subekti, M.I., 2020. Pengaruh Matrik Resin-Epo Terhadap Kekuatan Impak Dan Sifat Fisis Komposit Serat Nanas. Jurnal Polimesin, 18(2), Pp.99-104.
- Teknik Oleh, F. (2016). Analisa Foto Makro Dan Sem Pada Komposit Ebonit Dengan Penguat Serat Rami Untuk Pengembangan Komponen Otomotif Universitas Muhammadiyah Surakarta Publikasi Ilmiah Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I Pada Jurusan Teknik Mesin.
- Ulfah, Syakbaniah, dan Darvina. 2015. "Pengaruh Variasi Komposisi Serat TandanKosong Sawit (TKS) dan Serbuk Kayu Terhadap Sifat Fisis dan SifatMekanis Papan Partikel", Jurnal Pillar Of PHysics, Vol. 5. April 2015, Halaman 113-120. FMIPA, Universitas Diponegoro
- Wahyudin, 2008. Tempat Tumbuh Dan Penyebaran Bamboo. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Wardhana, W.A, 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan, Penerbit Andi, Yogyakarta. Widiyanto, A. 2011. Kualitas Papan Partikel Kayu Karet Dan Bambu Tali DenganPerekat Likuida Kayu. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, Vol.29 No.4. Hal 301-311.
- Widnyana, K., 2012. Bambu Dengan Berbagai Manfaatnya. Bumi Lestari Journal Of Environment, 8(1), Pp.1-10.
- Wulandari, T. F. 2013. Produk Papan Komposit Dengan Pemanfaatan Limbah Non Kayu Mataram. Jurnal Media Bina Ilmiah. Vol.7, No.6.
- Yuliastuti, E. 2011. Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran

Air. Tesis. Program Pascasarjana Universitas
Diponegoro, Semarang.

LAMPIRAN

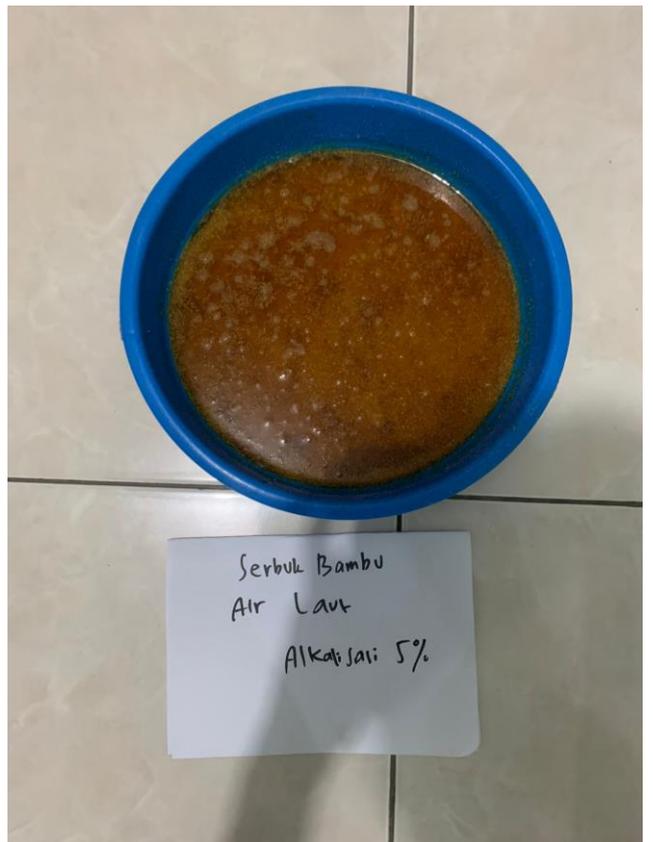
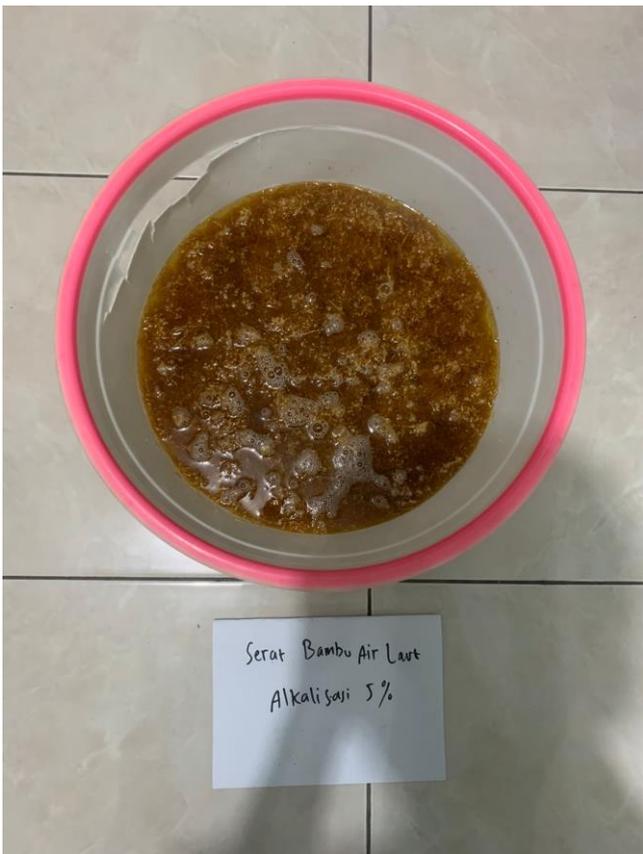
Lampiran A. Proses Pembuatan Papan Partikel

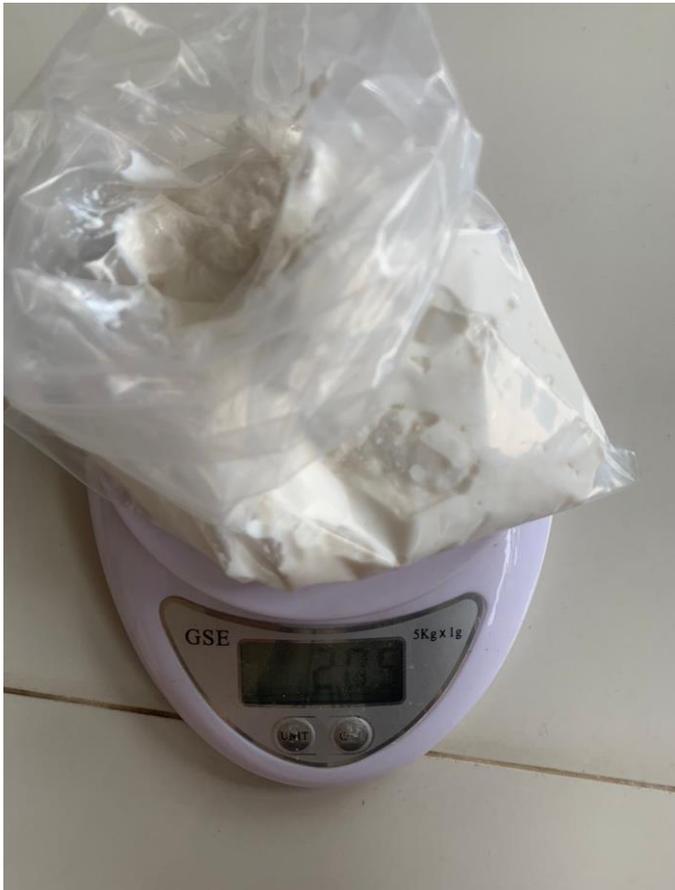
















Lampiran B. Proses Pengujian



