

**SKRIPSI**

**“ANALISIS KEKUATAN MEKANIK KOMPOSIT STRIP ANYAMAN  
BAMBU PETUNG (*Dendrocalamus Asper*) DENGAN PERENDAMAN AIR  
LIMBAH RUMAH TANGGA”**



**Oleh:**

**MUH. IMRAN SYAM**

**D211 15 026**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2020**



**SKRIPSI**

**“ANALISIS KEKUATAN MEKANIK KOMPOSIT STRIP ANYAMAN  
BAMBU PETUNG (*Dendrocalamus Asper*) DENGAN PERENDAMAN AIR  
LIMBAH RUMAH TANGGA”**

Oleh:

**MUH. IMRAN SYAM**

**D211 15 026**

**Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2020**



## PERSETUJUAN UNTUK SEMINAR

Telah disetujui untuk melaksanakan seminar bagi mahasiswa:

Nama: MUH. IMRAN SYAM

Stambuk: D211 15 026

Judul Tugas Sarjana: ANALISIS KEKUATAN MEKANIK KOMPOSIT STRIP ANYAMAN BAMBUN PETUNG (*Dendrocalamus Asper*) DENGAN PERENDAMAN AIR LIMBAH RUMAH TANGGA

Pembimbing Tanda Tangan

1. Dr. Ir. Zulkifli Djafar, MT
2. Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, MT

1. 

2. 

Makassar,

Mengetahui

Ketua Departemen Teknik Mesin

  
Dr. Eng. Jalaluddin, S.T., M.T.  
NIP. 19720825200003 1 001



## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan Mengikuti Ujian Akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

### JUDUL :

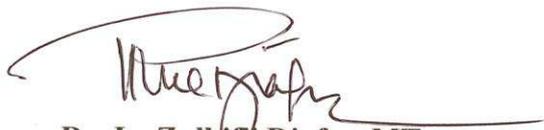
**ANALISIS KEKUATAN MEKANIK KOMPOSIT STRIP ANYAMAN BAMBU PETUNG (*Dendrocalamus Asper*) DENGAN PERENDAMAN AIR LIMBAH RUMAH TANGGA.**

**MUH. IMRAN SYAM**  
**D211 15 026**

Makassar, 2020

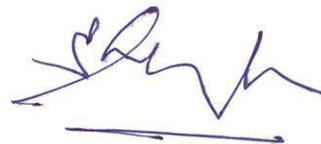
Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



**Dr. Ir. Zulkifli Djafar, MT**  
**NIP. 19650630 199103 1 004**

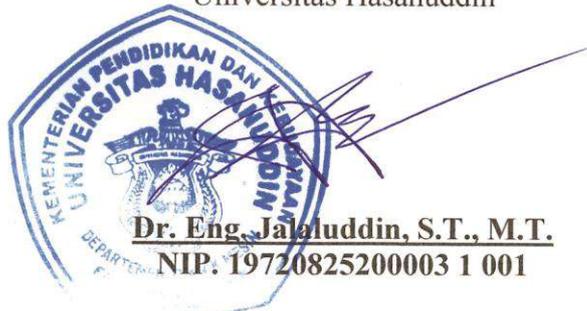
Dosen Pembimbing II



**Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, MT**  
**NIP. 19570914 198703 1 001**

Mengetahui,

Ketua Departemen Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin



**Dr. Eng. Jalaluddin, S.T., M.T.**  
**NIP. 19720825200003 1 001**



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : MUH. IMRAN SYAM

NIM : D21115026

Departemen : S1 Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi tugas akhir yang saya tulis ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alih tulisan atas pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari saya terbukti atau tidak dapat dibuktikan bahwa atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 22 September 2020

Penulis



MUH. IMRAN SYAM

D21115026



## ABSTRAK

Bambu termasuk jenis tanaman dengan tingkat pertumbuhan tinggi dan merupakan material komposit alami tumbuh subur di sebagian besar negara-negara tropis. Indonesia merupakan Negara ketiga penghasil bambu setelah China dan India. Tujuan penelitian ini 1) untuk mengetahui pengaruh perendaman air limbah rumah tangga dengan variasi 100%, 90% dan 80% terhadap kekuatan mekanis komposit strip anyaman bambu petung. 2) pengaruh jumlah lapisan terhadap nilai kekuatan mekanis komposit strip anyaman bambu petung.

Material yang digunakan adalah bambu petung yang diambil di kab. Tana toraja, yang dibentuk menjadi strip kemudian dianyam. Penelitian dilakukan dengan skala lab dimana Strip anyaman bamboo petung ini direndam dalam suatu box/kotak dengan waktu perendaman yang dilakukan 2, 4, 6 dan 8 minggu untuk mengetahui perbandingan kekuatan terhadap lama perendaman. Setelah perendaman dilanjutkan dengan pembuatan komposit yaitu penggabungan antara strip anyaman bambu petung dengan resin epoxy untuk pembuatan specimen pengujian. Dalam Penelitian ini, dilakukan tiga jenis pengujian yaitu uji Tarik (ASTM D 638-2), uji bending (ASTM D 790-02) dan uji dampak (ASTM D 256).

Nilai optimum dari pengujian mekanis yaitu uji Tarik  $70.32 \text{ MPa} \pm 11.4$ , uji bending  $98.19 \text{ MPa} \pm 12.5$ , uji dampak  $11.88 \text{ kJ/mm}^2$ .

Kesimpulan dari penelitian ini adalah perlakuan perendaman pada kadar air limbah rumah tangga 100%, 90% dan 80% rata-rata mengalami peningkatan kekuatan tarik dan bending pada waktu perendaman 2 sampai 4 minggu, kemudian mengalami penurunan pada waktu perendaman 6 dan 8 minggu. Untuk kekuatan dampak mengalami penurunan hingga 8 minggu. Nilai kekuatan mekanis komposit strip anyaman bambu petung dipengaruhi oleh jumlah lapisan strip anyaman. Hal ini disebabkan adanya perbedaan volume Matriks dan volume Serat yang berbeda di setiap komposit. Semakin besar volume serat maka kekuatan mekanis semakin tinggi.



## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Proposal Penelitian ini dapat diselesaikan guna memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Mesin di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Salam dan shalawat tak lupa pula penulis haturkan kepada junjungan Rasulullah SAW atas semua hadits dan sunnah-sunnahnya yang masih sering penulis ingkari.

Sepenuhnya penulis menyadari bahwa Proposal Penelitian ini jauh dari kesempurnaan namun ini adalah hasil maksimal yang dapat penulis persembahkan kepada Almamater tercinta. Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Proposal Penelitian ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, baik bantuan moril maupun materi. Pada kesempatan ini, perkenankan Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat :

1. Kedua orang tua tercinta Ayahanda Syamsuddin dan Ibunda Sitti Asia.
2. Ibu Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, MA selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Dr. Eng. Jalaluddin, S.T., M.T selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Dr. Ir. Zulkifli Djafar, M.T. sebagai pembimbing I, atas segala ketulusan hati membimbing dan memberikan motivasi bagi penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
6. Bapak Dr. Ir. H. Ilyas Renreng, M.T. sebagai pembimbing I, atas segala ketulusan hati membimbing dan memberikan motivasi bagi penulis sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
7. Seluruh staff dan pegawai program studi Teknik Mesin Universitas Hasanuddin.

na kasih kepada teman-teman Program Studi Teknik Mesin Universitas  
nuddin.



9. Terima kasih kepada Saldi Syam, Fadli Syam dan Ikhsan Syam yang selalu memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis.
10. Terima kasih kepada warkop EWR yang selalu memberikan inspirasi dalam penyusunan tugas akhir.

Secara khusus pernyataan terima kasih yang tak terhingga penulis persembahkan kedua orang tua, serta Saudara-saudaraku dan serta seluruh keluarga yang selalu tulus dalam memberikan kasih sayang, doa dan nasehat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua dan atas segala bantuan doa tulus yang diberikan kepada penulis bernilai ibadah di sisi Allah SWT dan mendapat pahala yang setimpal.Amin.

Makassar, 29 Juni 2020

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN SEMINAR .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Bambu .....	6
2.1.1 Bambu Petung .....	9
2.1.2 Sifat Fisik Bambu Petung .....	10
2.1.3 Sifat Kimia Bambu Petung .....	13
2.2 Material Komposit .....	15
2.3 Metode Pengawetan. ....	17
2.3.1 Pengawetan Tradisional .....	18
2.3.2 Pengawetan Modern.....	19
2.4 Air Limbah Rumah Tangga .....	20
2.5 Sifat Mekanis Material.....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	25
3.1 Waktu dan Tempat.....	25
3.2 Alat dan Bahan .....	25



3.3 Diagram Alir Penelitian.....	26
3.4 Prosedur penelitian .....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	32
4.1 Hasil Pengujian .....	32
4.1.1 Hasil Uji Tarik.....	32
4.1.2 Hasil Uji Bending.....	40
4.1.3 Hasil Uji Impak .....	47
BAB V PENUTUP.....	51
5.1 Kesimpulan .....	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA .....	54
LAMPIRAN.....	57



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Rata-rata kadar air segar bambu petung KHDTK Senaru .....	11
Tabel 2.2 : Rata-rata kadar air kering udara bambu petung KHDTK Senaru ....	12
Tabel 2.3 : Nilai Rata-rata Berat Jenis Segar Bambu Petung .....	13
Tabel 2.4 : Komponen Kimia Lima Jenis Bambu.....	15
Tabel 2.5 : Karakteristik Limbah Cair Rumah Tangga.....	21
Tabel 2.6 Keterangan dimensi specimen uji Tarik.....	24
Tabel 4.1 : Hasil Uji Tarik .....	32
Tabel 4.2 : Hasil Uji Bending .....	40
Tabel 4.3 : Hasil Uji Impak.....	48



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : <i>fibrous composite</i> .....	16
Gambar 2.2 : <i>Particulate composite</i> .....	17
Gambar 2.3 : <i>Laminated composite</i> .....	17
Gambar 2.4 : Komposisi Air Limbah.....	21
Gambar 2.5 Bentuk specimen uji Tarik .....	24
Gambar 2.6 : Pengujian Bending .....	25
Gambar 4.1 : Grafik Tegangan Tarik 1 Lapis .....	33
Gambar 4.2 : Grafik Tegangan Tarik 2 Lapis .....	33
Gambar 4.3 : Grafik Tegangan Tarik 3 Lapis .....	34
Gambar 4.4 : Grafik Regangan Tarik 1 Lapis.....	36
Gambar 4.5 : Grafik Regangan Tarik 2 Lapis.....	37
Gambar 4.6 : Grafik Regangan Tarik 3 Lapis.....	37
Gambar 4.7 : Grafik Elastisitas Tarik 1 Lapis.....	38
Gambar 4.8 : Grafik Elastisitas Tarik 2 Lapis.....	39
Gambar 4.9 : Grafik Elastisitas Tarik 3 Lapis.....	39
Gambar 4.10 : Grafik Tegangan Bending 1 Lapis .....	41
Gambar 4.11 : Grafik Tegangan Bending 2 Lapis .....	42
Gambar 4.12 : Grafik Tegangan Bending 3 Lapis .....	43
Gambar 4.13 : Grafik Regangan Bending 1 Lapis.....	43
Gambar 4.14 : Grafik Regangan Bending 2 Lapis.....	44
Gambar 4.15 : Grafik Regangan Bending 3 Lapis .....	45
Gambar 4.16 : Grafik Elastisitas Bending 1 Lapis.....	45
Gambar 4.17 : Grafik Elastisitas Bending 2 Lapis.....	46
Gambar 4.18 : Grafik Elastisitas Bending 3 Lapis.....	47
Gambar 4.19 : Grafik Kekuatan Impak 1 Lapis.....	48
Gambar 4.20 : Grafik Kekuatan Impak 2 Lapis.....	49
Gambar 4.21 : Grafik Kekuatan Impak 3 Lapis.....	50



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bambu termasuk jenis tanaman dengan tingkat pertumbuhan tinggi. (Liese W, 1985) merupakan material komposit alami tumbuh subur di sebagian besar negara-negara tropis. Indonesia merupakan Negara ketiga penghasil bambu setelah China dan India. Indonesia menjadi salah satu pusat keragaman bambu di Asia Tenggara dengan 161 spesies dimana 126 spesies diantaranya merupakan spesies asli Indonesia. Hal tersebut berarti sekitar 15.5% dari total spesies bambu dunia (Widjaja et al. 2014). Hadirnya kekayaan alam ini, Indonesia sebagai negara yang memiliki potensi besar untuk memanfaatkan bambu menjadi material masa depan.

Kayu yang sangat penting bagi pembangunan Indonesia. Kayu membutuhkan lebih dari 10 tahun untuk siap dipanen, sedangkan untuk menghasilkan bambu hanya membutuhkan 2 sampai 2,5 tahun. Bambu telah menjadi bahan baku produk seperti mebel, anyaman, ukiran, perabot rumah tangga, alat musik dan konstruksi. 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. Penggunaan bambu semakin meluas, diantaranya dijadikan sebagai bahan pulp dan kertas, kayu lapis, papan serat, oriented strandboard yang memiliki sifat kekuatan yang tinggi, alat ibadah, serta barang kerajinan, peralatan dapur, alat musik, dan lain-lain.

Sesuai perhitungan kerusakan hutan Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Pemkab Darito Selatan pada tahun 2012, diperkirakan hutan Sumatera dan hutan Kalimantan akan punah pada tahun 2022. Hal ini pasti akan berdampak

pembuatan kapal kayu di Indonesia karena juga sulit mendapatkan bahan baku utama kapal yaitu kayu. Selain itu, dengan keterbatasan jumlah bahan baku kayu juga berpengaruh pada harga kapal kayu yang akan semakin tinggi. Untuk itu, perlu ada pengembangan produk komposit untuk mengatasi



kelangkaan bahan baku kayu serta meminimalkan pengeluaran, namun tetap mendapatkan karakteristik kayu yang kuat dan awet.

Besarnya nilai manfaat bambu di masyarakat masih terkendala dengan umur pakai bambu yang sangat relative singkat dibandingkan kayu. Bambu petung telah digunakan untuk konstruksi bangunan rumah, jembatan dan tiang pancang (Subyakto, 2011). Bambu petung merupakan salah satu bambu yang kuat, namun memiliki kelemahan sangat rentan terhadap organisme perusak, maka dalam penggunaannya perlu diawetkan (Martawijaya, 2001). Bambu tanpa perlakuan khusus, apabila bersentuhan secara langsung dengan tanah dan tidak terlindung dari cuaca, hanya mempunyai umur pakai sekitar 1–3 tahun. Bambu yang terlindung dari gangguan cuaca, umur pakainya dapat bertahan antara 4–7 tahun atau lebih. Dalam lingkungan yang ideal rangka (konstruksi) bambu dapat tahan selama 10-15 tahun. Jika berinteraksi dengan air laut, bambu cepat hancur oleh serangan mikroorganisme laut dalam waktu kurang dari satu tahun.

Diantara bambu yang banyak digunakan masyarakat namun juga memiliki sifat keawetan yang rendah adalah bambu petung (*Dendrocalamus asper*). Bambu petung (*Dendrocalamus asper*) dikenal sebagai jenis bambu berukuran besar dengan diameter batang bawah dapat mencapai 26 cm dan tinggi 25 m. Secara alami tersebar luas mulai dari Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Bali, Lombok, Kepulauan Nusa Tenggara sampai Maluku. Tumbuh baik di tempat-tempat yang tinggi > 300 mdpl, berbukit dan beriklim basah. Bambu petung ini banyak dimanfaatkan masyarakat khususnya di Sulawesi Tenggara, karena batangnya yang besar, sehingga dapat dimanfaatkan untuk rumah tangga dan beberapa kerajinan dari bambu.

Untuk meningkatkan daya tahan dan performanya, bambu dan produk dari bambu perlu diawetkan, baik dengan bahan pengawet yang bersifat kimiawi atau pun tanpa bahan kimia, dengan cara tradisional ataupun yang

modern. Ada banyak cara mengawetkan bambu, salah satunya adalah an cara di rendam. Perendaman dilakukan baik di kolam, sawah, parit, ai selokan atau di laut. Perendaman ini berfungsi untuk meningkatkan



daya tahan, memperpanjang waktu pemakaian dan mempertahankan stabilitas struktur bambu dan kekuatannya.

Air limbah rumah tangga adalah genangan air kotor yang mengendap hasil buangan air limbah rumah tangga, seperti buangan dari kamar mandi dan dapur. Air limbah rumah tangga identik dengan air yang kotor, keruh dan bau tapi juga memiliki kandungan kimia yang biasa dijadikan sebagai bahan pengawet pada bambu di zaman dahulu.

Berdasarkan alasan-alasan diatas yang mendorong penulis untuk mengadakan penelitian sebagai tugas akhir dengan judul “**Analisis Kekuatan Mekanik Komposit strip anyaman Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*) dengan Perendaman Air Limbah Rumah Tangga**”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan diatas, maka dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah, yakni

1. Bagaimana pengaruh perendaman air limbah rumah tangga dengan variasi 100%, 90% dan 80% terhadap kekuatan mekanis komposit strip anyaman bambu petung.
2. Bagaimana pengaruh jumlah lapisan terhadap kekuatan mekanis komposit strip anyaman bambu petung.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh perendaman air limbah rumah tangga dengan variasi 100%, 90% dan 80% terhadap kekuatan mekanis komposit strip anyaman bambu petung.
2. Mengetahui pengaruh jumlah lapisan terhadap kekuatan mekanis komposit strip anyaman bambu petung.

## 1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan Tugas Akhir ini lebih terarah, maka penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut :

Sumber pengambilan bambu petung di daerah Kabupaten toraja, Provinsi Sulawesi Selatan.



2. Sumber pengambilan air limbah rumah tangga di kanal Jl. Al-markas Raya, Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan.
3. Pengujian sifat mekanik dibatasi pada pengujian uji tarik, uji impak dan uji bending terhadap spesimen komposit.
4. Perendaman bambu petung dengan air limbah rumah tangga dilakukan selama 2 bulan.

### **1.5 Manfaat penelitian**

Manfaat yang didapat dari penelitian tersebut dibagi menjadi dua, yaitu sebagai berikut:

#### 1. Manfaat Langsung

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan sumbangan positif bagi perkembangan ilmu dan teknologi bidang rekayasa material khususnya komposit. Selain itu diharapkan menjadi acuan yang baik bagi peneliti selanjutnya yang focus pada pemanfaatan matrik alam sebagai material baru.

#### 2. Manfaat Tidak Langsung

Secara tidak langsung, data-data yang diperoleh dalam penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengusaha, petani bambu maupun bagi para Peneliti Selanjutnya.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

#### BAB I Pendahuluan

Berisi latar belakang yang memperkenalkan gambaran mengenai Bambu Petung, serta rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan.

#### BAB II Landasan Teori

Berisi tentang tinjauan pustaka atau teori-teori penunjang yang berhubungan dengan penelitian.

#### BAB III Metodologi Penelitian

Berisi tentang proses penelitian secara lengkap, termasuk proses perendaman hingga pengujian mekanik yaitu uji Tarik, uji bending, dan uji k.



#### BAB IV Hasil dan Pembahasan

Berisi tentang hasil dari eksperimen bambu petung berikut dengan pembahasan dan analisisnya.

#### BAB V Penutup

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Bambu**

Bambu merupakan salah satu tumbuhan cepat tumbuh, memiliki daur pendek dan harganya relatif lebih murah dibandingkan kayu (Dewanto, 2015). Bambu memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan kayu antara lain dapat dipanen dalam waktu singkat sekitar 3 tahun, batangnya lurus, sifat kekuatan yang tinggi, pengerjaannya mudah dan relatif murah (Abdul Khalil et al., 2012). Morisco (2006) menjelaskan bahwa bambu telah lama dimanfaatkan sebagai bahan bangunan yang cukup kuat dan tahan lama waktu pemakaiannya. Banyak penelitian berkaitan dengan sifat mekanis bambu telah dan sedang dilakukan dimana menunjukkan bahwa bambu memiliki keunggulan sifat dan karakteristik mekanisnya dalam hal ini kekuatan tarik dan lenturnya bila dibandingkan dengan kayu dan keunggulan sifat-sifatnya bila dibandingkan material lain seperti plastik atau baja (Chaowana, 2013; Yu et al., 2008). Bambu menjadi alternatif bahan baku konstruksi ditengah semakin sulitnya mendapatkan bahan baku kayu. Hal tersebut sangat beralasan mengingat banyaknya jenis bambu yang bisa dimanfaatkan dengan terlebih dahulu mengenal lebih jauh karakteristik dan potensi tiap-tiap bambu tersebut.

Indonesia sebagai salah satu negara tropis di dunia memiliki sumber daya bambu yang cukup potensial. Di Indonesia bambu dapat dijumpai baik di daerah pedesaan maupun di dalam kawasan hutan. Semua jenis tanah dapat ditanami bambu kecuali tanah di daerah pantai. Pada tanah ini sekalipun terdapat bambu, pertumbuhannya lambat dan batangnya kecil. Tanaman bambu dapat dijumpai mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi, dari pegunungan berbukit dengan lereng curam sampai landai. Sumber daya bambu yang cukup melimpah di Indonesia perlu ditingkatkan pemanfaatannya agar dapat memberi sumbangan terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Pemanfaatan bambu di Indonesia saat ini masih terbatas



untuk mebel, barang kerajinan dan terutama untuk bahan pembuatan bodi kapal (Sulastiningsih & Santoso, 2012).

Sumber daya alam bambu berasal dari hutan bambu, bambu masyarakat dan perkebunan bambu. Hutan bambu adalah tanaman bambu yang tumbuh secara alami di hutan, sangat potensial, dan memiliki banyak buluh dalam satu rumpun. Sedangkan bambu masyarakat merupakan tanaman bambu yang tumbuh di halaman dan lapangan, dengan ciri berpotensi besar, batang yang bagus, mudah dikontrol, dan pertumbuhan teratur. Serta perkebunan bambu adalah tanaman bambu yang ditanam secara intensif di suatu tempat dengan pemilihan jenis unggulan, jarak tanam yang teratur, serta produksi batang yang terkontrol (Sutiyono 2006).

Menurut Sutiyono (2006), Indonesia memiliki 76 spesies bambu dari 17 genus. *Genus Arundinaria* memiliki 1 spesies, *Bambusa* (19 spesies), *Cephalostachyum* (1 spesies), *Chimonobambusa* (2 spesies), *Dendrocalamus* (6 spesies), *Dinochloa* (1 spesies), *Gigantochloa* (18 Spesies), *Melocana* (1 spesies), *Nastus* (3 spesies), *Neololeba* (1 spesies), *Phyllostachys* (3 spesies), *Pleioblatus* (2 spesies), *Pseudosasa* (1 spesies), *Schizostachyum* (14 spesies), *Semiarundinaris* (1 spesies), *Shibatea* (1 spesies), dan *Thytsostachys* (1 spesies).

Bambu termasuk jenis tanaman dengan tingkat pertumbuhan tinggi. (Liese, 1980) merupakan material komposit alami tumbuh subur di sebagian besar negara-negara tropis. Indonesia merupakan Negara ketiga penghasil bambu setelah China dan India. Indonesia menjadi salah satu pusat keragaman bambu di Asia Tenggara dengan 161 spesies dimana 126 spesies diantaranya merupakan spesies asli Indonesia. Hal tersebut berarti sekitar 15.5% dari total spesies bambu dunia (Widjaja et al. 2014). Hadirnya kekayaan alam ini, Indonesia sebagai negara yang miliki potensi besar untuk memanfaatkan bambu menjadi material masa depan.

Menurut Janssen (1981) faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kekuatan bambu adalah:



- a. Bagian arah melintang bahan, kekuatan tarik maksimum bagian luar batang bambu paling besar dibandingkan dengan bagian-bagian yang lain. Kekuatan tarik maksimum yang besar diiringi oleh prosentase serabut sklerenkim yang besar pula.
- b. Ada tidaknya nodia, Di dalam inter-nodia sel-selnya berorientasi kearah sumbu aksial sedang di dalam nodia sel-selnya mengarah pada sumbu transversal.
- c. Kandungan air, kekuatan tarik bambu akan menurun dengan meningkatnya kandungan air.

Kelebihan bambu :

Bambu juga dikenal memiliki sifat-sifat yang baik untuk dimanfaatkan sebagai pengganti tulangan baja tarik, 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. Selain itu kelebihan bambu untuk membangun rumah adalah tahan dari bencana gempa karena mempunyai struktur yang elastis dan juga bisa dibentuk dengan berbagai motif anyaman atau pola sesuai keindahan arsitektur yang akan di buat (Kasiati dan Boedi, 2010).

Bambu mudah ditanam dan tidak memerlukan pemeliharaan secara khusus. Pada masa pertumbuhan, bambu tertentu dapat tumbuh vertikal 5 cm per jam, atau 120 cm per hari. Bambu dapat dimanfaatkan dalam banyak hal. bambu dengan kualitas baik dapat diperoleh pada umur 3-5 tahun. Bambu berbentuk pipa sehingga momen kelembabannya tinggi, oleh karena itu bambu cukup baik untuk memikul momen lentur. Ditambah dengan sifat bambu yang elastis, struktur bambu mempunyai ketahan yang tinggi baik terhadap angin maupun gempa.

Menurut Wahyudin (2008), Bambu merupakan tanaman yang dapat tumbuh dalam waktu yang singkat di bandingkan tanaman kayu-kayuan. Dalam sehari bambu bertambah panjang 30-90 cm. Rata-rata pertumbuhan bambu untuk mencapai usia dewasa dibutuhkan waktu 3-6 tahun. Pada umur



ini, bambu memiliki mutu dan kekuatan yang paling tinggi. Bambu yang telah di panen akan tergantikan oleh batang bambu yang baru. Hal ini berlangsung secara terus-menerus secara cepat sehingga tidak perlu dikhawatirkan bambu ini mengalami kepunahan karena di panen.

Kekurangan bambu :

Walaupun berpotensi digunakan sebagai material bangunan, bambu juga memiliki kelemahan seperti mudah terbakar, rentan serangan rayap dan berlubang. Dengan menggunakan bambu sebagai tulangan beton, selain dapat mengurangi biaya bangunan dan memakai material yang ramah lingkungan juga dengan bambu yang tercover oleh lapisan beton maka akan mengurangi salah satu kekurangan bambu yaitu mudah terbakar (Wonlele dkk, 2013).

Sebagai bahan berlignoselulosa yang dapat digunakan untuk material produk serbaguna, bambu juga mempunyai kelemahan sebagai bahan baku karena tingkat keawetan yang rendah sehingga rentan terhadap organisme perusak seperti rayap dan bubuk kayu kering, dimana ketahanan alami setiap jenis bambu berbeda terhadap organisme perusak yang berbeda seperti terhadap jamur maupun serangga. Selain kayu, bambu dan produk-produk dari bambu juga banyak diserang baik oleh rayap tanah maupun rayap kayu kering. Hasil pengujian ketahanan alami 20 jenis bambu terhadap serangan rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* (Jasni dkk, 2017).

### 2.1.1 Bambu Petung

Klasifikasi ilmiah bambu petung :

- Kingdom : Plantae (Tumbuhan)
- Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
- Kelas : Liliopsida (Berkeping satu / Monokotil)
- Sub Kelas : Commelinidae
- Ordo : Poales
- Famili : Poaceae (Suku rumput-rumputan)
- Genus : Dendrocalamus
- Spesies : Dendrocalamus Asper Backer



Morisco (1999), bambu petung mempunyai kuat tarik bagian dalam bambu sebesar 97 MPa dan bagian luar bambu sebesar 285 MPa. Selain itu kuat tarik bambu petung kering oven tanpa buku sebesar 190 MPa dan dengan buku sebesar 116 MPa. Bambu mempunyai komposisi kimia yang terdiri dari komponen utama selulosa 40%, hemiselulosa 25%, dan lignin 25%. Komponen minor larut air meliputi gula, pati, tanin, wax dan garam inorganik serta kandungan abu 1 – 5% (Liese dan Satish, 2003). Dalam kenyataan, bambu berkualitas tinggi dapat diperoleh pada umur 2 sampai 5 tahun (suatu kurun waktu yang relatif singkat dibandingkan umur pertumbuhan kayu). Kenyataan lain bambu petung mudah ditanam dan tidak memerlukan perawatan khusus. Bambu petung mempunyai peluang yang besar untuk menggantikan kayu yang baru siap tebang setelah umur 50 tahun (Morissco dalam Pathurahman dan Gazalba, 1999: 501).

Bambu petung merupakan jenis bambu yang mempunyai rumpun agak sedikit rapat, tinggi buluh dapat mencapai 20 m dengan garis tengah sampai 20 cm. Pada buku-buku sering terdapat akar-akar pendek dan menggerombol, panjang ruas berkisar antara 40-60 cm, dinding buluh cukup tebal 1-1,5 cm (Rulliaty, 2012). Bambu petung sering digunakan di laut untuk tiang pancang, bagang penangkap ikan, sayap perahu nelayan dan sebagainya yang tidak luput dari serangan penggerek di laut. Hal ini merupakan masalah yang harus diperhatikan agar umur pakai bambu tersebut dapat bertambah panjang. Penelitian ketahanan bambu petung terhadap penggerek di laut belum pernah dilakukan, baik ketahanan alami maupun ketahanan yang sudah diawetkan.

### 2.2.1 Sifat Fisik Bambu Petung

Sebagai material alami, bambu mempunyai sifat fisik, kimia dan mekanik yang berbeda. Hal tersebut tergantung pada jenis bambu, lingkungan tumbuh, dan asalnya. Adapun sifat fisik bambu antara lain :



a. Kadar Air

Bambu sangat mudah menyerap air dan melepaskannya pada saat mengering. Penyerapan bambu terhadap air mencapai 25% pada 24 jam pertama. Kadar air bambu bervariasi dalam suatu batang dipengaruhi oleh umur, musim panen bambu dan jenis bambu.

Rata-rata nilai kadar air segar bambu petung yang berasal dari KHDTK Senaru adalah 52,67%. Nilai kadar air ini termasuk rendah jika dibandingkan dengan rata-rata kadar air segar bambu jenis lain. Sebaran nilai kadar air disepanjang batang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Rata-rata kadar air segar bambu petung KHDTK Senaru (%). Sumber :(Rini 2010).

ksial	Bagian		Rata-rata
	Ruas	Buku	
Pangkal	60,97	57,38	59,18
Tengah	50,72	52,21	51,47
Ujung	46,78	47,94	47,36
Rata-rata	52,82	52,51	52,67

Berdasarkan Tabel 2.1. Diketahui bahwa kadar air segar bambu petung memiliki nilai yang cenderung menurun dari bagian pangkal menuju bagian ujung. Hal ini dikarenakan pada bagian pangkal bambu memiliki dinding serabut yang lebih tebal daripada bagian ujung sehingga kemampuan mengikat air lebih besar. Kecenderungan kadar air bambu menurun dari pangkal ke batang atas ini juga karena sel parenkim yang merupakan tempat penampungan air semakin ke atas semakin berkurang persentasenya (Fangchun, 2000; Nahar & Hasan, 2013). Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa posisi aksial bambu berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air segar, dimana kadar air bagian pangkal berbeda nyata dengan bagian tengah dan juga



berbeda dengan bagian ujung, sedangkan keberadaan buku dan ruas tidak berpengaruh terhadap nilai kadar air segar.

Sementara itu, nilai kadar air kering udara bambu petung yang berasal dari KHDTK Senaru relatif seragam. Rata-rata nilai kadar air kering udara yaitu 11,08%. Hasil uji statistika menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan kadar air kering udara pada arah aksial, baik pada bagian buku maupun ruas.

Tabel 2.2 Rata-rata kadar air kering udara bambu petung KHDTK Senaru (%). Sumber : (Rini, 2010)

Aksial	Bagian		Rata-rata
	Ruas	Buku	
Pangkal	11.03	11.25	11.14
Tengah	10.85	11.33	11.09
Ujung	10.76	11.26	11.01
Rata-rata	10.88	11.28	11.08

b. Berat Jenis

Berat jenis bambu menunjukkan banyaknya massa bambu dengan sel – sel yang menyusunnya. Berat jenis bambu dapat ditentukan dengan perbandingan massa bambu yang kering dengan volume bambu tersebut.

Tabel. 2.3 Nilai Rata-rata Berat Jenis Segar Bambu Petung Sumber : (Rini, 2010)

Aksial	Bagian		Rata-rata
	Ruas	Buku	
Pangkal	0.43	0.48	0.460
Tengah	0.57	0.55	0.559
Ujung	0.62	0.61	0.614
Rata-rata	0.539	0.549	0.544

Nilai berat jenis bambu petung terlihat seragam (Tabel 2.3) yaitu berkisar antara 0,430,62. Pada arah aksial berat jenis memiliki pola meningkat dari pangkal ke ujung. Hal ini berlaku sama pada bagian buku dan ruas, dimana baik bagian buku dan ruas



memiliki kecenderungan pola yang sama pada arah aksial. Sementara untuk bagian bambu buku memiliki nilai berat jenis yang lebih tinggi daripada bagian ruas.

Hasil uji statistik pada taraf nyata 5% menunjukkan bahwa arah aksial berpengaruh nyata terhadap berat jenis segar, sementara bagian batang dan interaksi arah aksial dan bagian batang tidak berpengaruh nyata. Berdasarkan uji lanjut HSD, diketahui bahwa bagian pangkal berbeda dengan bagian tengah dan ujung, dan bagian tengah berbeda dengan bagian ujung. Berat jenis pada arah aksial berbeda disebabkan oleh ikatan yang tersusun dalam bambu meningkat dari bagian bawah menuju ke bagian atas, sehingga persentase sel serabut juga bertambah besar di bagian ujung. Hal ini menyebabkan volume total zat dinding sel akan meningkat. Selain itu perbedaan berat jenis juga dapat disebabkan meningkatnya kandungan silica dari bagian pangkal ke bagian ujung, sehingga berat jenis bagian ujung cenderung lebih tinggi (Epsiloy, 1987). Dijelaskan dalam Daza dan Arbeláez (2010) bahwa kenaikan kerapatan bambu dari batang pangkal ke batang atas terjadi karena porsi jaringan sklerenkim semakin ke atas batang cenderung semakin banyak jumlahnya. Jaringan sklerenkim adalah jaringan yang dibangun dari serat mikro selulosa dalam matriks hemiselulosa dan lignin yang berfungsi memberikan kekuatan, fleksibilitas, dan kekakuan pada tanaman (Jarvis, 2012). Meningkatnya kerapatan batang dapat dijadikan sebagai salah satu indikator meningkatnya kekuatan bambu.

### 2.1.3 Sifat Kimia Bambu Petung

Sukardi & Sukanto (1999) menyatakan bahwa bambu sebagai bahan berlignoselulosa mempunyai komponen kimia utama, yaitu selulosa, hemiselulosa, lignin dan zat – zat ekstraktif serta bahan organik berupa mineral dan silikat. Bahan – bahan tersebut ada yang terikat dalam struktur ikatan kimia penyusun sel dan yang bebas berupa



penimbunan cadangan makanan atau zat pati. Zat pati yang terdapat pada buluh bambu merupakan sumber makanan organisme perusak.

Kandungan pati pada bambu merupakan faktor yang kritis bagi ketahanan alaminya dari serangan bubuk kayu kering. Salah satu cara untuk mengurangi kadar pati tanpa menggunakan bahan kimia adalah dengan merendam batang bambu dalam air tergenang. Dalam waktu tiga bulan kadar pati turun sekitar 0,92 – 1,64 %, menunjukkan bahwa penyebaran komponen kimia dalam batang bambu dari bagian bawah ke atas, khususnya pada ruas pertengahan batang, umumnya mengalami kenaikan kadar air, kadar ekstraktif, kapasitas penyangga, kadar lignin dan kadar abu sedangkan tingkat keasaman (nilai pH) menurun. Lebih lanjut Sukardi & Sukanto (1999) menyatakan bahwa kadar selulosa 10 jenis bambu diteliti. Apabila dibandingkan dengan penggolongan komponen kimia kayu Indonesia, 9 jenis bambu termasuk berkadar selulosa tinggi (45% ke atas) dan satu jenis termasuk sedang (40-44% untuk kayu daun lebar dan 41-44% untuk kayu daun jarum). Kadar lignin bambu berkisar pada 19,8-26,6% menunjukkan bahwa kadar lignin bambu termasuk sedang bila dibandingkan dengan penggolongan komponen kimia kayu Indonesia terlihat pada Tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.4 Komponen Kimia Lima Jenis Bambu. Sumber : (Sukardi & Sukanto, 1999)

Jenis Bambu	Lignin	Selulosa	Pentosan	Abu
Apu ( <i>Gigantochloa apus</i> )	25,8	54,7	19,1	2,9
Ulet ( <i>Gigantochloa sp.</i> )	26,8	54,8	-	2,0
Andong ( <i>Gigantochloa pseudoarundinacea</i> )	28,0	53,8	-	3,2
Betung ( <i>Dendrocalamus asper</i> )	25,6	55,4	-	3,8
Ampel ( <i>Bambusa vulgaris</i> )	28,2	50,8	-	4,3

Tabel diatas menunjukkan bahwa jenis bambu Ampel memiliki kandungan lignin yang lebih tinggi daripada jenis bambu lainnya. Jenis



bambu betung memiliki kandungan selulosa yang lebih tinggi daripada jenis bambu lainnya.

## 2.2 Material Komposit

Kata komposit berasal dari kata “to compose” yang berarti menyusun atau menggabung. Secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Jadi komposit adalah suatu bahan yang merupakan gabungan atau campuran dari dua material atau lebih pada skala makroskopis untuk membentuk material ketiga yang lebih bermanfaat. Komposit dan alloy memiliki perbedaan dari cara penggabungannya yaitu apabila komposit digabung secara makroskopis sehingga masih kelihatan serat maupun matrixnya (komposit serat) sedangkan pada alloy / paduan digabung secara mikroskopis sehingga tidak kelihatan lagi unsur-unsur pendukungnya ( Jones, 1975).

Komposit adalah material struktural yang terdiri dari dua gabungan atau lebih unsur, yang digabungkan pada tingkat makroskopik dan tidak larut antara satu dengan yang lain (Autar, 2006).

Berdasarkan definisi tersebut maka kondisi ikatan permukaan sangat berpengaruh terhadap kekuatan komposit. Persyaratan dasar kekuatan komposit terletak pada kekuatan antar muka matrik dan penguat. Ikatan antar muka inilah yang menjadi jembatan transmisi tegangan luar yang diberikan dari matrik menuju partikel penguat. Jika ikatan antarmuka terjadi dengan baik maka transmisi tegangan ini dapat berlangsung dengan baik pula. Material komposit tersusun atas 2 (dua) bagian yang berbeda yaitu matrik dan penguat. Matrik merupakan fasa utama dan kontinu, berfungsi menahan fasa penguat dan meneruskan beban. Sedangkan penguat merupakan fasa kedua dan diskontinu yang dimasukkan ke dalam matrik. Material penguat biasanya dalam bentuk serat, partikel, atau serpihan. Matrik memiliki sifat ulet sementara itu, penguat umumnya memiliki kekuatan lebih tinggi dari matrik, sehingga disebut fasa penguat (*reinforcing phase*). (Kartaman,



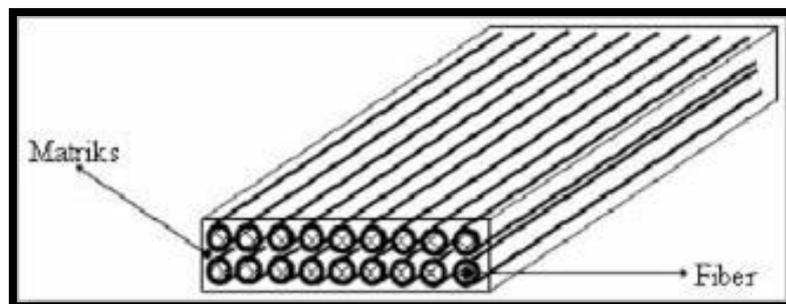
Komposit dapat digolongkan berdasarkan jenis matrik dan bentuk penguatnya, yaitu

a. Klasifikasi Komposit Berdasarkan Matriks

- ✓ *Metal matrix composites* (MMCs), yaitu komposit yang memiliki matrik berupa logam.
- ✓ *Ceramic Matrix Composites* (CMCs), yaitu komposit dengan matrik dari bahan keramik.
- ✓ *Polymer Matrix Composites* (PMCs), yaitu jenis komposit dengan matrik dari bahan polimer.

b. Klasifikasi Komposit berdasarkan penguat/*reinforcement*

- *Fibrous composite*, yaitu komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau satu lapis dan berpenguat fiber. Kayu adalah komposit alam yang terdiri dari serat *hemiselulosa* dalam *matriks lignin*. Fiber yang digunakan untuk menguatkan matriks dapat pendek, panjang, atau kontinyu. Berdasarkan jenis seratnya dibedakan atas:
  1. Serat Kontinyu, dengan orientasi serat yang bermacam-macam antara lain arah serat satu arah (*unidireksional*), dua arah (*biaksial*), tiga arah (*triaksial*).
  2. Serat diskontinyu, serat menyebar dengan acak sehingga sifat mekaniknya tidak terlalu baik jika dibandingkan dengan serat kontinyu.

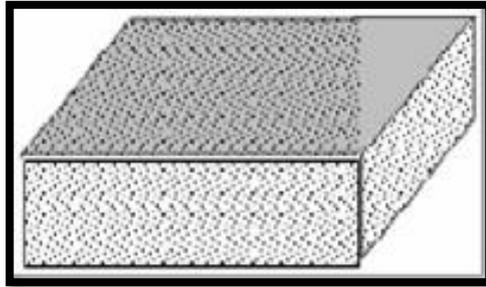


Gambar 2.1 *fibrous composite* (Kartaman, 2010)

- *Particulate composite*, yaitu komposit dengan penguat berupa partikel/serbuk yang tersebar pada semua luasan dan segala arah dari komposit. *Particulate composite material* (material komposit partikel)

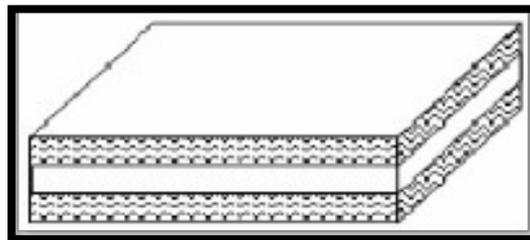


terdiri dari satu atau lebih partikel yang tersuspensi di dalam matriks dari matriks lainnya. Partikel logam dan non-logam dapat digunakan sebagai matriks.



Gambar 2.2 *Particulate composite* (Kartaman, 2010)

- *Laminated composite*, yaitu komposit yang berlapis-lapis, paling sedikit terdiri dari dua lapis yang digabung menjadi satu, dimana setiap lapisan pembentuk memiliki karakteristik sifat tersendiri. Terdiri sekurang-kurangnya dua lapis material yang berbeda dan digabung secara bersama-sama. *Laminated composite* dibentuk dari dari berbagai lapisan-lapisan dengan berbagai macam arah penyusunan serat yang ditentukan yang disebut *laminat*.



Gambar 2.3 *Laminated composite* (Kartaman, 2010)

## 2.3 Metode Pengawetan

Keawetan bambu adalah daya tahan alami bambu terhadap berbagai faktor perusak bambu, misalnya ketahanan bambu terhadap serangan rayap, bubuk kayu kering, dan jamur perusak bambu (Suwanto Bogja, 2008). Menurut Rifai (2013), ada dua jenis metode pengawetan yaitu:

### 1 Pengawetan Tradisional

Pengawetan tradisional adalah praktik dan perlakuan terhadap yang dilakukan oleh masyarakat secara turun temurun yang bertujuan



untuk meningkatkan masa pakai bambu. Berbagai cara pengawetan tersebut diantaranya berupa:

### **1. Pengendalian waktu tebang.**

Adalah pengaturan waktu penebangan bambu pada saat-saat tertentu yang menurut kepercayaan atau kebiasaan masyarakat dapat meningkatkan daya tahan bambu dibandingkan dengan penebangan pada sembarang waktu. Pengendalian waktu tebang di Indonesia ada banyak versi, diantaranya:

- Penebangan pada bulan tertentu (mongso/mangsa) dalam bahasa jawa/sunda, umumnya pada mongso 9 (bulan maret) dianggap sebagai waktu yang paling tepat untuk memotong bambu.
- Penebangan pada jam tertentu, misalnya penebangan dilakukan pada waktu menjelang subuh dipercaya dapat meningkatkan ketahanan bambu.
- Penebangan pada waktu tertentu, misalnya penebangan pada waktu bulan purnama di beberapa daerah dipercaya dapat mengurangi serangan hama pada bambu.

### **2. Perendaman bambu**

Bambu yang telah ditebang direndam selama berbulan-bulan bahkan tahunan agar bambu tersebut tahan terhadap pelapukan dan serangan hama. Perendaman dilakukan baik di kolam, sawah, parit, sungai atau di laut. Penebangan waktu pada bulan tertentu (mongso/mangsa) dalam bahasa jawa/sunda, umumnya pada mongso 9 (bulan maret) dianggap sebagai waktu yang paling tepat untuk memotong bambu. Kelemahan dari sistem ini adalah, bambu yang direndam dalam waktu lama, ketika diangkat akan mengeluarkan lumpur dan bau yang tidak sedap, akan butuh waktu yang cukup lama setelah perendaman untuk mengeringkan hingga bau berkurang dan dapat dipakai sebagai bahan bangunan.



### 3. Pengasapan bambu,

Selain pengendalian waktu penebangan dan perendaman, secara tradisional bambu juga kadangkala diasap untuk meningkatkan daya tahannya. Secara tradisional bambu diletakkan di tempat yang berasap (dapur atau tempat pembakaran lainnya), secara bertahap kelembaban bambu berkurang sehingga kerusakan secara biologis dapat dihindari. Saat ini sebenarnya cara pengasapan sudah mulai dimodernisasi, beberapa produsen bambu di Jepang dan Amerika Latin telah menggunakan sistem pengasapan yang lebih maju untuk mengawetkan bambu dalam skala besar untuk kebutuhan komersil.

### 4. Pencelupan dengan kapur.

Bambu dalam bentuk belah atau iratan dicelup dalam larutan kapur ( $\text{CaOH}_2$ ) yang kemudian berubah menjadi kalsium karbonat yang dapat menghalangi penyerapan air hingga bambu terhindar dari serangan jamur.

#### 2.3.2 Pengawetan Moderen

Yang dimaksud dengan cara pengawetan modern disini adalah pengawetan yang memanfaatkan input berupa bahan kimia. Efisiensi pengawetan kimia terhadap peningkatan umur bambu dipengaruhi oleh struktur anatomi bambu itu sendiri. Pengawetan bambu lebih sulit dilakukan dibandingkan dengan pengawetan kayu karena kondisi berikut ini:

- Tidak ada jalur serapan radial (horizontal ketika bambu dalam posisi tegak) sebagaimana yang dimiliki kayu, sehingga perpindahan larutan dari sel ke sel tergantung pada proses difusi secara perlahan.
- Sel batang bambu yang berperan dalam proses transportasi bahan pengawet hanya 8% dibandingkan dengan kayu lunak yang mencapai 70%, kayu keras 20% atau rotan 30%, ini menyebabkan proses pengawetan bambu membutuhkan waktu yang lebih lama.



- Penyerapan radial dari bahan penawet melalui bagian kulit luar bambu terhalang oleh lapisan keras kulit bambu (cortex), sedangkan dari bagian dalam dihalangi oleh struktur lignin yang tebal.
- Meski poros vertical yang ada memungkinkan larutan mudah melewati sel bambu, namun keberadaan buku-buku diantara ruas bambu mengisolasi dan memperlambat penyerapan ke bagian lainnya.
- Ketika bambu dipotong, cairan bambu beraksi menutupi “luka” yang ada sehingga membatasi akses bahan pengawet. Sehingga bambu harus segera diawetkan ketika kondisinya masih basah.
- Dalam kondisi kering cairan bambu yang mengering di dalam batang bambu menghalangi proses difusi antar sel, sehingga memperlambat proses penyerapan pengawet.

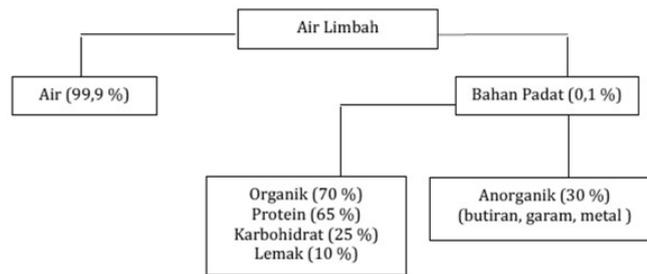
## 2.4 Air Limbah Rumah Tangga

Limah cair rumah tangga atau domestik adalah air buangan yang berasal dari penggunaan limbah dapur, kamar mandi, toilet, cucian, dan sebagainya (Puji, 2009). Komposisi limbah cair rata-rata mengandung bahan organik dan senyawa mineral yang berasal dari sisa makanan, urin, dan sabun. Sebagian limbah rumah tangga berbentuk suspensi, lainnya dalam bentuk bahan terlarut. Sekitar 80% air yang digunakan manusia untuk aktivitasnya akan dibuang lagi dalam bentuk air yang sudah tercemar, baik itu limbah industri maupun limbah rumah tangga.

### 2.4.1 Komposisi Air limbah

Di dalam limbah cair terkandung zat-zat pencemar dengan konsentrasi tertentu yang bila dimasukkan ke perairan dapat mengubah kualitas airnya. Kualitas air merupakan pencerminan kandungan konsentrasi makhluk hidup, energi, zat-zat, atau komponen lain yang ada dalam air. Komposisi air limbah tergantung darisumbernya, tetapi sebagian besar air limbah memiliki komposisi sebagai berikut :





Gambar 2.4 Komposisi air limbah (Tebbutt, 1998; Mara, 2004).

Secara umum sifat limbah cair rumah tangga terbagi atas 3 karakteristik yaitu karakteristik fisik, kimia dan biologi. Untuk beberapa parameter terkait karakteristik limbah cair rumah tangga disajikan dalam tabel berikut:

Table 2.5 Karakteristik Limbah Cair Rumah Tangga

Parameter	Konsentrasi (mg/l)	
	Kisaran	Rata-rata
<b>Padatan :</b>		
Terlarut	253-850	500
Tersuspensi	100-350	220
BOD	110-400	220
COD	250-1000	500
TOC	80-290	160
<b>Nitrogen:</b>		
Organik	8-35	15
NH <sub>3</sub>	12-50	25
<b>Phospor:</b>		
Organik	1-5	3
Anorganik	3-10	5
Chlorida	30-100	50
Minyak dan Lemak	50-150	100
Alkalinitas	50-200	100

Sumber: Rahmi, 2009.

#### 2.4.2 Karakteristik Kimia Air Limbah

Karakteristik kimia bahan organik dalam limbah cair adalah sebagai berikut:

##### a. Protein

Protein merupakan bagian yang penting dari makhluk hidup, termasuk di dalamnya tanaman, dan hewan bersel satu. Protein mengandung karbon, hidrogen, dan oksigen yang mempunyai bobot molekul sangat tinggi. Struktur kimianya sangat kompleks dan tidak



stabil serta mudah terurai, sebagian ada yang larut dalam air, tetapi ada yang tidak. Susunan protein terdiri dari beribu-ribu asam amino dan merupakan bahan pembentuk sel dan inti sel. Di dalam limbah cair, protein merupakan unsur penyebab bau, karena adanya proses pembusukan dan peruraian oleh bakteri.

b. Karbohidrat

Karbohidrat antara lain : gula, pati, selulosa dan benang-benang kayu terdiri dari unsur C, H, dan O. Gula dalam limbah cair cenderung terdekomposisi oleh enzim dari bakteri-bakteri tertentu dan ragi menghasilkan alkohol dan gas CO<sub>2</sub> melalui proses fermentasi. Fermentasi merupakan proses peruraian metabolik dari bahan organik oleh mikroorganisme yang menghasilkan energi dan gas, yang berlangsung dalam kondisi anaerobik. Metabolisme merupakan peristiwa pembentukan dan peruraian zat di dalam diri makhluk hidup yang memungkinkan berlangsungnya hidup. Pati merupakan salah satu karbohidrat yang relatif lebih stabil, tetapi dapat diubah menjadi gula oleh aktivitas bakteri. Sedangkan selulosa merupakan salah satu karbohidrat yang paling tahan terhadap dekomposisi atau peruraian bakteri. Karbohidrat ini keberadaannya dalam limbah cair mengakibatkan bau busuk dan turunnya oksigen terlarut, sehingga dapat mengganggu kehidupan biota air.

c. Minyak dan lemak

Minyak adalah lemak yang bersifat cair. Keduanya mempunyai komponen utama karbon dan hidrogen yang mempunyai sifat tidak larut dalam air. Bahan-bahan tersebut banyak terdapat pada makanan, hewan, manusia dan bahkan ada dalam tumbuh-tumbuhan sebagai minyak nabati. Sifat lainnya adalah relatif stabil, tidak mudah terdekomposisi oleh bakteri (Milasari, 2010).

d. Deterjen

Deterjen termasuk bahan organik yang sangat banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga, hotel, dan rumah sakit.



Bahan aktif pembersih yang terkandung dalam deterjen di Indonesia sebelum tahun 1993 masih menggunakan ABS (Alkyl Benzene Sulfonate). ABS ini dapat menimbulkan busa yang mempunyai sifat tahan terhadap peruraian biologis, sehingga dapat menimbulkan masalah pencemaran air. Sejak tahun 1993, bahan aktif ini diganti dengan LAS (Linear Alkyl Sulfonate) yang busanya dapat diuraikan, walaupun harganya relatif lebih mahal.

## 2.5 Sifat Mekanik Material

Sifat mekanik adalah sifat yang berhubungan dengan kekuatan bahan / kemampuan suatu bahan untuk menahan gaya luar yang bekerja padanya. Sifat mekanik bambu diketahui dari penelitian yang bertujuan untuk memanfaatkan bambu secara maksimal sebagai struktur dan bahan konstruksi. Beberapa sifat mekanika bambu yang penting untuk perencanaan konstruksi bambu (Sukardi & Sukamto,1999), antara lain :

### a. Kuat Tarik

Kuat tarik bambu adalah kekuatan bambu untuk menahan gaya tarik tergantung pada bagian batang yang digunakan. Kuat tarik dibedakan menjadi dua macam yaitu kekuatan tarik tegak lurus serat dan kekuatan tarik sejajar serat. Bagian ujung memiliki kekuatan terhadap gaya tarik 12% lebih rendah dibandingkan dengan bagian pangkal.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Ket :

$\sigma$  = Kekuatan/tegangan tarik pada batas maksimum (kg/cm<sup>2</sup>)

A = Luas penampang melintang pada bagian paling kecil di tengah batang benda uji (cm<sup>2</sup>)

P = Beban tarik maksimum (kg)

$\sigma$  adalah kekuatan tarik komposit yang dihasilkan oleh beban tarik (P) dibagi luasan rata-rata komposit (A). Untuk regangan ( $\varepsilon$ ) komposit dapat diketahui besarnya menggunakan persamaan :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2.2)$$

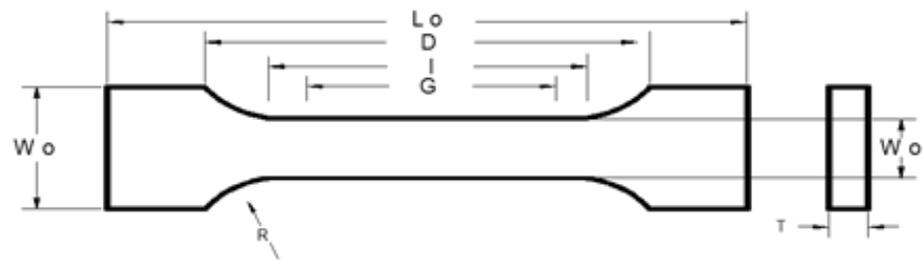


Dengan  $\Delta L$  adalah perubahan panjang di panjang awal ( $L$ ). jika regangan serat sudah diketahui maka besarnya modulus elastisitas ( $E$ ) adalah :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.3)$$

Kekuatan tarik longitudinal pada komposit dapat ditentukan berdasarkan dua kondisi, yaitu : awal regangan patah terjadi pada serat dan awal regangan patah terjadi pada matrik.

Besarnya regangan adalah jumlah pertambahan panjang karena pembebanan dibandingkan dengan panjang daerah ukur (gage length). Nilai regangan ini adalah regangan proporsional yang didapat dari garis. Proporsional pada grafik tegangan-tegangan hasil uji tarik komposit.(Surdia, 1995).



Gambar 2.5 Bentuk specimen uji Tarik

Tabel 2.6 Keterangan dimensi specimen uji Tarik

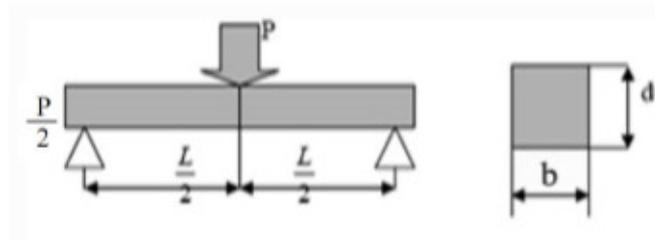
Simbol	Ket.	mm
W	Width of narrow section	13 ± 0.5
L	Legth of narrow section	57 ± 0.5
W <sub>0</sub>	Width ovrall, min	19 ± 6.4
L <sub>0</sub>	Length overall	165 (no max)
G	Gage Length	50 ± 0.25
D	Distance Between Grips	115 ± 5
R	Radius of fillet	13 ± 0.5
T	Thicknes (diambil dari ketebalan komposit)	

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan, modulus elastisitas bahan dengan cara menarik spesimen sampai putus. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik atau dengan universal testing standar.(Standar ASTM D 638-02).



b. Kuat Lentur (Bending)

Material komposit mempunyai sifat tekan lebih baik dibanding tarik, pada perlakuan uji bending spesimen, bagian atas spesimen terjadi proses tekan dan bagian bawah terjadi proses tarik sehingga kegagalan yang terjadi akibat uji bending yaitu mengalami patah bagian bawah karena tidak mampu menahan tegangan tarik. Dimensi balok dapat kita lihat pada gambar 2.6. berikut ini : (Standar ASTM D 790-02 ).



Gambar 2.6 Pengujian Bending (Standar ASTM D 790-02 ).

c. Kuat Impak

Ketangguhan suatu bahan adalah kemampuan bahan dalam menerima beban impact yang diukur dengan besarnya energy yang diperlukan untuk mematahkan batang uji dengan palu ayun. Untuk mengetahui nilai ketangguhan suatu material harus dilakukan uji impact, dengan menggunakan standar ASTM D256. Besarnya tenaga untuk Kekuatan Impak

$$a = \frac{W}{dxb} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan :

- a : kekuatan impact(J/mm<sup>2</sup>)
- b : Lebar spesimen (mm)
- d : Tebal spesimen (mm)
- W : Energi yang diserap spesimen (J)

