



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202131042, 1 Juli 2021

Pencipta

Nama : **Dr. Ninis Hadi Haryanti, Dra, M.S dan Dr. Suryajaya, S.Si, MSc.Tech**

Alamat : Komp. Buncit Indah IV No. 105 RT 007 RW 001 Pemurus Baru Banjarmasin Selatan 70249, Banjarmasin, KALIMANTAN SELATAN, 70249

Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **LPPM Universitas Lambung Mangkurat**

Alamat : Jl Brigjen H. Hasan Basry, Kampus ULM Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Banjarmasin, KALIMANTAN SELATAN, 70123

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Buku**

Judul Ciptaan : **Buku "SERAT PURUN TIKUS (*Eleocharis Dulcis*) SEBAGAI MATERIAL KOMPOSIT"**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 10 Mei 2019, di Jakarta

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.

Nomor pencatatan : 000258029

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL



Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

Ninis Hadi Haryanti
Suryajaya

SERAT PURUN TIKUS

Eleocharis dulcis Sebagai

MATERIAL KOMPOSIT



SERAT PURUN TIKUS *(Eleocharis dulcis)* **SEBAGAI MATERIAL** **KOMPOSIT**

Oleh:
Ninis Hadi Haryanti
Suryajaya



Universitas Lambung Mangkurat
2020

SERAT PURUN TIKUS

(Eleocharis dulcis)

SEBAGAI MATERIAL KOMPOSIT

Ninis Hadi Haryanti

Suryajaya

Editor : Sadang Husain

**Diterbitkan oleh: Lambung Mangkurat University Press,
2020**

d/a Pusat Pengelolaan Jurnal dan Penerbitan ULM Lantai 2
Gedung Perpustakaan Pusat ULM

Jl. Hasan Basri, Kayutangi, Banjarmasin, 70123

Telp/Fax. 0511-3305195

ANGGOTA APPTI (004.035.1.03.2018)

Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit, kecuali untuk kutipan singkat demi penelitian ilmiah atau resensi

i-xviii + 180 hal, 14,5 x 20,5 cm

Cetakan Pertama, Desember 2020

ISBN 978-623-7533-47-4

PRAKATA

Pada saat ini, penggunaan dan pemanfaatan material berpenguat serat alam terus berkembang dan semakin diminati. Hal ini disebabkan serat alam memiliki massa jenis yang rendah, mampu terbiodegradasi, mudah didaur ulang, produksi memerlukan energi yang rendah, memiliki sifat mekanis yang baik dan dapat diperbaharui karena berasal dari alam.

Purun tikus (*Eleocharis dulcis*) merupakan tumbuhan air menjurus sebagai gulma yang banyak ditemui pada tanah sulfat masam. Tumbuhan purun tikus ini dapat dikatakan bersifat spesifik lahan sulfat masam, karena sifatnya yang tahan terhadap kemasaman tinggi (pH 2,5- 3,5).

Sifat ringan purun tikus ini selaras dengan filosofi rekayasa material komposit, antara lain menghasilkan disain yang ringan dan kuat. Dalam bidang teknologi material, bahan-bahan serat alam, seperti serat purun tikus digunakan sebagai bahan penguat.

Pengertian komposit dapat diklasifikasikan dalam beberapa tingkat, antara lain: Tingkat dasar: pada molekul tunggal dan kisi kristal, bila material yang disusun dari dua atom atau lebih disebut komposit (contoh senyawa, paduan, polymer dan keramik); Mikrostruktur: pada kristal, phase dan senyawa, bila material disusun dari dua phase atau senyawa atau lebih disebut komposit (contoh paduan Fe dan C); Makrostruktur: material

yang disusun dari campuran dua atau lebih penyusun makro yang berbeda dalam bentuk dan/atau komposisi dan tidak larut satu dengan yang lain disebut material komposit (definisi secara makro ini yang biasa dipakai).

Adapun tujuan dari dibentuknya komposit, yaitu memperbaiki sifat mekanik dan/atau sifat spesifik tertentu; mempermudah design yang sulit pada manufaktur; keleluasaan dalam bentuk/desain yang dapat menghemat biaya; menjadikan bahan lebih ringan. Satu diantara keuntungan material komposit adalah kemampuan material tersebut untuk diarahkan sehingga kekuatannya dapat diatur hanya pada arah tertentu yang dikehendaki. Hal ini adalah satu sifat istimewa komposit dibandingkan dengan material konvensional lainnya. Selain kuat, kaku dan ringan komposit juga memiliki ketahanan terhadap korosi serta memiliki ketahanan yang tinggi bila terdapat beban dinamis.

Sifat yang paling khas dari material komposit ini antara lain adalah tingginya rasio antara kekuatan dengan berat (*strength/weight*) serta rasio antara kekakuan dengan berat (*stiffness/weight*), sehingga dari padanya tercipta pesawat terbang yang ringan, jaket anti peluru, raket dan sepeda yang semuanya ringan tetapi kuat.

Selain kemudahan untuk medesain komposit ke dalam bentuk apapun, satu alasan utama penggunaan material komposit adalah didapatkannya kekuatan material tinggi dengan bobot yang jauh lebih ringan daripada material-material konvensional. Secara struktur mikro material komposit tidak merubah material pembentuknya (dalam orde kristalin) tetapi secara keseluruhan material komposit berbeda dengan material

pembentuknya karena terjadi ikatan antar permukaan antara matriks dan penguat. Syarat terbentuknya komposit adalah adanya ikatan permukaan antara matriks dan penguat.

Satu diantara bagian utama dari komposit adalah *reinforcement* (penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit. Bahan-bahan serat alam, seperti serat purun tikus dapat digunakan sebagai bahan penguat. Pemanfaatan serat purun tikus sebagai bahan penguat pada material komposit diharapkan dapat menggantikan penggunaan bahan penguat sintetis.

Buku serat purun tikus sebagai material komposit ini dapat digunakan sebagai buku teks dalam mata kuliah Fisika Komposit pada Program Studi S1 Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat ataupun pada Program Studi yang lain, sebagai contoh Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Dapat juga diperuntukkan bagi mahasiswa yang lain nya yang tertarik dalam pembuatan material komposit. Disamping itu juga diperlukan bagi praktisi dengan bidang ilmu yang terkait material heterogen.

Dalam buku ini dijelaskan tentang serat alam, pemanfaatan dan sifat mekanik serat alam, serat purun tikus sebagai serat alam, karakteristik serat purun tikus yang meliputi sifat fisik, kimia dan mekanik. Sifat material yang meliputi sifat mekanik, sifat fisik dan sifat teknologi juga dijelaskan. Konsep dasar tentang material komposit dijelaskan secara rinci, meliputi penyusunan material komposit, tujuan material komposit, serta properti dan kelebihan material komposit. Pembahasan dilanjutkan

dengan proses pembuatan komposit, serat purun tikus sebagai material komposit.

Buku ini diharapkan merupakan penuntun untuk mempelajari serat alam, khususnya serat purun tikus sebagai material komposit. Dalam edisi pertama ini hanya disajikan prinsip dasar serat purun tikus sebagai material komposit yang dilengkapi dengan data karakteristik purun tikus serta material komposit yang dihasilkan. Terdapat beberapa ulasan tentang hasil penelitian penulis yang menggunakan purun tikus sebagai material komposit, hal tersebut merupakan satu diantara kelebihan buku material komposit ini.

Banjarmasin, Desember 2020

Penulis,

Ninis Hadi Haryanti

KATA PENGANTAR EDITOR

Buku teks **Serat Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) Sebagai Material Komposit** ini membahas tentang pemanfaatan tumbuhan purun tikus yang cenderung sebagai gulma untuk bahan penguat pada material komposit. Dalam bidang teknologi material, bahan-bahan serat alam, seperti serat purun tikus merupakan kandidat sebagai bahan penguat untuk dapat menghasilkan bahan komposit yang ringan, kuat, ramah lingkungan serta ekonomis.

Komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (bahan komposit). Dengan adanya perbedaan dari material penyusunnya maka komposit antar material harus berikatan dengan kuat.

Bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya berat yang lebih ringan, kekuatan yang lebih tinggi, tahan korosi dan memiliki biaya perakitan yang lebih murah karena berkurangnya jumlah komponen dan baut-baut penyambung. Contoh komposit yang terkenal adalah serat gelas atau fiber gelas yang dibungkus dengan bahan polymer dan digunakan sebagai kabel komunikasi. Komposit didesain untuk mengkombinasikan karakteristik yang terbaik dari komponen-komponen

penyusunnya. Fiber gelas misalnya memiliki sifat keras dan polymer bersifat fleksibel.

Fiber atau serat memiliki sifat yang mudah untuk diubah bentuknya dengan cara dipotong atau juga dicetak sesuai dengan kebutuhan desainnya. Selain itu, perbedaan pengaturan susunan fiber akan merubah pula sifat-sifat komposit yang dihasilkan. Hal tersebut dapat dimanfaatkan untuk mendapatkan sifat komposit sesuai dengan parameter yang dibutuhkan.

Dalam pembuatan sebuah material komposit, suatu pengkombinasian optimum dari sifat- sifat bahan penyusunnya untuk mendapatkan sifat-sifat tunggal sangat diharapkan. Disamping itu juga sifat dari material komposit dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu material yang digunakan sebagai bentuk komponen dalam komposit, bentuk geometri dari unsur-unsur pokok dan akibat struktur dari sistem komposit, cara dimana bentuk satu mempengaruhi bentuk lainnya.

Seiring dengan inovasi yang dilakukan dalam bidang material, serat alam kembali dipertimbangkan untuk dijadikan sebagai bahan penguat komposit. Dengan beberapa kelebihan yang dimiliki pada serat alam, seperti serat purun tikus dapat dilakukan inovasi dan pengembangan produk dalam waktu terakhir ini, misalnya untuk pengembangan komposit yang diperkuat serat alam.

Dalam buku serat purun tikus sebagai material komposit ini, pada bagian awal diuraikan tentang serat alam serta pemanfaatannya. Disamping itu juga dijelaskan tentang sifat mekanis serat alam. Bagian selanjutnya menjelaskan tentang serat purun tikus serta karakteristiknya yang meliputi sifat fisik, kimia dan mekaniknya. Sementara karakteristik material komposit dan proses pembuatan komposit juga dibahas dalam buku ini. Dibahas juga beberapa faktor yang mempengaruhi pembuatan komposit, antara lain faktor serat, letak serat, panjang serat, bentuk serat, faktor matrik. Data karakteristik dan morfologi unsur merupakan data hasil penelitian yang sudah dilakukan.

Buku teks ini diharapkan sebagai bahan referensi untuk pembuatan material komposit dengan memanfaatkan serat alam dari tumbuhan purun tikus. Semoga buku ini dapat menjadikan bahan bacaan bagi yang memerlukannya. Editor menyampaikan apresiasi kepada penulis atas terbitnya buku teks ini.

Banjarbaru, Desember 2020

Editor

Sadang Husain

DAFTAR ISI

Halaman Judul	ii
Prakata	iii
Kata Pengantar Editor	vii
Daftar Isi	xi
Sinopsis	xv
BAB I: PENDAHULUAN	1
BAB II: SERAT ALAM	9
2.1 Serat Alam	13
2.2 Serat Selulosa	15
2.3 Pemanfaatan Serat alam	22
2.4 Sifat Mekanis Serat Alam	29
BAB III: SERAT PURUN TIKUS	37
3.1 Purun Tikus (<i>Eleocharis dulcis</i>)	38
3.2 Manfaat Purun Tikus Pada Lahan Raw	44
3.3 Selulosa Pada Purun Tikus	54
3.4 Karakteristik Purun Tikus	57
3.4.1 Sifat Kimia dan Fisik Purun Tikus	59
3.4.2 Sifat Mekanik Purun Tikus	66
BAB IV: KARAKTERISTIK MATERIAL	
KOMPOSIT	83
4.1 Sifat Material	84

4.1.1 Sifat Mekanik.....	88
4.1.2 Sifat Fisik.....	93
4.1.3 Sifat Teknologi.....	96
4.2 Material Komposit.....	97
4.3 Tujuan Pembuatan Material Komposit	98
4.4 Penyusun Material Komposit	101
4.5 Properties Material Komposit	107
4.6 Kelebihan, Kekurangan dan Aplikasi Komposit	112
BAB V: PROSES PEMBUATAN KOMPOSIT	121
5.1 Pencetakan Tangan (<i>Hand Lay-Up</i>)	122
5.2 Pencetakan Semprot (<i>Spray-Up</i>)	124
5.3 Pengemasan Vakum (<i>Vacuum Forming</i>)....	126
5.4 Autoclave.....	128
5.5 Pressure Bag Moulding.....	129
5.6 Proses Cetakan Tekan (<i>Compression Moulding</i>)	130
5.7. Countinuous Pultrusion	132
BAB VI: SERAT PURUN TIKUS SEBAGAI MATERIAL KOMPOSIT	135
6.1 Faktor Serat.....	136
6.2 Letak Serat	137
6.3 Panjang Serat.....	138
6.4 Bentuk Serat.....	141
6.5 Faktor Matrik	142

6.6 Purun Tikus dan Serat Alam Sebagai Material Papan Semen	144
Daftar Pustaka.....	169

SINOPSIS

Material dengan jenisnya yang bermacam-macam telah menjadi bagian dari peradaban manusia sejak dahulu. Manusia memerlukan material untuk dapat menghasilkan sesuatu yang dapat difungsikan untuk membantu berbagai macam aktivitas. Semakin banyaknya penelitian yang dilakukan oleh para ilmuwan dan ahli teknologi selama ini, maka semakin banyak orang yang dapat membuat produk yang lebih baik.

Material komposit dikembangkan dengan menggabungkan beberapa jenis material berbeda untuk mendapatkan sifat material yang lebih baik yang berasal dari perpaduan masing-masing material penyusun komposit tersebut. Kemajuan kini telah mendorong peningkatan dalam permintaan terhadap material komposit. Pada saat ini, penggunaan dan pemanfaatan material berpenguat serat alam terus berkembang dan semakin diminati oleh dunia industri.

Serat alam merupakan jenis serat yang memiliki beberapa kelebihan mulai diaplikasikan sebagai bahan campuran material. Indonesia mempunyai keaneka ragam hayati yang luas sehingga memiliki peluang yang besar untuk mengeksplorasi pemanfaatan bahan serat alam. Karena sifat kekuatan serat alam bervariasi maka pemanfaatannya akan bervariasi pula, mulai dari bahan untuk penggunaan yang ringan dan tidak terlalu memerlukan kekuatan tinggi sampai bahan

untuk penggunaan yang memerlukan kekuatan dan ketangguhan tinggi.

Dalam bidang teknologi material, bahan-bahan serat alam yang digunakan sebagai bahan penguat diharapkan dapat menghasilkan bahan campuran yang ringan, kuat, ramah lingkungan serta ekonomis. Perkembangan ini ditopang pula oleh kondisi alam Indonesia yang kaya akan bahan-bahan serat alam. Serat alam telah dicoba untuk menggeser penggunaan serat sintetis. Bahkan, asbes yang dulu merupakan penggunaan serat sintetis, sekarang sudah ditinggalkan karena memberikan dampak yang negatif terhadap lingkungan.

Purun tikus adalah tumbuhan liar yang dapat beradaptasi dengan baik pada lahan rawa pasang surut sulfat masam. Purun tikus atau nama ilmiahnya *Eleocharis dulcis*, dalam ilmu taksonomi digolongkan *cyperaceae* adalah tumbuhan khas lahan rawa. Tumbuhan air ini banyak ditemui pada tanah sulfat masam dengan tipe tanah lempung atau humus. Biasanya dapat dijumpai pada daerah terbuka atau tanah bekas kebakaran. Tumbuhan purun tikus ini dapat dikatakan bersifat spesifik lahan sulfat masam, karena sifatnya yang tahan terhadap kemasaman tinggi (pH 2,5-3,5). Oleh karena itu, tumbuhan ini dapat dijadikan vegetasi indikator untuk tanah sulfat masam.

Ketersediaan bahan baku serat alam, di propinsi Kalimantan Selatan memiliki bahan baku tumbuhan purun tikus yang cukup melimpah. Data Dinas Perindustrian Perdagangan dan Penanaman Modal (Disperindag dan PM) Barito Kuala pada tahun 2006 penyebaran jenis tumbuhan purun mencapai + 713 Ha, meliputi purun danau + 641 Ha dan purun tikus + 73 Ha.

Keberadaan purun tikus ini masih belum dimanfaatkan secara optimal. Sifat ringan purun tikus ini selaras dengan filosofi rekayasa material komposit, yaitu menghasilkan disain ringan. Pemanfaatan purun tikus sebagai bahan penguat (serat) pada material diharapkan dapat menggantikan penggunaan bahan penguat sintesis impor luar negeri. Purun tikus diyakini sebagai satu diantara tumbuhan yang memiliki kandungan serat cukup tinggi, diharapkan dapat dimanfaatkan untuk pengembangan bahan konstruksi.

Buku serat purun tikus sebagai material komposit ini berisi informasi untuk memanfaatkan tumbuhan purun tikus (*Eleocharis dulcis*) yang merupakan gulma yang tumbuh di lahan rawa pasang surut sebagai material komposit. Purun tikus diketahui memiliki kandungan serat alam yang cukup tinggi sehingga dapat dibuat menjadi bahan penguat pada campuran pembuatan komposit. Nilai ekonomis dari bahan serat alam ini lebih banyak terletak pada faktor pengurangan biaya. Beberapa hal yang menguntungkan dari penggunaan bahan serat alam yaitu besarnya potensi biomassa di Indonesia yang merupakan sumber bahan baku, untuk memproduksinya tidak membutuhkan investasi dan teknologi yang tinggi.

Buku serat purun tikus sebagai material komposit ini diharapkan akan memperkaya pengetahuan mahasiswa dalam bidang material komposit serta menjadi bahan rujukan untuk penelitian selanjutnya dalam rangka pemanfaatan tumbuhan purun tikus di Kalimantan Selatan.

BAB I

PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai sumber daya alam dengan keaneka ragaman hayati yang luas sehingga memiliki peluang besar untuk mengeksplorasi pemanfaatan bahan serat alam. Dengan beberapa kelebihan yang dimiliki pada serat alam, dapat dilakukan inovasi dan pengembangan produk dalam waktu terakhir ini.

Pada saat ini, penggunaan dan pemanfaatan material berpenguat serat alam terus berkembang dan semakin diminati oleh dunia industri. Hal ini disebabkan serat alam memiliki massa jenis yang rendah, mampu terbiodegradasi, mudah didaur ulang, produksi memerlukan energi yang rendah, memiliki sifat mekanis

yang baik dan dapat diperbaharui karena berasal dari alam.

Serat alam merupakan jenis serat yang memiliki kelebihan-kelebihan mulai diaplikasikan sebagai bahan campuran material. Karena sifat kekuatan serat alam ini bervariasi maka pemanfaatannya akan bervariasi mulai dari bahan untuk penggunaan yang ringan dan tidak terlalu memerlukan kekuatan tinggi sampai bahan untuk penggunaan yang memerlukan kekuatan dan ketangguhan tinggi.

Dalam bidang teknologi material, bahan-bahan serat alam yang digunakan sebagai bahan penguat diharapkan dapat menghasilkan bahan campuran yang ringan, kuat, ramah lingkungan serta ekonomis. Jenis-jenis serat alam seperti serat rami, serat kelapa, serat

enceng gondok, serat aren mulai digunakan sebagai bahan penguat untuk material.

Perkembangan ini ditopang pula oleh kondisi alam Indonesia yang kaya akan bahan-bahan serat alam, seperti kapas (*cotton*), kapuk goni (*jute*), sisal, kenaf, pisang, kelapa, sawit, rami kasar (*flax*), rami halus (*hemp*). Material komposit dengan penguatan serat alam (*natural fibre*) seperti bambu, sisal, hemp, dan pisang telah diaplikasikan pada dunia *automotive* sebagai bahan penguat panel pintu, tempat duduk belakang, *dashboard*, dan perangkat interior lainnya.

Pengembangan komposit yang diperkuat serat alam (*fiber reinforced composites*) dalam industri automotif, konstruksi bangunan, *geotextiles* dan produk pertanian. Berbagai jenis serat alam telah dieksplorasi untuk menghasilkan material komposit yang bernilai jual dan

telah diproduksi seperti flax, hemp, kenaf, sisal, abaca, rami dan lain-lain. Keuntungan penggunaan komposit antara lain ringan, tahan korosi, tahan air, *performance*-nya menarik, dan tanpa proses pemesinan. Harga produk komponen yang dibuat dari komposit *glass fibre reinforced plastic* (GFRP) dapat turun hingga 60%, dibanding produk logam. Berbagai industri komposit di Indonesia masih menggunakan serat gelas sebagai penguat produk bahan komposit, seperti PT. INKA. Penggunaan komposit di industri mampu mereduksi penggunaan bahan logam import yang lebih mahal dan mudah terkorosi.

Serat alam telah dicoba untuk menggeser penggunaan serat sintetis, seperti *E-Glass*, *Kevlar-49*, *Carbon Graphite*, *Silicone Carbide*, *Aluminium Oxide*, dan *Boron*. Bahkan, asbes yang dulu merupakan penggunaan

serat sintetis yang hanya dipakai di Indonesia bahkan dunia, sekarang sudah ditinggalkan karena memberikan dampak yang negatif terhadap lingkungan. Walaupun tak sepenuhnya menggeser, tetapi penggunaan serat alam menggantikan serat sintetis adalah sebuah langkah bijak dalam menyelamatkan kelestarian lingkungan dari limbah yang dibuat dan keterbatasan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Berbagai jenis tanaman serat tumbuh subur di Indonesia, seperti kenaf (*Hibiscus canabinus*), alang-alang (*Imperata cylindrical*), dan purun tikus (*Eleocharis dulcis*).

Purun tikus adalah tumbuhan liar yang menjurus sebagai gulma pada lokasi terbuka. Purun tikus juga sebagai tumbuhan air yang banyak ditemui pada tanah sulfat masam dengan tipe tanah lempung atau humus. Tumbuhan purun tikus ini dapat dikatakan bersifat

spesifik lahan sulfat masam, karena sifatnya yang tahan terhadap keasaman tinggi (pH 2,5-3,5). Oleh sebab karenanya tumbuhan ini dapat dijadikan vegetasi indikator untuk tanah sulfat masam.

Tumbuhan liar rawa purun tikus (*Eleocharis dulcis*), termasuk ordo Cyperales dan family Cyperaceae merupakan satu diantara tumbuhan yang dominan dan adaptif di lahan pasang surut sulfat masam. Tumbuhan mempunyai batang lunak karena tidak berkayu, tidak bercabang dengan bentuk bulat silindris. Daun direduksi menjadi pelepah yang berbentuk buluh, menyelubungi pangkal batang berwarna coklat kemerahan sampai lembayung.

Ketersediaan bahan baku serat alam, di propinsi Kalimantan Selatan memiliki bahan baku tumbuhan purun tikus yang cukup melimpah. Data Dinas Perindustrian

Perdagangan dan Penanaman Modal (Disperindag dan PM) Barito Kuala pada tahun 2006 penyebaran jenis tumbuhan purun mencapai \pm 713 Ha, meliputi purun danau \pm 641 Ha dan purun tikus \pm 73 Ha.

Keberadaan purun tikus ini masih belum dimanfaatkan secara optimal. Sifat ringan purun tikus ini selaras dengan filosofi rekayasa material komposit, yaitu menghasilkan disain ringan. Pemanfaatan purun tikus sebagai bahan penguat (serat) pada material diharapkan dapat menggantikan penggunaan bahan penguat sintetis impor luar negeri. Purun tikus diyakini sebagai satu diantara tumbuhan yang memiliki kandungan serat cukup tinggi, diharapkan dapat dimanfaatkan untuk pengembangan bahan konstruksi.

Penggunaan bahan ringan seperti purun tikus diharapkan akan mengurangi berat, disamping itu purun

tikus berguna untuk memperbaiki kuat lentur sehingga lendutan akibat pembebanan dapat dikurangi, sedang keuntungan yang lain adalah mudah didapat dan tumbuh liar di rawa. Beberapa keunggulan yang dimiliki serat purun tikus, diyakini dapat dipakai sebagai bahan konstruksi atau bahan komposit. Meskipun serat alam telah digunakan dalam berbagai aplikasi, penelitian intensif harus tetap dilakukan untuk lebih mendalami bentuk perlakuan yang diberikan dan mengoptimalkan potensi serat alam serta mendapatkan jenis serat-serat yang baru.

BAB II

SERAT ALAM

Dalam bidang teknologi material, bahan-bahan serat alam merupakan kandidat sebagai bahan penguat untuk dapat menghasilkan bahan komposit yang ringan, kuat, ramah lingkungan serta ekonomis. Alam telah banyak menyediakan kebutuhan manusia mulai dari makanan sampai bahan bangunan, satu diantaranya adalah bahan-bahan serat alam.

Sepanjang kebudayaan manusia penggunaan serat alam sebagai satu material pendukung kehidupan, mulai dari serat ijuk sebagai bahan bangunan, serat nanas atau tanaman kayu sebagai bahan sandang dan serat alam yang dapat digunakan untuk membuat tambang. Seiring

dengan inovasi yang dilakukan dalam bidang material, serat alam kembali dipertimbangkan oleh peneliti untuk dijadikan sebagai bahan penguat komposit. Elastis, kuat, melimpah, ramah lingkungan dan biaya produksi yang lebih rendah merupakan kelebihan yang dimiliki oleh serat alam.

Dengan beberapa kelebihan yang dimiliki pada serat alam, dapat dilakukan inovasi dan pengembangan produk dalam waktu terakhir ini, misalnya untuk pengembangan komposit yang diperkuat serat alam (*fiber reinforced composites*) dalam industriomotif, konstruksi bangunan, *geotextiles* dan produk pertanian. Meskipun serat alam telah digunakan dalam berbagai aplikasi, penelitian intensif harus tetap dilakukan untuk lebih mendalami bentuk perlakuan yang diberikan dan

mengoptimalkan potensi serat alam serta mendapatkan jenis serat-serat yang baru.

Berbagai jenis serat alam telah dieksplorasi untuk menghasilkan material komposit yang bernilai jual dan telah diproduksi. Jenis-jenis serat alam seperti misalnya ; Sisal , Flex, Hemp, Jute, Rami, Kelapa, mulai digunakan sebagai bahan penguat untuk komposit polimer.

Keuntungan penggunaan komposit antara lain ringan, tahan korosi, tahan air, *performance*-nya menarik, dan tanpa proses pemesinan. Harga produk komponen yang dibuat dari komposit *glass fibre reinforced plastic* (GFRP) dapat turun hingga 60%, dibanding produk logam. Berbagai industri komposit di Indonesia masih menggunakan serat gelas sebagai penguat produk bahan komposit, seperti PT. INKA. Penggunaan komposit

di industri mampu mereduksi penggunaan bahan logam import yang lebih mahal dan mudah terkorosi.

Industri yang paling gencar menggunakan serat alam sebagai material penguat komposit polimer adalah produsen otomotif Daimler Chrysler. Produsen mobil Amerika-Jerman ini mulai meneliti dan menggunakan bahan komposit polimer berbasis serat-serat alam. Bahan komposit ini terutama digunakan sebagai bahan eksterior mobil. Berdasarkan hasil pengembangan yang dilakukan mereka dapat diperoleh bahan komposit polimer – serat alam dengan kekuatan 40% lebih kuat dan lebih ringan daripada komposit polimer-serat gelas.



Gambar 2.1 Aplikasi Komposit Pada Otomotif

2.1 Serat Alam

Serat dikenal orang sejak ribuan tahun sebelum Masehi, sebagai contoh pada tahun 2.640 SM Cina sudah menghasilkan serat sutera dan tahun 1.540 SM telah berdiri industri kapas di India. Serat flax pertama digunakan di Swiss pada tahun 10.000 SM dan Serat wol mulai digunakan orang di Mesopotamia pada tahun 3.000 SM. Selama ribuan tahun serat flax, wol, sutera dan kapas melayani kebutuhan manusia paling banyak.

Pada awal abad ke-20 mulai diperkenalkan serat buatan hingga sekarang bermacam-macam jenis serat buatan diproduksi.

Serat (*fiber*) adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis: Serat Alam (dari binatang, tumbuh-tumbuhan, dan mineral), dan Serat Sintetis (dari polimer alam, polimer sintetik, dan lainnya).

Serat alam umumnya terbuat dari bermacam-macam tumbuhan. Karena sifatnya pada umumnya mudah menyerap dan melepaskan air, serat alam mudah lapuk sehingga tidak dianjurkan digunakan pada beton bermutu tinggi atau untuk penggunaan khusus. Beberapa serat yang termasuk dalam serat alam antara lain: rami, sisal, ijuk, jute, serabut kelapa dan lain-lain.

Serat alam yaitu serat yang langsung diperoleh di alam. Pada umumnya kain dari serat alam mempunyai sifat yang hampir sama yaitu kuat, padat, mudah kusut, dan tahan penyeterikaan. Serat alam mempunyai kelebihan-kelebihan antara lain: merupakan sumber daya yang dapat diperbarui, produk organik alam, ringan (densitasnya kurang dari setengah densitas serat gelas), sangat murah dibanding serat gelas, berlimpah, mempunyai sifat hambatan panas dan akustik yang baik dikarenakan strukturnya berbentuk pipa.

2.2 Serat Selulosa

Serat tumbuh-tumbuhan atau serat selulosa memiliki dasar kimia selulosa yang tergantung pada asal tumbuhannya, dapat berasal dari biji, daun, batang, dan buah. Selulosa merupakan bahan utama pada tumbuh-tumbuhan. Jumlah kandungan selulosa pada serat

berbeda-beda, rayon mengandung 100%, kapas 91% dan linen 70% selulosa.

Jumlah kandungan selulosa yang besar pada serat yang berbeda menyebabkan serat-serat ini mempunyai sifat-sifat kimia yang sama. Susunan rantai karbon yang membentuk selulosa adalah kunci kekuatan serat alam. Tapi, dalam bentuk serat alam, kekuatannya tidak bergantung sepenuhnya pada kadar selulosa. Kekuatan serat alam juga bergantung pada panjang alami serat itu.

Sebagai contoh, serat tandan kosong kelapa sawit yang jumlahnya melimpah di Indonesia itu relatif pendek. Sedangkan serat lainnya, seperti abaca, panjang selebar seratnya bisa mencapai 2-3 meter. Semakin panjang serat semakin bagus karena kekuatannya merangkai satu kesatuan tidak putus-putus.

Keunggulan serat alam yang jadi acuan adalah kerapatan yang hitungannya hanya setengah serat gelas. Densitas serat alam berada di antara 1,3 dan 1,5 gram per sentimeter kubik, sementara serat gelas 2,5 gram per sentimeter kubik. Dari hasil penelitian pemakaian serat alam bisa mengurangi berat kendaraan sampai setengahnya. Hal ini berdampak pada penghematan bahan bakar.

Bahkan Laboratorium Uji Polimer Pusat Penelitian Fisika Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Bandung, baru-baru ini menguji rami sebagai bahan pembuat baju tahan peluru, menggantikan serat polimer sintetis seperti Kevlar. Penelitian LIPI menunjukkan bahwa rami memiliki modulus elastisitas yang setara dengan Kevlar. Modulus elastisitas rami 44-90 gigapaskal, sedangkan Kevlar 40-140 gigapaskal. Tapi

regangan patah (break strain) pada rami lebih tinggi daripada Kevlar (rami 2 persen dan Kevlar 1-3 persen). Densitas Kevlar dan rami pun hampir sama. Rami 1,50 gram per sentimeter kubik dan Kevlar 1,45 gram.

Penelitian yang sudah dilakukan pada serat enceng gondok (*eichornia crassipes*) yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik serat enceng gondok dan kompatibilitas serat enceng gondok pada matrik *unsaturated polyester* yukalac tipe 157 BQTN-EX. Hasil pengujian tarik mulur serat enceng gondok menunjukkan tegangan tarik terbesar pada serat non perlakuan 27.397 N/mm² namun elongasi pada serat non perlakuan tersebut menunjukkan nilai yang terendah yaitu 0.857%. Bentuk patahan serat dilihat dari samping akibat pengujian tarik menunjukkan patahan yang berbentuk tak beraturan

seperti gerigi dan semakin ke ujung meruncing, hal ini menunjukkan adanya kecocokan serat terhadap matrik.

Hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa serat bambu dengan data mekanis pengujian didapatkan bahwa kekuatan tarik aktual terbesar dimiliki oleh komposit dengan lebar serat 5 mm dengan nilai σ aktual sebesar 16,806 Kg/mm². Regangan tarik terbesar dimiliki komposit dengan lebar serat 5 mm dengan nilai ϵ aktual sebesar 0,012. Sedangkan modulus elastisitas tarik terbesar dimiliki komposit dengan lebar serat 5 mm dengan nilai sebesar 1421,129 kg/mm². Kekuatan bending terbesar dimiliki oleh komposit dengan lebar serat 5 mm dengan nilai 17,60533 kg/mm². Hasil tersebut sudah memenuhi syarat untuk aplikasi material kulit kapal, sesuai standar BKI (Biro Klasifikasi Indonesia).

Dengan kelebihan yang dimiliki oleh serat nanas, disamping pemanfaatan utama untuk industri tekstil, misal pembuatan kain *vertical blind* (tirai penutup jendela) ataupun digunakan sebagai *wall paper* (kain pelapis dinding), serat nenas dapat juga dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, misal sebagai bahan baku kertas (*pulp*), dikembangkan sebagai bahan *composite* sebagai *reinforced plastics* ataupun *roofing (eternit)*. Sebagai bahan baku pembuat kertas yang cocok untuk tissue, filter rokok dan pembersih lensa, kertas dari serat daun nenas memiliki kualitas yang baik dengan permukaan yang halus.

Serat sabut kelapa (*coir fiber*) anti ngengat dan tahan terhadap jamur. *Coir fiber* memberikan insulasi yang sangat baik terhadap suhu dan suara. *Coir fiber*

tidak mudah terbakar, bentuk konstan bahkan setelah digunakan dan mudah dibersihkan.

Coir fiber mampu menampung air 3 kali dari beratnya, 15 kali lebih lama daripada kapas untuk rusak, 7 kali lebih lama dari rami untuk rusak. Sabut *Geotextiles* adalah 100% *bio-degradable* dan ramah lingkungan.

Kelebihan dari serat sabut kelapa adalah karena ketahanannya akan peregangan dan kemampuan tahan degradasi dan abrasi dari air laut. Semua produk yang dihasilkan adalah produk yang ramah lingkungan, bahkan sebagian produk yang dihasilkan bisa membantu perbaikan ekosistem lingkungan, seperti coconet atau cocomesh yang sudah banyak digunakan kalangan industri pertambangan untuk mereklamasi lokasi tambang pasca eksplorasi.

2.3 Pemanfaatan Serat Alam

Proses pembuatan komposit berbasis serat alam relatif lebih murah dan lebih ramah lingkungan. Pembuatannya mengkonsumsi energi sekitar 70% lebih rendah dibandingkan komposit polimer-serat gelas. Dari segi ekologi, selain kadar karbon yang dihasilkan saat pembuatan lebih rendah, bahan komposit polimer berbasis serat alam ini dapat didaur ulang untuk digunakan kembali (walaupun dari segi kinerja sudah jauh menurun). Aplikasi yang sudah digunakan sejauh ini adalah komposit polimer diperkuat serat alam untuk proses manufacturing produk otomotif.

Penelitian dan penggunaan serat alam berkembang dengan sangat pesat dewasa ini karena serat alam banyak memiliki keunggulan dibandingkan dengan serat buatan (rekayasa), keunggulan dari serat alam

seperti beban lebih ringan, bahan mudah didapat, harga relatif murah dan yang paling penting ramah lingkungan terlebih Indonesia memiliki kekayaan alam yang begitu melimpah. Penggunaan serat alam dewasa ini sudah merambah berbagai bidang kehidupan manusia, layaknya serat buatan, serat alam juga mampu digunakan sebagai modifikasi dari serat buatan.

Sifat serat yang ideal adalah serat yang kuat, kaku, dan ringan. Secara garis besar, semakin besar rasio antar panjang serat dan diameter serat maka semakin baik sifatnya, serta diameter serat yang kecil mampu mengurangi cacat permukaan yang menyebabkan kerapuhan. Sifat serat tidak terlepas dari beban yang diberikan. Kekuatan dan kekakuan optimum tercapai apabila serat searah serta beban yang searah dengan arah serat.

Penelitian yang dilakukan dengan menambahkan serat ijuk dengan panjang $\pm 2,5$ cm sejumlah 1-5% (dari berat semen) ke dalam campuran dengan perbandingan (volume) bahan susunnya adalah 1 : 11 dan nilai faktor air semen 0,64 diperoleh hasil: penambahan serat ijuk pada campuran semen-pasir mampu meningkatkan kuat tarik campuran.

Serat batang pisang adalah jenis serat yang berkualitas baik, dan merupakan satu diantara bahan potensial alternatif yang dapat digunakan sebagai *filler* pada pembuatan komposit. Penelitian yang dilakukan diperoleh bahwa serbuk serat batang pisang dapat meningkatkan kuat tarik dan kekerasan komposit PVA–CaO₃. Didapatkan juga bahwa penambahan serat gandum dapat meningkatkan kuat tarik dan kuat lentur

geopolimer berbasis abu layang dan mencapai keadaan optimal pada penambahan serat sebanyak 2%.

Batang pisang sebagai limbah dapat dimanfaatkan menjadi sumber serat agar mempunyai nilai ekonomis. Perbandingan bobot segar antara batang, daun, dan buah pisang berturut-turut 63, 14, dan 23%. Batang pisang memiliki bobot jenis $0,29 \text{ g/cm}^3$ dengan ukuran panjang serat 4,20–5,46 mm dan kandungan lignin 33,51%.

Pada pemanfaatan serat batang pisang sebagai *filler* komposit PVA-CaO terlebih dahulu serat batang pisang diberi perlakuan dengan alkali. Perlakuan dengan alkali (NaOH) diharapkan dapat berpengaruh terhadap komposit yang dihasilkan, karena fungsi alkali dapat menghilangkan lignin yang ada. Pemberian perlakuan

alkali pada bahan berlignin selulosa mampu mengubah struktur kimia dan fisik permukaan serat.

Terbukti bahwa penambahan serat batang pisang pada komposit PVA-CaO₃ dapat meningkatkan kuat tarik, kekerasan dan titik nyala komposit. Ketebalan serat batang pisang mempengaruhi kuat tekan dan kuat tarik maksimum papan komposit polyester-serat alam. Penggunaan serat batang pisang sebagai campuran komposit karet alam dapat memperkuat kekuatan mekanis komposit berupa kuat tekan dan kuat tarik. Kekuatan maksimum diperoleh ketika panjang serat 15 mm.

Komposit serat sabut kelapa bahwa kekuatan tarik dan modulus meningkat dengan meningkatnya fraksi volume. Serat sabut kelapa sebagai penguat polipropilen mempunyai kekuatan impak yang lebih tinggi

dibanding dengan serat jute dan kenaf sebagai penguat polipropilen, namun kekuatan tarik dan modulusnya lebih rendah. Selanjutnya kekuatan tarik komposit serat sabut kelapa yang berorientasi random/acak yang rendah, tapi mempunyai kekuatan lentur yang lebih tinggi dan potensi digunakan bangunan non-struktur.

Penelitian tentang analisis arah serat tapis serta rasio hardener terhadap sifat fisis dan mekanis komposit tapis/*epoxy* dengan membandingkan perlakuan NaOH dan KMnO_4 , didapatkan bahwa dengan perlakuan KMnO_4 2% selama 15 menit dengan arah serat 45° memiliki nilai tertinggi terhadap sifat mekanis komposit, variasi persentase NaOH dan KMnO_4 pada proses perlakuan serat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit.

Penelitian tentang sifat mekanis komposit serat kelapa dengan resin poliester, Setelah dilakukan pengujian dan foto SEM didapatkan fraksi volume serat yang optimal dari komposit serat kelapa yang dapat menahan perambatan retak.

Indonesia sebagai Negara dengan keaneka ragaman hayati yang luas memiliki peluang yang besar untuk mengeksplorasi pemanfaatan bahan serat alam sebagai penguat material komposit. Karena sifat kekuatan serat alam ini bervariasi maka pemanfaatannya akan bervariasi mulai dari bahan komposit untuk penggunaan yang ringan dan tidak terlalu memerlukan kekuatan tinggi sampai bahan komposit untuk penggunaan yang memerlukan kekuatan dan ketangguhan tinggi.

2.4 Sifat Mekanis Serat Alam

Sifat serat dan struktur serat dipengaruhi oleh beberapa kondisi dan bervariasi tergantung pada tempat pertumbuhan, iklim dan usia dari tanaman. Lebih lanjut, teknis pemrosesan serat adalah faktor penting lain yang menentukan struktur dan sifat dari serat.

Seperti pada kasus dengan serat glass, kekuatan tarik dari serat alam juga bergantung pada panjang spesimen uji yang berperan pada efisiensi penguatan. Kekuatan tarik dari suatu serat tunggal adalah spesifik dan semakin panjang spesimen uji maka kekuatan tariknya semakin menurun. Fakta ini dapat menjadi satu penjelasan adanya perbedaan-perbedaan kekuatan pada berbagai jenis serat alam.

Kekuatan serat flax adalah lebih tergantung pada panjang serat dibanding pada serat glass,

sedangkan kekuatan tarik dari serat nanas lebih sedikit ketergantungannya pada panjang specimen. Ketergantungan antara kekuatan dengan panjang spesimen dapat dilihat sebagai derajat homogenitas atau jumlah cacat dari suatu serat atau material secara umum.

Selain itu, kekuatan tarik dari serat juga dipengaruhi oleh kehalusan/pengecilan dari diameter serat. Penurunan diameter serat menghasilkan kekuatan serat yang lebih tinggi. Sifat hidrofilik adalah masalah utama untuk semua serat selulosa jika digunakan sebagai penguatan di dalam polimer hidrophobik. Kandungan kelembaban dari serat-serat, tergantung pada bagian non-kristalin dan kandungan void/ kekosongan dengan jumlah sampai dengan 10 wt% di bawah kondisi standar. Sifat hidrofilik dari serat-serat alam mempengaruhi sifat

mekanis secara keseluruhan dan juga sifat fisika dari serat.

Fase matrik amorf dalam dinding sel adalah sangat kompleks dan terdiri dari hemiselulosa, lignin, dan dalam beberapa serat terdapat pektin. Molekul hemiselulosa adalah hidrogen yang terikat kepada selulosa dan bertindak sebagai pengikat diantara mikrofibril-mikrofibril selulosa, membentuk jaringan selulosa-hemiselulosa, dan merupakan komponen struktural utama dari sel serat.

Jaringan lignin yang hidrofobik mempengaruhi sifat dari jaringan lain, bertindak sebagai suatu kopel agen dan meningkatkan kekakuan dari komposit selulosa/hemiselulosa. Struktur, sudut mikrofibril, ukuran sel, cacat-cacat, dan komposisi kimia serat-serat adalah

variabel-variabel penting yang paling menentukan sifat menyeluruh dari serat.

Pektin merupakan molekul kompleks karbohidrat yang memiliki rantai utama yang tersusun dari rantai $(1\rightarrow4)\text{-}\alpha\text{-D-galacturonan}$ yang diinterupsi oleh segmen $(1\rightarrow2)\text{-}\alpha\text{-L-rhamnan}$. Pektin bertanggung jawab atas kapasitas pertukaran ion dari dinding sel dan pengendalian lingkungan ionik dan pH di dalam sel.

Masing-masing komponen penyusun serat memiliki kekuatan sendiri. Secara umum, modulus elastisitas (E) rantai selulosa I mencapai 140 GPa dan selulosa II mencapai 90 GPa. Selulosa serat rami pada kisi kristalnya memiliki modulus elastisitas (E) sebesar 134 Gpa. Poisson rasionya tergantung pada bidang kristal dan jenis selulosanya. Pada bidang $[200]/[004]$, nilai poisson rasio untuk selulosa I sebesar 0.38 dan pada selulosa

II sebesar 0.30. Modulus elastisitas dari hemiselulosa dari pohon Pinus mencapai 8 GPa dan menurun dengan bertambahnya kandungan air, sedangkan modulus lignin mencapai 3,1–6,7 GPa, dengan modulus geser berkisar 1,2–2,1 GPa dengan koefisien rasio 0,3.

Untuk serat-serat yang berasal dari sayuran, nilai modulus daerah kristalin dan non-kristalin berturut-turut adalah 45 dan 3 GPa. Serat-serat alam cukup baik untuk menguatkan polimer (termoset dan juga termoplastik) karena memiliki kekuatan dan kekakuan yang relatif tinggi dengan densitas yang rendah.

Nilai karakteristik untuk rami dan soft-wood-kraft-fiber mencapai tingkatan yang mendekati nilai untuk serat glass tipe E. Meskipun demikian, rentang nilai karakteristik yang lebih tinggi dibanding serat glass merupakan salah satu dari kelemahan-kelemahan

semua serat alam. Rentangan yang luas ini disebabkan oleh perbedaan-perbedaan di dalam struktur serat karena kondisi-kondisi lingkungan secara menyeluruh selama pertumbuhan.

Serat-serat alam dapat diproses dengan berbagai cara untuk menghasilkan unsur-unsur penguat yang mempunyai sifat mekanis yang berbeda. Modulus elastisitas dari serat alam seperti kayu adalah sekitar 10 GPa. Serat selulosa memiliki modulus sampai dengan 40 GPa dapat diperoleh dari kayu melalui proses kimia pulping. Serat-serat seperti itu, dapat dibagi lagi lebih lanjut melalui hidrolisis yang diikuti oleh disintegrasi mekanis menjadi mikrofibril dengan modulus elastis mencapai 70 GPa.

Kalkulasi teoritis modulus elastis dari rantai selulosa sudah mencapai nilai sampai dengan 250 GPa. Dalam

ukuran nano, kristal selulosa memiliki kekuatan melebihi baja hingga mencapai 250 GPa yang sangat potensial untuk dikembangkan dalam bentuk komposit.

BAB III

SERAT PURUN TIKUS

Purun tikus adalah tumbuhan liar yang dapat beradaptasi dengan baik pada lahan rawa pasang surut sulfat masam. Tumbuhan ini memiliki banyak manfaat. Air perasan umbinya mengandung antibiotik puchiin yang efektif melawan *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Aerobacter aerogenes*. Di China, Indo-China, dan Thailand, umbi purun tikus dimanfaatkan sebagai sayuran mentah maupun dimasak, seperti omelet, sayur berkuah, salad, masakan dengan daging atau ikan, dan bahkan dibuat kue.

Di Indonesia, batang purun tikus digunakan untuk membuat tikar dan sebagai pakan ternak, terutama

untuk kerbau rawa seperti di Desa Pandak Daun, Kalimantan Selatan. Di lahan rawa Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah ditemukan beberapa jenis tumbuhan liar. Vegetasi yang tumbuh dominan di lahan rawa pasang surut dan lebak antara lain adalah purun tikus (*Eleocharis dulcis*).

Manfaat lain purun tikus adalah dapat digunakan sebagai bahan pupuk organik dan biofilter karena dapat memperbaiki kualitas air dan mampu menyerap unsur beracun seperti besi, sulfur, timbal, merkuri, dan kadmium.

3.1 Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*)

Purun tikus atau nama ilmiahnya *Eleocharis dulcis*, dalam ilmu taksonomi digolongkan *cyperaceae* adalah tumbuhan khas lahan rawa. Tumbuhan air ini banyak ditemui pada tanah sulfat masam dengan tipe tanah

lempung atau humus. Biasanya dapat dijumpai pada daerah terbuka atau tanah bekas kebakaran. Tumbuhan purun tikus ini dapat dikatakan bersifat spesifik lahan sulfat masam, karena sifatnya yang tahan terhadap kemasaman tinggi (pH 2,5-3,5). Oleh karena itu, tumbuhan ini dapat dijadikan vegetasi indikator untuk tanah sulfat masam.

Adapun ciri morfologi tanaman purun tikus, yaitu: batang tegak, tidak bercabang, warna abu-abu hingga hijau mengkilat dengan panjang 50-200 cm dan ketebalan 2-8 mm. Sedangkan daun mengecil sampai ke bagian basal, pelepah tipis seperti membran, ujungnya asimetris, berwarna cokelat kemerahan. Tumbuhan purun tikus adalah tanaman perangkap bagi penggerek batang padi dalam meletakkan telurnya dan disamping itu pula berperan sebagai habitat/perumahan bagi beberapa

jenis musuh alami terutama jenis parasitoid dan predator yang dapat dilestarikan dengan menggunakan rumput purun tikus pada lahan basah di atas.



Gambar 3.1 Tumbuhan purun tikus pada lahan basah.

Purun tikus secara ekologis berperan sebagai tumbuhan biofilter yang dapat menetralsir unsur beracun dan kemasaman di lahan sulfat masam dengan menyerap Fe sebesar 80,00-1.559,50 ppm dan SO_4 sebesar 7,88-12,63 ppm. Vegetasi purun tikus dapat tumbuh pada pH 3, dengan kandungan sulfat larut (SO_4^{2-})

sebesar 0,90 me/100 g, dan kandungan besi larut (Fe^{2+}) sebesar 1,017 ppm.



Gambar 3.2 Purun tikus sebagai tumbuhan biofilter

Purun tikus dapat menurunkan kandungan Fe dalam tanah pada petak yang ditanami padi dengan sumber pengairan berasal dari air limbah tambang batu bara, yaitu dengan serapan Fe rata-rata sebesar 1,1766 mg/l. Padi yang ditanam dengan purun tikus ternyata memiliki jumlah anakan yang lebih banyak dibandingkan dengan padi yang ditanam tanpa purun tikus.

Purun tikus dapat menjadi sumber bahan organik bagi tanah dan sumber hara bagi tanaman. Bahan organik purun tikus dapat menyuplai unsur-unsur hara makro dan mikro yang diperlukan tanaman karena unsur hara yang terkandung dalam purun tikus adalah N 3.36%, P 0.43%, K 2.02%, Ca 0.26%, Mg 0.42%, S 0.76%, Al 0.57%, dan Fe 142.20 ppm.

Tanaman ini diperbanyak dengan umbi atau biji. Untuk penanamannya, umbi diletakkan di tempat ternaungi selama 2-3 hari, kemudian direndam dengan air bersih selama 2 hari. Kemudian di tanam pada bedengan yang ternaungi, dengan jarak tanam berupa segi empat berukuran 50-100 cm atau segitiga berukuran 45-60 x 45 cm. Setelah penanaman, tanah digenangi air selama 24 jam dan dibiarkan.



Gambar 3.3 Umbi purun tikus

Klasifikasi purun tikus adalah sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Monocotyledoneae

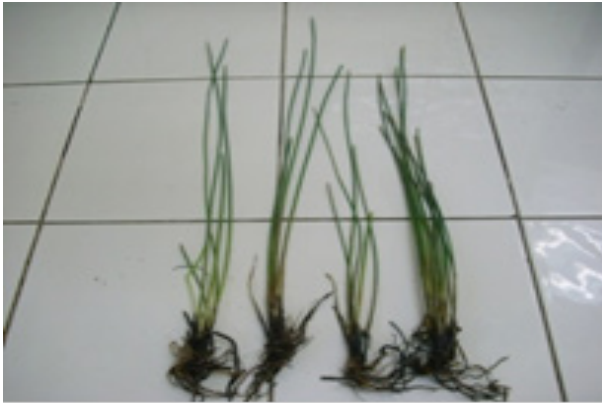
Ordo : Cyperales

Famili : Cyperaceae

Genus : *Eleocharis*

Species : *Eleocharis dulcis* (Burm.f.)

Trinius ex. Henschel



Gambar 3.4 Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*)

3.2 Manfaat Purun Tikus Pada Lahan Rawa

Lahan rawa adalah lahan yang menempati posisi peralihan di antara daratan dan sistem perairan. Lahan ini sepanjang tahun atau selama waktu yang panjang dalam setahun selalu jenuh air (*waterlogged*) atau tergenang. Menurut PP No. 27 Tahun 1991 yang dinamakan lahan rawa adalah atau musiman akibat drainase alamiah yang terhambat dan mempunyai ciri-ciri khusus baik fisik, kimiawi maupun biologis. Penjelasan lebih lanjut

dalam Kep. Men. PU No.64/PRT/1993 menerangkan bahwa lahan rawa dibedakan menjadi: (a) rawa pasang surut / rawa pantai dan (b) rawa non pasang surut / rawa pendalaman.

Lahan rawa, yang sebagian merupakan lahan gambut dikenal sebagai lahan piasan (*Marginal*). Sejak lama para pakar tanah dan lingkungan, menyatakan bahwa tanah-tanah diluar Jawa, termasuk tanah rawa dinilai kurang subur untuk tanaman pangan dan lebih cocok untuk pengembangan tanaman perkebunan seperti karet, kelapa, kelapa sawit dan kopi.

Selain hal di atas, petani juga sering menilai kesuburan lahan dari vegetasi yang tumbuh pada lahan tersebut. Jenis-jenis gulma atau vegetasi tertentu sering dijadikan penciri atau tanaman indikator bagi status kesuburan lahan tersebut. Misalnya tanaman purun

tikus (*Eleocharis dulcis*) mencirikan keadaan tempat air (*waterlogging*) dan kemasaman akut, galam (*Meleleuca leucadendron*) mencirikan tanah mengalami pengatusan dan berubah matang dengan tingkat kemasaman $H < 3$. Tanaman purun tikus mampu memperbaiki kualitas air.

Purun tikus biasanya tumbuh di daerah rawa pasang surut. Tanaman ini biasa ditata dan ditanam pada saluran irigasi masuk dan atau keluar sebagai biotreatmen untuk mencegah masuknya zat beracun ke sawah. Dalam sebuah penelitian, dikemukakan bahwa tanaman ini juga dapat menaikkan pH air 0,1–0,3 dan menurunkan 6-27 ppm Fe dan 30–75 ppm SO_4 .

Purun tikus anakan (Fe = 1559,50 ppm, SO_4 = 12,63 ppm) lebih banyak menyerap Fe dan SO_4 dibanding purun tikus muda (Fe = 347,40 ppm, SO_4 = 13,56 ppm) dan purun tikus tua (Fe = 303,70 ppm, SO_4 = 11,91

ppm). Selain itu pada jaringan akar purun tikus terdapat konsentrasi Fe dan SO_4 sebesar jaringan batang sebesar 0,648% dan 1,706%.

Lahan basah adalah istilah bersama tentang ekosistem yang pembentukkannya dikuasai oleh air, dan proses serta cirinya terutama dikendalikan oleh air. Suatu lahan basah adalah suatu tempat yang cukup basah selama waktu cukup panjang bagi pengembangan vegetasi dan organisme lain yang teradaptasi khusus.

Menurut konferensi Ramsar sendiri lahan basah (*wetlands*) dapat diartikan sebagai lahan basah yang secara alami atau buatan selalu tergenang, baik secara terus-menerus ataupun musiman, dengan air yang diam ataupun mengalir. Air yang menggenangi lahan basah dapat berupa air tawar, payau dan asin. Tinggi muka air

laut yang menggenangi lahan basah yang terdapat di pinggir laut tidak lebih dari 6 meter pada kondisi surut.

Kalimantan merupakan pulau yang besar, sebagian besar wilayah daratannya didominasi oleh lahan basah berupa sungai, rawa, pesisir pantai yang secara tidak langsung berperan dalam proses hidrologi di pulau ini. Luas wilayah Kalimantan Selatan 37.531 km² dengan luas lahan basahnya mencapai 382.272 ha. Lahan basah di Kalimantan Selatan merupakan daerah cekungan pada dataran rendah yang pada musim penghujan tergenang tinggi oleh air luapan dari sungai atau kumpulan air hujan, pada musim kemarau airnya menjadi kering. Kebanyakan lahan basah di Kalimantan Selatan adalah kawasan rawa.

Lahan gambut di Kalimantan umumnya terletak pada zona lahan rawa air tawar, dan sebagian pada zona

lahan rawa pasang surut. Secara spesifik, lahan gambut menempati berbagai satuan fisiografi/landform, yaitu kubah gambut, cekungan dataran danau, rawa belakang sungai, cekungan sepanjang sungai besar termasuk *oxbow lake* atau *meander* sungai, dan dataran pantai. Dataran dan kubah gambut terbentang pada cekungan luas di antara sungai-sungai besar, dari dataran pantai ke arah hilir sungai hingga mencapai jarak 10-30 km. Keracunan terjadi bila lapisan gambut telah menipis, baik karena kesalahan dalam pembukaan maupun karena terjadinya *subsidence*, sehingga senyawa pirit teroksidasi dan menghasilkan asam sulfat dan besi.

Daerah ini di dominasi oleh vegetasi tanaman rawa seperti purun tikus, pohon galam, teratai, karamunting, dan paku-pakuan. Vegetasi yang tumbuh disini masih terhitung usia muda, jarang sekali terdapat tanaman

dengan ukuran besar, hanya ada pohon galam yang masih kecil. Hal ini membuktikan bahwa kawasan ini pernah terjadi kebakaran lahan gambut.

Tanaman purun tikus mendominasi daerah ini merupakan indikator yang membuktikan bahwa lahan gambut bersifat sulfat masam. Teratai hidup di air yang berwarna coklat kehijauan dan sedikit berbau. Lahan ini juga merupakan habitat bagi hewan-hewan yang dapat hidup disini seperti nyamuk, ikan gabus, ikan sepat, serangga air, capung dan belalang, dll.

Purun tikus merupakan gulma yang tumbuh dan berkembang di lahan rawa pasang surut yang berlumpur. Purun tikus merupakan tanaman perangkap bagi penggerek batang padi putih dan habitat beberapa jenis musuh alami, seperti predator dan parasitoid. Hama penggerek batang padi putih banyak meletakkan

telurnya pada batang bagian atas purun tikus. Fungsi lainnya adalah sebagai sumber bahan organik dan biofilter yang mampu menyerap unsur beracun atau logam berat seperti besi (Fe), sulfur (S), merkuri (Hg), timbal (Pb), dan kadmium (Cd).

Kandungan unsur hara bahan organik purun tikus adalah N 3,36%, P 0,43%, K 2,02%, Ca 0,26%, Mg 0,42%, S 0,76%, Al 0,57%, dan Fe 142,20 mg/l. Purun tikus dapat dimanfaatkan sebagai biofilter untuk memperbaiki kualitas air pada musim kemarau dengan menyerap senyawa toksik terlarut seperti Fe dan SO_4 dalam saluran air masuk (irigasi) dan saluran air keluar (drainase).

Biofilter adalah teknologi untuk memperbaiki kualitas air dengan mengurangi konsentrasi Fe dan SO_4 dalam air. Purun tikus ditata dan ditanam pada saluran

air masuk dan atau keluar untuk mencegah masuknya zat beracun ke sawah. Tanaman purun tikus juga dapat menaikkan pH air sekitar 0,1–0,3 unit dan menurunkan Fe 6–27 ppm dan SO_4 30–75 ppm. Selain itu, jaringan akar purun tikus mengandung Fe dan SO_4 masing-masing 2,115% dan 1,534% serta pada batang 0,65% dan 1,71%.

Purun tikus secara ekologi berperan sebagai biofilter yang dapat menetralkan unsur beracun dan kemasaman pada lahan sulfat masam dengan menyerap Fe dan SO_4 masing-masing 1.559,50 dan 13,68 ppm. Berdasarkan penelitian, purun tikus dapat menyerap Fe dan Mn sekitar 1.386 dan 923 ppm. Purun tikus mampu menyerap timbal (Pb) dari limbah cair industri kelapa sawit pada akar sebesar 0,32–0,54 ppm dan pada batang 0,24–0,27

ppm. Konsentrasi Hg pada bagian akar purun tikus lebih tinggi dibandingkan pada bagian batang.

Salah satu upaya untuk mengurangi kerusakan tanah akibat tingginya akumulasi logam berat adalah dengan memanfaatkan tanaman yang dapat menyerap logam berat atau dikenal dengan fitoremediasi. Enam (6) jenis tumbuhan air di lahan rawa (bundung ganal, purun tikus, karapiting, bundung, hiring-hiring, dan purun kudung) berpotensi sebagai hiperakumulator terhadap logam berat kadmium (Cd).

Pemanfaatan lahan gambut untuk tetap dipertahankan sebagai habitat ratusan species tanaman hutan, merupakan suatu kebijakan yang sangat tepat. Disamping kawasan gambut tetap mampu menyumbangkan fungsi ekonomi bagi manusia di sekitarnya (produk kayu dan non kayu) secara

berkelanjutan, fungsi ekologi hutan rawa gambut sebagai pengendali suhu, kelembaban udara dan hidrologi kawasan akan tetap berlangsung sebagai konsekuensi dari ekosistemnya tidak berubah. Maka "*Wise Use of Tropical Peatland*" hendaknya tidak lagi harus dipaksa untuk melakukan perubahan yang justru mengakibatkan munculnya permasalahan baru yang berdampak negatif bagi manusia dan lingkungan.

3.3 Selulosa Pada Purun Tikus

Selulosa merupakan komponen yang mendominasi karbohidrat yang berasal dari tumbuh-tumbuhan hampir mencapai 50%, karena selulosa merupakan unsur struktural dan komponen utama bagian yang terpenting dari dinding sel tumbuh-tumbuhan. Selulosa merupakan β -1,4 poli glukosa, dengan berat molekul sangat besar. Unit ulangan dari polimer selulosa terikat melalui ikatan

glikosida yang mengakibatkan struktur selulosa linier. Keteraturan struktur tersebut juga menimbulkan ikatan hidrogen secara intra dan intermolekul.

Beberapa molekul selulosa akan membentuk mikrofibril dengan diameter 2-20 nm dan panjang 100-40.000 nm yang sebagian berupa daerah teratur (kristalin) dan diselingi daerah amorf yang kurang teratur. Beberapa mikrofibril membentuk fibril yang akhirnya menjadi serat selulosa. Selulosa memiliki kekuatan tarik yang tinggi dan tidak larut dalam kebanyakan pelarut. Hal ini berkaitan dengan struktur serat dan kuatnya ikatan hidrogen.

Fungsi dasar selulosa adalah untuk menjaga struktur dan kekakuan bagi tanaman. Selulosa bertindak sebagai kerangka untuk memungkinkan tanaman untuk menahan kekuatan mereka dalam berbagai bentuk

dan ukuran yang berbeda. Itulah sebabnya dinding sel tanaman kaku dan tidak dapat berubah-berubah bentuk.

Selulosa adalah unsur struktural dan komponen utama dinding sel dari pohon dan tanaman tinggi lainnya. Senyawa ini juga dijumpai dalam tumbuhan rendah seperti paku, lumut, ganggang, dan jamur. Selulosa ditemukan di dinding sel, karena merupakan komponen utama dinding sel tanaman.

Dalam pembentukannya, tanaman membuat selulosa dari glukosa, yang merupakan bentuk yang paling sederhana dan paling umum karbohidrat yang ditemukan dalam tanaman. Glukosa terbentuk melalui proses fotosintesis dan digunakan untuk energi atau dapat disimpan sebagai pati yang akan digunakan kemudian. Selulosa dibuat dengan menghubungkan unit sederhana banyak glukosa bersama-sama

untuk menciptakan efek simpang siur rantai panjang, membentuk molekul panjang yang digunakan untuk membangun dinding sel tanaman.

3.4 Karakteristik Purun Tikus

Karakteristik purun tikus yang dimaksud antara lain sifat kimia dan fisik serta sifat mekanik purun tikus. Hasil dari karakteristik ini diharapkan dapat dipakai sebagai dasar dalam pengolahan purun tikus selanjutnya. Purun tikus setelah dibersihkan, dipotong dengan panjang 100-160 cm kemudian dikeringkan dengan dijemur pada matahari selama 2 x 8 jam, setelah itu disimpan pada ruang tertutup minimal 3 bulan. Purun tikus tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Bahan purun tikus yang sudah dikeringkan

3.4.1 Sifat Kimia dan Fisik Purun Tikus

Untuk menentukan sifat kimia, dan fisik purun tikus dapat dilakukan di laboratorium, antara lain laboratorium UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterials LIPI Cibinong. Purun tikus dibagi menjadi tiga bagian (pucuk, batang dan pangkal) yang digunakan untuk menentukan sifat kimia dan fisik.

Pada uji sifat kimia purun tikus untuk mendapatkan kadar air berdasarkan standar TAPPI TM, kadar ekstraktif berdasarkan standar TAPPI TM T204 OS76, kadar lignin berdasarkan standar TAPPI TM T222 OM88, kadar holo selulosa berdasarkan standar TAPPI TM T203 OM93 dan kadar α -cellulose berdasarkan standar TAPPI TM T203 OM88.

Analisis sifat kimia dan sifat fisik bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia yang terdapat pada

tanaman purun tikus, yang terdiri dari kadar air, kadar ekstraktif, kadar lignin, kadar holo selulosa dan kadar alpa selulosa. Pengujian dilakukan pada pangkal, batang dan pucuk purun tikus. Hasil analisis sifat kimia dan sifat fisik purun tikus seperti pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Sifat Kimia dan Sifat Fisik Purun Tikus

No	Test	Parameter	Result (%)	Standart Deviation	Standard method
1	Water Content	Base	11.245227	0.284686	TAPPI TM
		Stem	10.089992	0.297144	
		Shoot	9.506944	0.357064	
2	Ethanol-Benzene Extractive content	Base	4.454146	1.178887	TAPPI TM T204 OS76
		Stem	5.848934	0.225823	
		Shoot	5.889879	0.101890	
3	Klason Lignin	Base	27.627720	1.781985	TAPPI TM T222 OM88
		Stem	25.802507	7.154317	
		Shoot	28.721866	7.068125	
4	Holo-Cellulose	Base	56.724750	0.825485	TAPPI TM T203 OM93
		Stem	54.317295	0.835292	
		Shoot	52.624538	0.119919	
5	α-Cellulose	Base	32.317471	0.153770	TAPPI TM T203 OM88
		Stem	31.718281	0.674115	
		Shoot	29.347750	0.474203	

Sumber: Hasil pengujian di lab. Biomaterial LIPI Cibinong Bogor

Dari Tabel 3.1 diperoleh kadar air yang paling rendah 9,50% terdapat pada pucuk purun tikus, dibandingkan dengan bagian pangkal (11,25%) dan bagian batang (10,09%). Menurut beberapa penelitian yang dilakukan,

nilai rerata kadar air purun tikus berkisar antara 74,98-83,16%. Besar kadar air dipengaruhi oleh lokasi tumbuh tanaman dan keadaan lingkungan. Kadar air tumbuhan, lebih rendah di tempat yang kering dibandingkan di tempat basah (lembab). Dari hasil pengujian pada Tabel 3.1 tersebut, kadar air purun tikus termasuk rendah karena purun tikus yang digunakan sudah dalam keadaan kering dan disimpan kurang lebih enam bulan. Sari atau ekstrak ethanol-benzena adalah zat dalam serat purun tikus yang terekstraksi oleh ethanol benzene sebagai pelarut, dilakukan pada titik didih pelarut dalam waktu tertentu.

Kadar ekstraktif ethanol benzene yang diperoleh pada pangkal purun tikus sebesar 4,45% lebih rendah dari pada batang purun tikus (5,85%) serta pucuk (5,89%). Menurut penelitian yang telah dilakukan,

Kadar ekstraktif pada tumbuhan berkisar 1-10%. Kadar ekstraktif yang tinggi akan berpengaruh kurang baik pada kualitas selulosa. Disamping itu pada pemanfaatan sebagai serat tingginya kadar ekstraktif juga akan mengakibatkan serat sulit diuraikan. Dari hasil pengujian pada Tabel 3.1, kadar ekstraktif ethanol benzene purun tikus termasuk rendah.

Setiap materi bila dilihat di bawah mikroskop, akan terlihat serat-seratnya yang melekat satu sama lain. Dari penampang melintangnya, serat-serat tersebut mempunyai dinding dan lubang tengahnya yang disebut lumen. Lignin adalah bagian yang terdapat dalam lamella tengah dan dinding sel yang berfungsi sebagai perekat antar sel, merupakan senyawa aromatik berbentuk amorf. Dalam dinding sel, lignin sangat erat hubungannya dengan selulosa dan berfungsi untuk memberikan

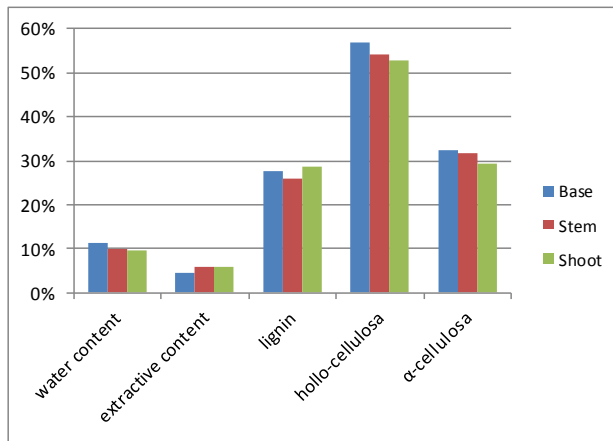
ketegaran pada sel. Lignin juga berpengaruh dalam memperkecil perubahan dimensi sehubungan dengan perubahan kandungan air. Besarnya kadar lignin umumnya berbanding terbalik dengan besarnya kadar selulosa, artinya semakin tinggi kadar ligninnya maka semakin rendah kadar selulosanya.

Kadar Lignin (metode Klason) yang diperoleh seperti pada Tabel 3.1, paling rendah terdapat pada batang purun tikus 25,80% bila dibandingkan dengan bagian pangkal (27,63%) dan pucuk (28,72%). Hasil tersebut termasuk kategori kelas sedang jika dibandingkan dengan kandungan kimia pada kayu yaitu berkisar 25-35%. Bahan komposit akan mempunyai sifat fisik atau kekuatan yang baik apabila mengandung sedikit lignin, karena lignin bersifat kaku dan rapuh.

Uji kadar selulosa dilaksanakan untuk menentukan kadar selulosa α , β dan γ yang ada dalam serat purun tikus. Kadar selulosa menyatakan jumlah senyawa karbohidrat atau polisakarida terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan pektin. Kadar Holo Selulosa purun tikus seperti pada Tabel 3.1, diperoleh 56,72% pada bagian pangkal purun tikus. Kadar tersebut paling tinggi jika dibandingkan dengan bagian batang (54,32%) dan pucuk (52,62%). Kadar holoselulosa purun tikus tersebut lebih rendah dibandingkan dengan kayu dengan kisaran 60-80%. Seperti pada Tabel 3.1, kadar α -Selulosa purun tikus yang diperoleh berturut turut adalah 32,32% pada bagian pangkal; 31,72% pada batang dan 29,35% pada pucuk.

Perbandingan sifat kimia dan sifat fisik purun tikus untuk masing-masing bagian tumbuhan (pangkal,

batang dan pucuk) digambarkan pada Gambar 3.6. Hasil uji kadar air, kadar ekstraktif, kadar lignin dan kadar selulosa pada bagian pangkal, batang dan pucuk tidak jauh berbeda.



Gambar 3.6. Kandungan kimia dan fisik pada pangkal, batang dan pucuk purun tikus

Dari analisis kimia dan fisik purun tikus yang dilakukan dengan diperoleh hasil kadar air, kadar ekstraktif dan kadar selulosa yang rendah serta kadar lignin yang sedang, maka purun tikus dimungkinkan

untuk digunakan sebagai bahan serat alam dalam campuran pembuatan papan semen. Keunggulan purun tikus bahwa seluruh bagian dapat digunakan sebagai bahan komposit. Sedangkan untuk mengurangi kadar lignin purun tikus, dapat dilakukan cara perlakuan perendaman sebelum digunakan sebagai bahan campuran komposit.

3.4.2 Sifat Mekanik Purun Tikus

Untuk menentukan sifat mekanik purun tikus dapat dilakukan di laboratorium, seperti di laboratorium Fisika Bahan Baru LIPI Tangerang. Purun tikus dibagi menjadi dua bagian (atas dan bawah). Sifat mekanik purun tikus dilakukan melalui pengujian tarik masing-masing pada bagian atas dan bawah untuk mendapatkan dimensi dan batas kuat tarik purun tikus.

Uji mekanik dilaksanakan untuk menunjukkan purun tikus dalam keadaan utuh, dalam hal ini serat merupakan sifat utama untuk menentukan kekuatan komposit. Sifat-sifat mekanik dari bahan serat dapat dinyatakan dalam beberapa parameter, diantaranya adalah kekuatan tarik (tensile strength). Kekuatan tarik adalah salah satu sifat dasar yang terpenting dan sering digunakan untuk karakterisasi suatu bahan.

Hasil uji sifat mekanik serat purun tikus seperti pada Tabel 3.2

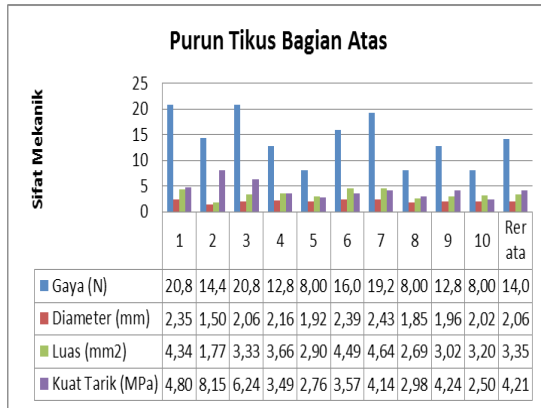
Tabel 3.2. Sifat Mekanik Purun Tikus

No.	Sampel	Gaya (N)	Diameter (mm)	luas (mm ²)	Kuat Tarik (Mpa)
1	Bawah Purun Tikus	12,8	1,88	2,78	4,61
2		14,4	2,73	5,85	2,46
3		11,2	2,15	3,63	3,08
4		8,0	2,21	3,84	2,09
5		9,6	1,78	2,49	3,86
6		12,8	1,83	2,63	4,87
7		11,2	2,13	3,56	3,14
8		16,0	2,03	3,24	4,94
9		12,8	2,00	3,14	4,07
10		24,0	2,84	6,33	3,79
Rerata		13,28	2,158	3,749	3,691
1	Atas Purun Tikus	20,8	2,35	4,34	4,80
2		14,4	1,50	1,77	8,15
3		20,8	2,06	3,33	6,24
4		12,8	2,16	3,66	3,49
5		8,0	1,92	2,90	2,76
6		16,0	2,39	4,49	3,57
7		19,2	2,43	4,64	4,14
8		8,0	1,85	2,69	2,98
9		12,8	1,96	3,02	4,24
10		8,0	2,02	3,20	2,50
Rerata		14,08	2,064	3,404	4,287

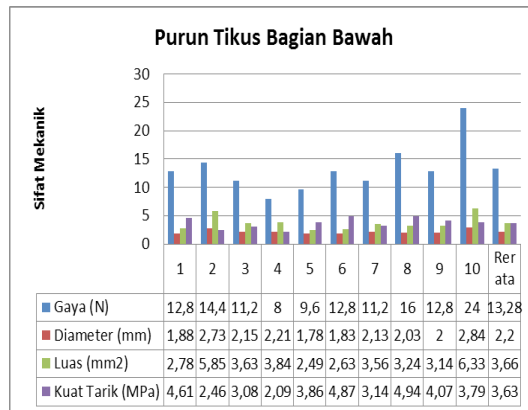
Sumber: Hasil pengujian di laboratorium Fisika Bahan Baru LIPI

Tangerang

Hasil analisis sifat mekanik serat purun tikus bagian atas dan bagian bawah seperti pada grafik berikut.



Gambar 3.7 Grafik Sifat Mekanik Purun Tikus Bagian Atas.



Gambar 3.8 Grafik Sifat Mekanik Purun Tikus Bagian Bawah.

Uji sifat mekanik purun tikus seperti pada Tabel 3.2 dan Gambar 3.7 serta Gambar 3.8 diperoleh hasil untuk sampel bagian bawah purun tikus rerata Gaya 13,28 N, Diameter 2,158 mm, Luas 3,66 mm² dan Kuat tarik 3,63 MPa. Sedangkan bagian atas purun tikus rerata Gaya 14,08 N, Diameter 2.064 mm, Luas 3,35 mm² dan Kuat Tarik 4,21 MPa.

Hasil uji untuk sampel bawah dan atas purun tikus tidak jauh berbeda. Tapi untuk penggunaan tulangan pada papan semen disarankan dipakai bagian atas karena kuat tariknya 116,15% dari bagian bawah purun tikus.

Untuk memperoleh sifat mekanik yang tinggi (kekuatan tarik, dan kekuatan lentur), maka serat alam biasanya diberi bermacam perlakuan, yang dimaksudkan untuk meningkatkan sifat adhesif. Adhesif

adalah kelekatan permukaan antarmuka dari unsur-unsur disatukan. Antarmuka pada komposit adalah satu permukaan yang dibentuk ikatan bersama antara serat dan matrik yang membentuk ikatan perantara yang diperlukan untuk pemindahan beban. Komposit memiliki sifat fisik dan mekanik yang unik, yang tidak mungkin dihasilkan oleh serat atau matrik saja.

Serat purun tikus sebagai elemen penguat sangat menentukan sifat mekanik dari komposit karena meneruskan beban yang didistribusikan oleh matrik. Sifat mekanis komposit sangat dipengaruhi oleh orientasi gabungan. Orientasi gabungan arah serat purun tikus yang dikombinasi dengan polyester sebagai matrik, dapat menghasilkan komposit alternatif. Komposit alternatif dengan lama perlakuan kalium *permanganate* tertentu dan penggabungan orientasi arah serat,

diharapkan dapat menghasilkan sifat mekanik komposit yang maksimal.

Waktu perlakuan kalium *permanganate* (KMnO_4) terhadap kekuatan mekanik komposit dengan orientasi gabungan arah serat 0° dan 90° , serat purun tikus (*Eleocharis dulcis*) bermatrik *Polyester*. Material yang digunakan adalah serat purun tikus (*Eleocharis dulcis*) sebagai filler dengan persentasi fraksi Volume serat 20%, 30%, 40%, menggunakan metode hand lay up dengan orientasi gabungan arah serat 0° dan 90° dan perlakuan perendaman KMnO_4 , 0, 15 dan 30 menit. Perlakuan 2% KMnO_4 , per 1 liter *aquades* secara bervariasi selama waktu peredaman 0, 15 dan 30, menit bermatrik *polyester*. Pengujian sifat yang dilakukan adalah pengujian tarik dan lentur.

Beberapa penelitian dilakukan untuk meningkatkan ikatan (*mechanical bonding*) antara serat dan matrik (perekat). Serat rami yang masih mengandung lignin dan kotoran tersebut dibersihkan dengan menggunakan air. Serat yang sudah bersih direndam di dalam larutan alkali (5% NaOH) dengan variasi waktu perendaman (0, 2, 4, dan 6) jam. Berdasarkan data hasil pengujian pada kekuatan tarik yang paling optimal dimiliki oleh bahan komposit yang diperkuat serat rami dengan perlakuan alkali 2 jam.

Penelitian untuk mendapatkan serat tapis kelapa yang kuat, untuk dijadikan bahan komposit yang bermatrik *epoxy*. Dengan membandingkan perlakuan peredaman menggunakan bahan kimia NaOH dan KMnO_4 dengan prosentasi masing– masing 0,5%, 1% dan 2% selama 15

menit. Sifat mekanik komposit dengan KMnO_4 memberi efek lebih baik dibanding dengan NaOH .

Penggunaan serat purun tikus, sebelumnya serat diberi perlakuan, yaitu direndam ke dalam larutan zat kimia KMnO_4 sebanyak 2% per 1 liter aquades secara bervariasi selama 0, 15 dan 30 menit. Proses waktu perlakuan memberikan pengaruh terhadap permukaan serat, lamanya waktu akan membuat permukaan serat semakin bersih dan permukaan serat menjadi lebih kasar sehingga ikatan serat dengan matrik akan semakin baik (lebih adhesif), meningkatkan kekuatan tarik dan kekuatan lentur, dari komposit yang dibentuknya. Kemudian dengan orientasi gabungan arah serat 0° dan 90° diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanik, karena dapat menahan tegangan multi aksial dibanding serat kontiyu searah/ *unidirectional*.

Pengujian fraksi volume serat purun tikus hanya dilakukan untuk serat tanpa perlakuan dan diperlakukan KMnO_4 dengan fraksi volume, dipilih fraksi volume 20%, 30%, dan 40%. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah ada perubahan terhadap kekuatan tarik.

Kekuatan tarik yang optimal pada fraksi volume 40% serat. Kekuatan tarik rata-rata komposit meningkat dengan bertambahnya fraksi volume serat antara 20%, 30% dan 40% tanpa perlakuan maupun diperlakukan 15 dan 30 menit, dimana kekuatan rata-rata maksimum berada pada komposit dengan perlakuan 2% KMnO_4 serat selama 15 menit secara keseluruhan, dan kembali turun setelah perlakuan 2% KMnO_4 serat selama 30 menit.

Peningkatan kekuatan tarik ini menunjukkan pada *interface* antara serat dan matrik, karena kekuatan

komposit adalah gabungan antara kekuatan matrik dan serat, sehingga akan tergantung dari interface tersebut, semakin baik ikatan serat-matrik maka beban tarik yang diberikan pada komposit akan terdistribusi pada serat baik, dan sebaliknya apabila interface serat-matrik kurang kuat maka beban tarik hanya ditahan oleh matrik saja, sedangkan volume matrik sudah berkurang akibat penambahan serat. Dengan kata lain kekuatan komposit hanya terletak pada matrik saja.

Pengujian Lentur (*flexure*) juga dilakukan pada komposit yang dibuat dengan serat tanpa perlakuan dan serat mengalami perlakuan 2% KMnO_4 untuk masing-masing variasi waktu 0, 15 dan 30 menit dengan proses pembuatan komposit dengan fraksi volume 20%, 30 dan 40% serat purun tikus. Kekuatan lentur merupakan kekuatan komposit menahan tegangan normal akibat

momen lentur pada batang uji, tegangan terbesar akan berada pada permukaan tengah bawah spesimen.

Kekuatan lentur rata-rata komposit meningkat dengan bertambahnya fraksi volume serat dari 20%, ke 30% dan ke 40% tanpa perlakuan maupun diperlakukan 15 dan 30 menit, dimana kekuatan rata-rata maksimum berada pada komposit dengan perlakuan 2% KMnO_4 serat selama 15 menit secara keseluruhan, dan kembali turun setelah perlakuan 2% KMnO_4 serat selama 30 menit. Hal ini disebabkan serat purun tikus menjadi lebih kaku, keras dan rapuh sehingga kemampuan menahan beban lentur menjadi berkurang. Peningkatan kekuatan lentur ini menunjukkan perubahan pada *interface* antara serat dan matrik, karena kekuatan komposit adalah gabungan antara kekuatan matrik dan serat, sehingga akan tergantung dari *interface* tersebut, semakin baik

ikatan serat-matrik maka beban tarik yang diberikan pada komposit akan terdistribusi pada serat dengan baik, dan sebaliknya apabila interface serat-matrik kurang kuat maka beban lentur hanya ditahan oleh matrik saja.

Kekuatan tarik rata-rata serat komposit (*fibrous composite*) Purun Tikus dengan orientasi arah serat gabungan 0° dan 90° tanpa perlakuan, dan 30 menit dengan Fraksi volume serat Purun Tikus 40% serat, tebal komposit 6 mm tanpa perlakuan sebesar 40.03 N/mm^2 , perlakuan 15 menit sebesar 55.54 N/mm^2 , dan perlakuan 30 menit sebesar 41.07 N/mm^2 .

Kekuatan Lentur rata-rata serat Komposit (*fibrous composite*), Purun Tikus dengan orientasi arah serat gabungan 0° dan 90° tanpa perlakuan, perlakuan 2% KMnO_4 selama 15 menit dan 30 menit dengan Fraksi volume serat Purun Tikus 40% serat, tebal komposit 6

mm tanpa perlakuan sebesar 62.66 N/mm², perlakuan 15 menit sebesar, 119.70 N/mm², dan 30 menit sebesar, 80.88 N/mm².

Serat purun tikus yang digunakan dalam pembuatan komposit, diharapkan mampu memberi nilai tambah secara ekonomi. Secara tradisional purun tikus hanya dimanfaatkan untuk bahan baku industri mebel (kursi dan meja) dan kerajinan rumah tangga (tikar dan tas anyaman).

Serat purun tikus sebelum digunakan direndam dengan waktu perlakuan perendaman (NaOH) selama 120 menit untuk upaya peningkatan sifat mekanik yang maksimal pada komposit serat purun tikus. Pembuatan komposit berbahan dasar matrik polyester type 157 BTQN yang diperkuat dengan serat alam Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*), dengan perlakuan perendaman

5% NaOH, per 1 liter aquades selama 120 menit, untuk mengetahui sifat mekanik komposit terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending dengan variasi fraksi volume serat 20%, 30%, dan 40%.

Metode yang dilakukan dengan menyusun satu arah serat alam Purun Tikus dengan matrik polyester type 157 BTQN dengan variasi fraksi volume serat 20%, 30%, dan 40%. Hardener yang digunakan adalah 1%. Komposit dibuat dengan metode hand lay up. Variasi fraksi volume serat 20%, 30%, dan 40%, dengan perlakuan perendaman 5 gram per 1 liter aquades NaOH selama 120 menit. Spesimen dan prosedur pengujian tarik dan bending mengacu pada standart ASTM D 638 – 03 dan ASTM 790-03.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan fraksi volume serat 20%, 30%, 40% dan perlakuan

perendaman 5% NaOH, per 1 liter aquades dapat meningkatkan daya rekat antar muka antara serat dan matrik. Kekuatan tarik tertinggi pada perlakuan perendaman 5% NaOH selama 120 menit komposit serat alam Purun Tikus dengan fraksi volume 40% sebesar 42,1 kN/mm², untuk dan tanpa perlakuan NaOH dengan fraksi volume 40% sebesar 14,6 kN/mm². Sedangkan kekuatan Bending tertinggi pada komposit serat Purun Tikus pada perlakuan perendaman 5% NaOH selama 120 menit dengan fraksi volume 40% sebesar 8,9 kN/mm², untuk fraksi volume 40% tanpa perlakuan sebesar 5,3 kN/mm².

BAB IV

KARAKTERISTIK MATERIAL KOMPOSIT

Kemajuan kini telah mendorong peningkatan dalam permintaan terhadap material komposit. Perkembangan dalam bidang pengetahuan dan teknologi mulai menyulitkan material konvensional seperti logam untuk memenuhi keperluan aplikasi baru. Bidang angkasa luar, elektronik, perkapalan, *automobile* dan industri pengangkutan merupakan contoh aplikasi yang memerlukan material-material yang berdensiti rendah, tahan karat, kuat, kokoh dan tegar. Hal tersebut adalah sifat istimewa komposit dibandingkan dengan material konvensional lainnya.

4.1 Sifat Material

Material perlu dipelajari agar dapat dipilih material yang tepat diantara banyaknya macam material yang ada. Secara mendasar terdapat beberapa kriteria untuk menentukan keputusan akhir dalam memilih suatu material.

Pertama, kondisi awal harus dikarakterisasi, oleh karena itu harus diketahui sifat-sifat apa saja yang dibutuhkan dari suatu material. Hal ini disebabkan jarang sekali dapat dibentuk suatu material dengan kombinasi yang ideal. Contoh klasik dari permasalahan ini meliputi kekuatan (*strength*) dan kelenturan (*ductility*); secara normal material yang memiliki sifat sangat kuat hanya memiliki sifat kelenturan yang sangat terbatas.

Pertimbangan kedua dalam pemilihan suatu material adalah sifat *deterioration* (sifat buruk) yang dapat

muncul selama proses operasi. Sebagai contoh, reduksi yang signifikan dalam kekuatan mekanik kemungkinan dihasilkan karena terpapar (*exposure*) suhu yang tinggi atau lingkungan yang *korosif* (merusak).

Kemungkinan besar suatu pertimbangan dalam pemilihan suatu material ditolak karena alasan ekonomi, yaitu berapa biaya akhir dari material yang dihasilkan. Bisa saja sebuah material ditemukan dengan kombinasi sifatnya yang ideal namun dibutuhkan biaya produksi yang sangat mahal sekali. Selain itu beberapa pertimbangan (kompromi) tidak dapat dihindarkan. Disamping itu, biaya untuk menyelesaikan sebuah keping juga membutuhkan banyak biaya lain (waktu, tenaga, dan lain-lain) selama proses pabrikasi untuk menghasilkan bentuk yang diinginkan.

Pemanfaatan suatu material disesuaikan dengan sifat-sifat yang ada pada material itu sendiri dengan melalui proses seleksi. Sampai saat ini sudah banyak material yang telah dibuat dan semuanya itu dapat dikategorikan menjadi logam, plastic, gelas, dan serat. Kemajuan dalam memahami berbagai jenis material merupakan suatu pertanda dari kemajuan dalam bidang teknologi.

Prinsip dasar yang menentukan sifat material adalah struktur internal material itu sendiri. Struktur internal itu tersusun oleh atom yang saling berkaitan dengan atom tetangganya (atom yang berada disebelahnya) baik itu dalam suatu kristal, molekul ataupun mikrostruktur. Walaupun sudah ada standar baku yang mengatur akan kandungan bahan-bahan pembentuk yang akan membangun sifat material, namun keahlian untuk

menentukan berdasarkan metode-metode pengujian material sangatlah penting bagi seorang *material engineer*.

Material dapat dibedakan berdasarkan sifat-sifatnya, karena sifat (properti) adalah ciri-ciri yang ada pada suatu material yang berkaitan dengan jenis besarnya respon yang diberikan jika suatu material diberikan suatu stimulus (rangsangan). Sifat-sifat itu akan mendasari dalam pemilihan material. Secara umum sifat suatu material tidak bergantung terhadap bentuk dan ukuran material tersebut.

Sifat-sifat suatu material dapat dikelompokkan menjadi 3 kategori sifat yakni (1) sifat mekanik, (2) sifat fisik; yang meliputi listrik, termal, magnetik, optik, deterioratif (sifat yang menyebabkan suatu material menjadi buruk), dan *storage/memory*; dan (3) sifat

teknologi. Untuk masing-masing sifat tersebut terdapat stimulus khusus yang dapat menimbulkan respon yang berbeda.

4.1.1 Sifat Mekanik

Sifat mekanik material, merupakan satu faktor terpenting yang mendasari pemilihan bahan dalam suatu perancangan. Sifat mekanik dapat diartikan sebagai respon atau perilaku material terhadap pembebanan yang diberikan, dapat berupa gaya, torsi atau gabungan keduanya.

Dalam prakteknya pembebanan pada material terbagi dua yaitu beban statik dan beban dinamik. Perbedaan antara keduanya hanya pada fungsi waktu dimana beban statik tidak dipengaruhi oleh fungsi waktu sedangkan beban dinamik dipengaruhi oleh fungsi waktu.

Untuk mendapatkan sifat mekanik material, biasanya dilakukan pengujian mekanik. Pengujian mekanik pada dasarnya bersifat merusak (*destructive test*), dari pengujian tersebut akan dihasilkan kurva atau data yang mencirikan keadaan dari material tersebut.

Setiap material yang diuji dibuat dalam bentuk sampel kecil atau spesimen. Spesimen pengujian dapat mewakili seluruh material apabila berasal dari jenis, komposisi dan perlakuan yang sama. Pengujian yang tepat hanya didapatkan pada material uji yang memenuhi aspek ketepatan pengukuran, kemampuan mesin, kualitas atau jumlah cacat pada material dan ketelitian dalam membuat spesimen.

Sifat mekanik tersebut meliputi antara lain: kekuatan tarik, ketangguhan, kelenturan, keuletan, kekerasan,

ketahanan aus, kekuatan impak, kekuatan mulur, kekeuatan leleh dan sebagainya.

Sifat-sifat mekanik material yang perlu diperhatikan:

- Tegangan yaitu gaya diserap oleh material selama berdeformasi persatuan luas.
- Regangan yaitu besar deformasi persatuan luas.
- Modulus elastisitas yang menunjukkan ukuran kekuatan material.
- Kekuatan yaitu besarnya tegangan untuk mendeformasi material atau kemampuan material untuk menahan deformasi.
- Kekuatan luluh yaitu besarnya tegangan yang dibutuhkan untuk mendeformasi plastis.
- Kekuatan tarik adalah kekuatan maksimum yang berdasarkan pada ukuran semula.

- Keuletan yaitu besar deformasi plastis sampai terjadi patah.
- Ketangguhan yaitu besar energi yang diperlukan sampai terjadi perpatahan.
- Kekerasan yaitu kemampuan material menahan deformasi plastis lokal akibat penetrasi pada permukaan.

Sifat mekanik berkaitan dengan perubahan bentuk karena adanya pemberian beban atau gaya, contohnya meliputi modulus elastisitas dan kekuatan (*strength*), Keuletan (*Ductile*), Kekakuan (*Stiffness*), Ketangguhan (*Toughness*), Kekerasan (*Hardness*). Kekuatan adalah kemampuan suatu material dalam menerima beban, semakin besar beban yang mampu diterima oleh material maka benda tersebut dapat dikatakan memiliki kekuatan yang tinggi.

Kekerasan dapat diartikan ketahanan suatu material terhadap deformasi lokal, misalkan ketahanan terhadap goresan. Bila suatu material digores maka yang akan menerima beban adalah bagian permukaannya saja bukan keseluruhannya, oleh karena itu goresan dikatakan hanya menghasilkan deformasi lokal.

Selanjutnya sifat kekakuan dari suatu material dapat diartikan ketidakmampuan suatu material untuk berdeformasi plastis. Material yang kaku berarti bila diberi suatu beban dia hanya akan berdeformasi elastis, dan selanjutnya akan mengalami patah (*fracture*).

Mengetahui tentang sifat mekanik suatu material sangatlah penting terutama dalam pemilihan material yang akan dipakai dalam kehidupan sehari-hari. Misalkan akan dipilih jenis baja yang akan digunakan untuk membuat jembatan, maka hal terpenting yang

harus diperhatikan adalah bahan yang dipilih haruslah kuat, dalam arti dia tidak akan mudah mengalami deformasi plastis. Bayangkan saja bagaimana bila salah memilih bahan, tentunya nanti jembatan yang dibuat akan memiliki lintasan melengkung.

4.1.2 Sifat Fisik

Sifat penting yang kedua dalam pemilihan material adalah sifat fisik. Sifat fisik adalah kelakuan atau sifat-sifat material yang bukan disebabkan oleh pembebanan seperti pengaruh pemanasan, pendinginan dan pengaruh arus listrik yang lebih mengarah pada struktur material.

Sifat fisik material antara lain : temperatur cair, konduktivitas panas dan panas spesifik.

Struktur material sangat erat hubungannya dengan sifat mekanik. Sifat mekanik dapat diatur dengan serangkaian proses perlakuan fisik. Dengan adanya perlakuan fisik akan membawa penyempurnaan dan pengembangan material bahkan penemuan material baru.

Sifat kelistrikan berkaitan dengan konduktivitas listrik, resistivitas listrik dan konstanta dielektrik yang diperoleh dengan memberikan stimulus berupa medan listrik.

Sifat panas (*thermal*) berkaitan dengan kapasitas panas dan konduktivitas termal yang diperoleh dengan memberikan stimulus berupa panas.

Sifat Magnetik menggambarkan respon suatu material terhadap medan magnet yang biasanya

direpresentasikan dengan menggunakan kurva *Hysterisis*.

Sifat Optik menggambarkan bagaimana respon suatu material terhadap medan elektromagnetik atau radiasi cahaya. Sifat optik ini direpresentasikan dalam indek refraksi dan refleksi.

Sifat *Deteriorative* mengindikasikan kereaktifan secara kimia dari suatu material.

Sifat *storage/memory* merupakan sifat dari material yang muncul akibat dari perkembangan teknologi yang akhir-akhir ini terasa dampaknya yang besar. Aplikasi dalam hal *storage/ memory* dari suatu material satu diantaranya adalah *flashdisk*, yang saat ini dituntut agar bisa menyimpan data yang lebih besar. Maka dari itu, diperlukanlah suatu material yang mampu menyimpan

data berukuran besar di dalam volume yang seminimal mungkin.

4.1.3 Sifat Teknologi

Selanjutnya sifat yang sangat berperan dalam pemilihan material adalah sifat teknologi yaitu kemampuan material untuk dibentuk atau diproses. Produk dengan kekuatan tinggi dapat dibuat dibuat dengan proses pembentukan, misalnya dengan pengerolan atau penempaan. Produk dengan bentuk yang rumit dapat dibuat dengan proses pengecoran.

Sifat-sifat teknologi diantaranya sifat mampu las, sifat mampu cor, sifat mampu mesin dan sifat mampu bentuk. Sifat material terdiri dari sifat mekanik yang merupakan sifat material terhadap pengaruh yang berasal dari luar serta sifat-sifat fisik yang ditentukan oleh komposisi yang dikandung oleh material itu sendiri.

4.2 Material Komposit

Komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (bahan komposit). Dengan adanya perbedaan dari material penyusunnya maka komposit antar material harus berikatan dengan kuat, sehingga perlu adanya penambahan *wetting agent*.

Beberapa definisi komposit sebagai berikut;

- Tingkat dasar: pada molekul tunggal dan kisi kristal, bila material yang disusun dari dua atom atau lebih disebut komposit (contoh senyawa, paduan, polymer dan keramik)

- Mikrostruktur: pada kristal, phase dan senyawa, bila material disusun dari dua phase atau senyawa atau lebih disebut komposit (contoh paduan Fe dan C)
- Makrostruktur: material yang disusun dari campuran dua atau lebih penyusun makro yang berbeda dalam bentuk dan/atau komposisi dan tidak larut satu dengan yang lain disebut material komposit (definisi secara makro ini yang biasa dipakai).

4.3 Tujuan Pembuatan Material Komposit

Bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya berat yang lebih ringan, kekuatan yang lebih tinggi, tahan korosi dan memiliki biaya perakitan yang lebih murah karena berkurangnya jumlah komponen dan baut-baut penyambung.

Berikut ini adalah tujuan dari dibentuknya komposit, yaitu sebagai berikut :

- Memperbaiki sifat mekanik dan/atau sifat spesifik tertentu.
- Mempermudah design yang sulit pada manufaktur.
- Keleluasaan dalam bentuk/desain yang dapat menghemat biaya.
- Menjadikan bahan lebih ringan.

Satu diantara keuntungan material komposit adalah kemampuan material tersebut untuk diarahkan sehingga kekuatannya dapat diatur hanya pada arah tertentu yang dikehendaki. Hal ini dinamakan "*tailoring properties*" dan ini adalah satu sifat istimewa komposit dibandingkan dengan material konvensional lainnya. Selain kuat, kaku dan ringan komposit juga memiliki ketahanan terhadap

korosi serta memiliki ketahanan yang tinggi bila terdapat beban dinamis.

Sifat yang paling khas dari material baru ini antara lain adalah tingginya rasio antara kekuatan dengan berat (*strength/weight*) serta rasio antara kekakuan dengan berat (*stiffness/weight*), sehingga dari padanya tercipta pesawat terbang yang ringan, jaket anti peluru, raket dan sepeda yang semuanya ringan tetapi kuat.

Contoh komposit yang terkenal adalah serat gelas (*glass fiber*) yang dibungkus dengan bahan polymer dan digunakan sebagai kabel komunikasi. Komposit didesain untuk mengkombinasikan karakteristik yang terbaik dari komponen-komponen penyusunnya. Fiber gelas misalnya memiliki sifat keras dan *polymer* bersifat *fleksible*.

Militer Amerika Serikat adalah pihak yang pertama kali mengembangkan dan memakai bahan komposit. Pesawat AV-8D mempunyai kandungan bahan komposit 27% dalam struktur rangka pesawat pada awal tahun 1980-an. Penggunaan bahan komposit dalam skala besar pertama kali terjadi pada tahun 1985. Ketika itu Airbus A320 pertama kali terbang dengan stabiliser horisontal dan vertikal yang terbuat dari bahan komposit. Airbus telah menggunakan komposit sampai dengan 15% dari berat total rangka pesawat untuk seri A320, A330 dan A340.

4.4 Penyusun Material Komposit

Material Komposit pada umumnya terdiri dari 2 fasa:

- 1). Matriks

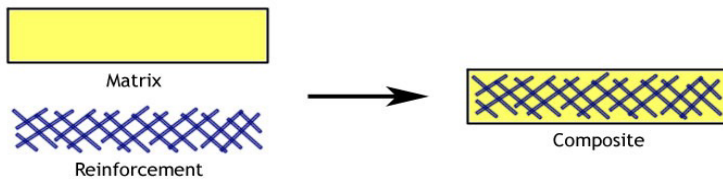
Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (*dominan*). Matriks mempunyai fungsi sebagai berikut :

- a) Mentransfer tegangan ke serat
- b) Membentuk ikatan koheren, permukaan matrik/ serat.
- c) Melindungi serat.
- d) Memisahkan serat.
- e) Melepas ikatan.
- f) Tetap stabil setelah proses manufaktur.

2). *Reinforcement* atau Filler atau Fiber

Satu diantara bagian utama dari komposit adalah *reinforcement* (penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit.

Adanya dua penyusun komposit atau lebih menimbulkan beberapa daerah dan istilah penyebutannya. Matrik (penyusun dengan fraksi volume terbesar), Penguat (Penahan beban utama), *Interphase* (pelekat antar dua penyusun), *interface* (permukaan phase yang berbatasan dengan phase lain).



Gambar 4.1 Struktur Komposit

Fiber memiliki sifat yang mudah untuk diubah bentuknya dengan cara dipotong atau juga dicetak sesuai dengan kebutuhan desainnya. Selain itu, perbedaan pengaturan susunan fiber akan merubah pula sifat-sifat komposit yang dihasilkan. Hal tersebut

dapat dimanfaatkan untuk mendapatkan sifat komposit sesuai dengan parameter yang dibutuhkan.

Matriks umumnya terbuat dari bahan resin. Ia berfungsi sebagai perekat material fiber sehingga tumpukan fiber dapat merekat dengan kuat. Resin akan saling mengikat material fiber sehingga beban yang dikenakan pada komposit akan menyebar secara merata. Selain itu resin juga berfungsi untuk melindungi fiber dari serangan bahan kimia atau juga kondisi cuaca ekstrim yang dapat merusaknya.

Selain kemudahan untuk medesain komposit ke dalam bentuk apapun, satu alasan utama penggunaan material komposit adalah didapatkannya kekuatan material tinggi dengan bobot yang jauh lebih ringan daripada material-material konvensional.

Secara struktur mikro material komposit tidak merubah material pembentuknya (dalam orde kristalin) tetapi secara keseluruhan material komposit berbeda dengan material pembentuknya karena terjadi ikatan antar permukaan antara matriks dan filler. Syarat terbentuknya komposit adalah adanya ikatan permukaan antara matriks dan filler. Ikatan antar permukaan ini terjadi karena adanya gaya adhesi dan kohesi. Dalam material komposit gaya adhesi-kohesi terjadi melalui 3 cara utama:

- ❖ Interlocking antar permukaan → ikatan yang terjadi karena kekasaran bentuk permukaan partikel.
- ❖ Gaya elektrostatis → ikatan yang terjadi karena adanya gaya tarik-menarik antara atom yang bermuatan (ion).

- ❖ Gaya vanderwalls → ikatan yang terjadi karena adanya pengutupan antar partikel.

Kualitas ikatan antara *matriks* dan *filler* dipengaruhi oleh beberapa variabel antara lain:

- Ukuran partikel
- Rapat jenis bahan yang digunakan
- Fraksi volume material
- Komposisi material
- Bentuk partikel
- Kecepatan dan waktu pencampuran
- Penekanan (kompaksi)
- Pemanasan (*sintering*)

4.5 Properties Material Komposit

Dalam pembuatan sebuah material komposit, suatu pengkombinasian optimum dari sifat-sifat bahan penyusunnya untuk mendapatkan sifat-sifat tunggal sangat diharapkan. Beberapa material komposit polymer diperkuat serbuk yang memiliki kombinasi sifat-sifat yang ringan, kaku, kuat dan mempunyai nilai kekerasan yang cukup tinggi. Disamping itu juga sifat dari material komposit dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu material yang digunakan sebagai bentuk komponen dalam komposit, bentuk geometri dari unsur-unsur pokok dan akibat struktur dari sistem komposit, cara dimana bentuk satu mempengaruhi bentuk lainnya

Sifat maupun Karakteristik dari komposit ditentukan oleh:

a). Material yang menjadi penyusun komposit.

Karakteristik komposit ditentukan berdasarkan karakteristik material penyusun menurut *rule of mixture* sehingga akan berbanding secara proporsional.

b). Bentuk dan penyusunan struktural dari penyusun.

Bentuk dan cara penyusunan komposit akan mempengaruhi karakteristik komposit.

c). Interaksi antar penyusun.

Bila terjadi interaksi antar penyusun akan meningkatkan sifat dari komposit.

Menurut Agarwal dan Broutman, yaitu menyatakan bahwa bahan komposit mempunyai ciri-ciri yang berbeda dan komposisi untuk menghasilkan suatu bahan yang mempunyai sifat dan ciri tertentu yang berbeda dari sifat dan ciri konstituen asalnya. Disamping itu konstituen

asal masih kekal dan dihubungkan melalui suatu antara muka. Dengan kata lain, bahan komposit adalah bahan yang heterogen yang terdiri dari fasa yang tersebar dan fasa yang berterusan. Fasa tersebar selalu terdiri dari serat atau bahan pengukuh, fasa yang berterusan terdiri dari matriks.

Kekuatan tarik komposit serat karbon lebih tinggi daripada semua paduan logam. Semua itu menghasilkan berat pesawat yang lebih ringan, daya angkut yang lebih besar, hemat bahan bakar dan jarak tempuh yang lebih jauh. Terdapat cukup banyak material komposit yang terdiri lebih dari satu tipe material yang telah dibuat. Sebuah komposit dirancang untuk memperlihatkan kombinasi dari sifat/karakteristik terbaik dari masing-masing komponen material.

Serat kaca (*Fiberglass*) merupakan satu contoh yang sangat umum, dimana serat gelas dilekatkan ke dalam material polimer. Fiber glass memiliki sifat kuat yang berasal dari kaca dan sifat lentur yang berasal dari polimer. Banyak sekali pengembangan material terbaru melibatkan material komposit. Satu contoh aplikasi bahan komposit yakni pada bidang optikal material.

Contoh lain dapat dilihat pada “plastik” casing set televisi, sel-telepon dan sebagainya. Casing plastik tersebut biasanya terdiri dari material komposit dengan matriks termoplastik seperti *akrilonitril-butadiena-stirena* (ABS) di mana kalsium karbonat kapur, bedak, kaca serat atau serat karbon telah ditambahkan untuk menambah kekuatan, massal, atau elektro-statis dispersi. Penambahan ini

dapat disebut sebagai serat penguat, atau dispersan, tergantung pada tujuan mereka.

Perbedaan antara komposit dan alloy adalah dalam hal sistem proses pemuaduanya:

- Komposit bila ditinjau secara mikroskopi masih menampakkan adanya komponen matrik dan komponen filler, sedangkan alloy telah terjadi perpaduan yang homogen antara matrik dan filler
- Pada material komposit, dapat leluasa merencanakan kekuatan material yang diinginkan dengan mengatur komposisi dari matrik dan filler, sifat material yang menyatu dapat dievaluasi dan diuji secara terpisah.

Perbedaan yang mendasar antara material komposit dengan material alloy yaitu pada material alloy penggabungan materialnya dilakukan secara

mikroskopis, sehingga tidak bisa dilihat sifat-sifat dasar dari unsur-unsur pembentuknya.

4.6 Kelebihan, Kekurangan dan Aplikasi Komposit

Bahan komposit mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan bahan konvensional seperti logam. Kelebihan tersebut pada umumnya dapat dilihat dari beberapa sudut yang penting seperti sifat-sifat mekanikal dan fisikal, kemampuan (*reliability*), kebolehprosesan dan biaya.

a. Sifat-sifat mekanik dan fisik

Pada umumnya pemilihan bahan matriks dan serat memainkan peranan penting dalam menentukan sifat-sifat mekanik dan sifat komposit. Gabungan matriks dan serat dapat menghasilkan komposit yang mempunyai

kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi dari bahan konvensional seperti keluli.

1. Bahan komposit mempunyai *density* yang jauh lebih rendah berbanding dengan bahan konvensional. Ini memberikan implikasi yang penting dalam konteks penggunaan karena komposit akan mempunyai kekuatan dan kekakuan spesifik yang lebih tinggi dari bahan konvensional.

Implikasi kedua ialah produk komposit yang dihasilkan akan mempunyai kerut yang lebih rendah dari logam.

Pengurangan berat adalah satu aspek yang penting dalam industri pembuatan seperti *automobile* dan angkasa lepas. Ini karena berhubungan dengan penghematan bahan bakar.

2. Dalam industri angkasa lepas terdapat kecenderungan untuk menggantikan komponen yang diperbuat

dari logam dengan komposit karena telah terbukti komposit mempunyai rintangan terhadap fatigue yang baik terutamanya komposit yang menggunakan serat karbon.

3. Kelemahan logam yang agak terlihat jelas ialah rintangan terhadap kakisa yang lemah terutama produk yang kebutuhan sehari-hari. Kecendrungan komponen logam untuk mengalami kakisan menyebabkan biaya pembuatan yang tinggi. Bahan komposit sebaiknya mempunyai rintangan terhadap kakisan yang baik.
4. Bahan komposit juga mempunyai kelebihan dari segi *versatility* (berdaya guna) yaitu produk yang mempunyai gabungan sifat-sifat yang menarik yang

dapat dihasilkan dengan mengubah sesuai jenis matriks dan serat yang digunakan. Contoh dengan menggabungkan lebih dari satu serat dengan matriks untuk menghasilkan komposit *hibrid*.

5. Massa jenis rendah (ringan).
6. Lebih kuat dan lebih ringan.
7. Perbandingan kekuatan dan berat yang menguntungkan.
8. Lebih kuat (stiff), ulet (tough) dan tidak getas.
9. Koefisien pemuaian yang rendah.
10. Tahan terhadap cuaca.
11. Tahan terhadap korosi.
12. Mudah diproses (dibentuk).
13. Lebih mudah disbanding metal.

b. Biaya

Faktor biaya juga memainkan peranan yang sangat penting dalam membantu perkembangan industri komposit. Biaya yang berkaitan erat dengan penghasilan suatu produk yang seharusnya memperhitungkan beberapa aspek seperti biaya bahan mentah, pemrosesan, tenaga manusia, dan sebagainya.

Kekurangan Bahan Komposit

- a. Tidak tahan terhadap beban shock (kejut) dan crash (tabrak) dibandingkan dengan metal.
- b. Kurang elastis.
- c. Lebih sulit dibentuk secara plastis.

Penggunaan bahan komposit sangat luas, yaitu untuk :

- a. Angkasa luar = Komponen kapal terbang, Komponen Helikopter, Komponen satelit.
- b. Automobile = Komponen mesin, Komponen kereta.
- c. Olah raga dan rekreasi = Sepeda, Stick golf, Raket tenis, Sepatu olah raga.
- d. Industri Pertahanan = Komponen jet tempur, Peluru, Komponen kapal selam.
- e. Industri Pembinaan = Jembatan, Terowongan, Rumah, Tanks.
- f. Kesehatan = Kaki palsu, Sambungan sendi pada pinggang.
- g. Marine / Kelautan = Kapal layar, Kayak.

Beberapa contoh material komposit, antara lain:

1. Plastik diperkuat fiber:

a. Diklasifikasikan oleh jenis fiber :

1) *Wood (cellulose fibers in a lignin and hemicellulose matrix).*

2) *Carbon-fibre reinforced plastic* atau CRP.

3) *Glass-fibre reinforced plastic* atau GRP (*informally, "fiberglass"*).

b. Diklasifikasikan oleh matriks:

1) Komposit Termoplastik

a) *long fiber thermoplastics or long fiber reinforced thermoplastics*

b) *glass mat thermoplastics*

2) *Thermoset Composites*

2. Metal matrix composite (MMC):

- a. *Cast iron putih*
- b. *Hardmetal (carbide in metal matrix)*
- c. *Metal-intermetallic laminate*

3. Ceramic matrix composites (CMC):

- a. *Cermet (ceramic and metal)*
- b. *Concrete*
- c. *Reinforced carbon-carbon (carbon fibre in a graphite matrix)*
- d. *Bone (hydroxyapatite reinforced with collagen fibers)*

4. Organic matrix/ceramic aggregate composites

- a. *Mother of Pearl*
- b. *Syntactic foam*
- c. *Asphalt concrete*

5. Chobham armour (*composite armour*)

6. *Engineered wood*

- a. *Plywood*
- b. *Oriented strand board*
- c. *Wood plastic composite (recycled wood fiber in polyethylene matrix)*
- d. *Pykrete (sawdust in ice matrix)*

7. *Plastic-impregnated or laminated paper or textiles*

- a. *Arborite*
- b. *Formica (plastic)*

BAB V

PROSES PEMBUATAN KOMPOSIT

Merujuk pada pengertian material komposit, dikatakan bahwa komposit terdiri dari dua atau lebih bahan atau unsur yang dicampur secara makroskopis. Pada bahan komposit, sifat-sifat bahan pembentuknya masih terlihat dengan jelas, tidak seperti pada paduan atau alloy yang dicampur secara mikroskopis sehingga sifat-sifat unsur pembentuknya sudah tidak tampak secara nyata. Keuntungan material komposit adalah dapat menggabungkan beberapa unsur yang mempunyai sifat-sifat material baik itu mekanik, kimia fisika dan sifat teknologi yang terbaik, sehingga didapatkan material komposit yang sangat bagus.

Proses pembuatan atau proses produksi dari komposit merupakan hal yang sangat penting dalam menghasilkan material komposit tersebut. Banyak cara atau metoda yang digunakan untuk menghasilkan material komposit yang di inginkan.

Dalam pembuatan material komposit dapat melalui beberapa cara, semua itu tergantung dari kebutuhan kualitas dari material komposit itu sendiri. Adapun cara tersebut adalah: *Hand Lay-Up*, *Spray-Up*, *Vacum Forming*, *Autoclave*, *Pressure Bag Moulding*, *Compression Moulding*, *Countinous pultrusion*.

5.1 Pencetakan Tangan (*Hand Lay-Up*)

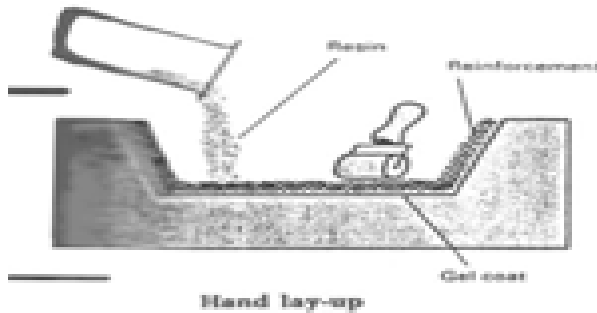
Hand lay-up adalah metoda yang paling sederhana dan merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit. Pada proses *hand lay-up* material komposit yang dihasilkan mempunyai kualitas

sedang, homogenitas kurang dan porositas cenderung besar.

Material dari hasil *hand lay-up* ini biasanya digunakan di industri kapal kecil dan rumah tangga yang tidak membutuhkan kekuatan yang cukup besar. Fiber volume yang dihasilkan oleh proses *hand lay-up* ini adalah 15%-20%. Pada metoda hand lay up ini resin yang paling banyak di gunakan adalah polyester dan epoxies.

Pada proses pencetakan tangan ini dengan cara menuang resin menggunakan tangan kedalam serat berbentuk anyaman, rajuan atau kain. Proses selanjutnya adalah memberi tekanan sekaligus meratakannya menggunakan rol atau kuas. Proses tersebut dilakukan berulang-ulang hingga ketebalan yang diinginkan tercapai. Tahap akhir adalah membiarkannya mengeras

pada kondisi atmosfer standar. Aplikasinya pada pembuatan kapal, bodi kendaraan, bilah turbin angin.



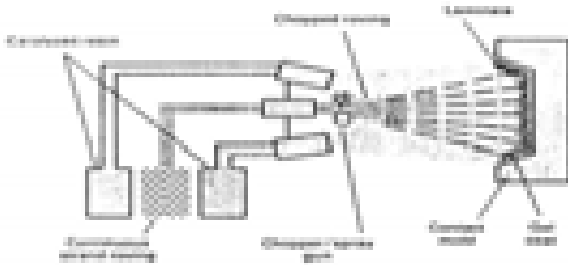
Gambar 5.1 Proses *hand lay-up*

5.2 Pencetakan Semprot (*Spray-Up*)

Spray-up merupakan metode cetakan terbuka yang dapat menghasilkan bagian-bagian yang lebih kompleks ekonomis dari *hand lay-up*. Pada proses *spray-up* dilakukan secara otomatis oleh mesin dan hanya bisa menggunakan serat pendek, biasanya dipakai untuk membuat benda cukup besar.

Prosesnya adalah sebagai berikut, Memotong serat (fiber) yang akan digunakan sebagai penguat, kemudian diumpankan kedalam penyemprot resin berkatalis secara langsung pada permukaan cetakan. Setelah itu membiarkannya mengeras pada kondisi atmosfer standar. Aplikasi : panel-panel, bodi karavan, bak mandi, sampan.

Spray-up telah sangat sedikit aplikasinya di ruang angkasa. Teknologi ini menghasilkan struktur kekuatan yang rendah yang biasanya tidak termasuk pada produk akhir. Spray-up sedang digunakan untuk bergabung dengan struktur back-up untuk lembaran wajah komposit pada alat komposit. Spray-up ini juga digunakan terbatas untuk mendapatkan fiberglass splash dari alat transfer.

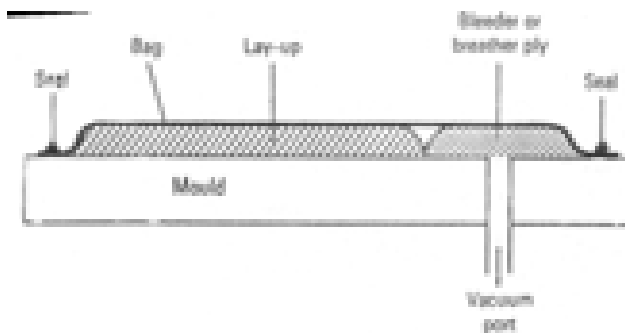


Gambar 5.2. Proses *spray-up*

5.3. Pengemasan Vakum (*Vacum Forming*)

Proses pembuatan dengan cara *vacum forming* kualitasnya lebih bagus dari pada kedua cara sebelumnya, karena porositas yang terjadi rendah. Hal ini dikarenakan pada proses ini udara yang menyebabkan porositas disedot oleh pompa *vacum*. *Fiber volume* yang dihasilkan cukup tinggi yaitu 40% sampai 50%, karena kelebihan resin diserap oleh *bleeder*. Proses ini dapat menggunakan serat panjang atau pendek.

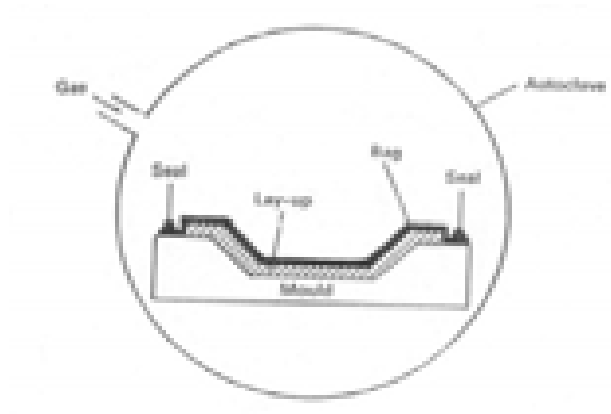
Dibandingkan dengan hand lay-up, metode vakum memberikan penguatan konsentrasi yang lebih tinggi, adhesi yang lebih baik antara lapisan dan kontrol yang lebih pada resin. Proses pada pengemasan vakum yaitu, dengan menutupi lapisan pencetakan basah dengan film plastik, udara di bawah kemasan dikeluarkan dengan pompa vakum bertekanan. Aplikasi, pembuatan kapal pesiar, komponen mobil balap, perahu.



Gambar 5.3. proses *vacuum forming*

5.4. Autoclave

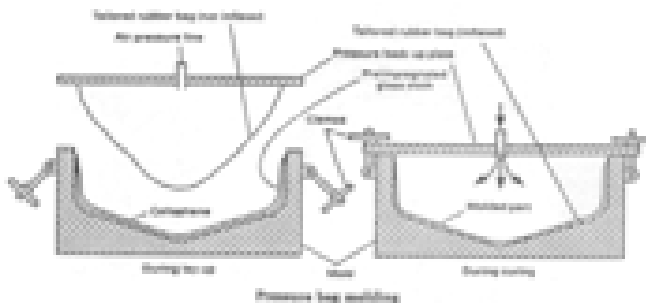
Proses pembuatan dengan cara *autoclave* mempunyai kualitas yang lebih bagus dari ketiga cara diatas. Produk dari cara *autoclave* ini biasanya digunakan pada pesawat terbang (*aero space product*). Proses ini menggunakan bahan *pre-impregnated* artinya suatu bahan dimana serat dan resin sudah dicampur terlebih dahulu dan resin dalam keadaan setengah matang (*B-stage*), bahan *pre-impregnated* harus disimpan dalam *cold storage* dengan temperatur -20°C sampai dengan -10°C agar tidak matang.

Gambar 5.4. Proses *autoclave*

5.5 *Pressure Bag Moulding*

Proses ini mirip dengan *autoclave* tetapi menggunakan karet untuk menampung udara panasnya. *Pressure bag* memiliki kesamaan dengan metode *vacuum bag*, namun cara ini tidak memakai pompa vakum tetapi menggunakan udara atau uap bertekanan yang dimasukkan melalui suatu wadah elastis. Wadah elastis ini yang akan berkontak pada komposit yang akan dilakukan proses.

Biasanya besar tekanan yang di berikan pada proses ini adalah sebesar 30 sampai 50 psi. Aplikasi dari metoda presure bag ini adalah pembuatan tangki, wadah, turbin angin, vessel.



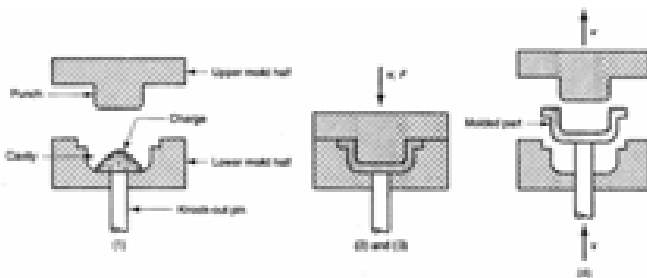
Gambar 5.5. Proses *pressure bag moulding*

5.6 Proses Cetakan Tekan (*Compression Moulding*)

Merupakan Proses Cetakan Tertutup (*Closed mold Processes*). Proses ini menggunakan bahan *moulding compound* dalam bentuk SMC (*sheet moulding compound*) dan BMC (*bulk moulding compound*). Proses ini berlangsung cukup cepat.

Proses cetakan ini menggunakan hydraulic sebagai penekannya. Fiber yang telah dicampur dengan resin dimasukkan ke dalam rongga cetakan, kemudian dilakukan penekanan dan pemanasan. Resin termoset khas yang digunakan dalam proses cetak tekan ini adalah poliester, vinil ester, epoxies, dan fenolat.

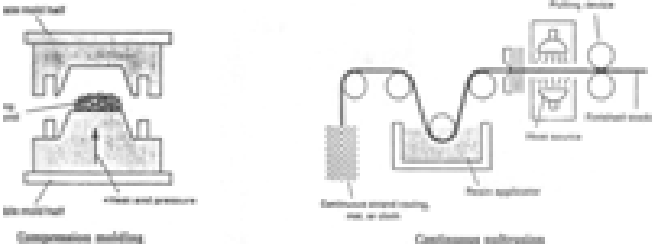
Aplikasi dari proses compression moulding ini adalah alat rumah, kontainer besar, alat listrik, untuk panel bodi kendaraan rekreasi seperti ponsel salju, kerangka sepeda dan jet ski.



Gambar 5.6. Compression Moulding

5.7. *Countinous Pultrusion*

Cara ini digunakan untuk membuat material berprofil antara lain profil T, H, U, persegi dan lingkaran. Prosesnya adalah sebagai berikut: Penarikan serat dari suatu jaring atau creel melalui bak resin, kemudian dilewatkan pada cetakan yang telah dipanaskan. Fungsi dari cetakan tersebut ialah mengontrol kandungan resin, melengkapi pengisian serat, dan mengerasakan bahan menjadi bentuk akhir setelah melewati cetakan. Aplikasi: Batang digunakan pada struktur atap, jembatan.



Gambar 5.7. Proses *compression moulding* dan *continuous pultrusion*

BAB VI

SERAT PURUN TIKUS SEBAGAI MATERIAL KOMPOSIT

Peran utama material komposit berpenguat serat adalah untuk memindahkan tegangan (*stress*) antara serat, memberikan ketahanan terhadap lingkungan yang merugikan dan menjaga permukaan serat dari efek mekanik dan kimia. Sementara kontribusi serat sebagian besar berpengaruh pada kekuatan tarik (*tensile strength*) bahan komposit.

Penelitian yang mengabungkan antara matrik dan serat harus memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi performa *Fiber-Matrik Composites* antara lain:

6.1 Faktor Serat

Serat adalah bahan pengisi matrik yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

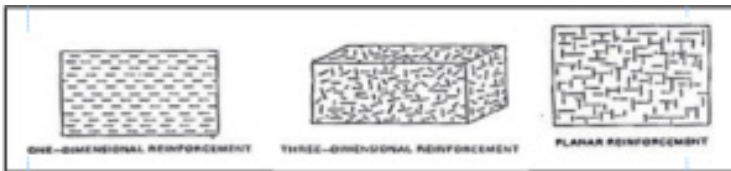
Pemakaian serat alam, seperti serat ijuk dan serat pisang sebagai pengganti serat buatan akan menurunkan biaya produksi. Hal ini dapat dicapai karena murah biaya yang diperlukan bagi pengolahan serat alam dibandingkan dengan serat buatan. Walaupun sifat-sifatnya kalah dari segi keunggulan dengan serat buatan, namun harus diingat bahwa serat alam lebih murah dalam hal biaya pengolahan dan sumber dayanya dapat terus diperbaharui.

6.2 Letak Serat

Dalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam matrik yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut. Menurut tata letak dan arah serat diklasifikasikan menjadi 3 bagian yaitu :

1. *One dimensional reinforcement*, mempunyai kekuatan dan modulus maksimum pada arah axis serat.
2. *Two dimensional reinforcement* (planar), mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.
3. *Three dimensional reinforcement*, mempunyai sifat *isotropic* kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya. Pada pencampuran

dan arah serat mempunyai beberapa keunggulan, jika orientasi serat semakin acak (random) maka sifat mekanik pada 1 arahnya akan melemah, bila arah tiap serat menyebar maka kekuatannya juga akan menyebar kesegala arah maka kekuatan akan meningkat.



Gambar 6.1 Orientasi serat

6.3 Panjang Serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit serat pada matrik sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Ada 2 penggunaan serat dalam campuran komposit yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat panjang

lebih kuat dibanding serat pendek. Serat alami jika dibandingkan dengan serat sintetis mempunyai panjang dan diameter yang tidak seragam pada setiap jenisnya.

Oleh karena itu panjang dan diameter sangat berpengaruh pada kekuatan maupun modulus komposit. Panjang serat berbanding diameter serat sering disebut dengan istilah aspect ratio. Bila aspect ratio makin besar maka makin besar pula kekuatan tarik serat pada komposit tersebut.

Serat panjang (*continuous fiber*) lebih efisien dalam peletakannya dari pada serat pendek. Akan tetapi, serat pendek lebih mudah peletakannya dibanding serat panjang. Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat.

Pada umumnya, serat panjang lebih mudah penanganannya jika dibandingkan dengan serat pendek.

Serat panjang pada keadaan normal dibentuk dengan proses *filament winding*, dimana pelapisan serat dengan matrik akan menghasilkan distribusi yang bagus dan orientasi yang menguntungkan.

Ditinjau dari teorinya, serat panjang dapat mengalirkan beban maupun tegangan dari titik tegangan ke arah serat yang lain. Pada struktur *continuous fiberyang* ideal, serat akan bebas tegangan atau mempunyai tegangan yang sama. Selama fabrikasi, beberapa serat akan menerima tegangan yang tinggi dan yang lain mungkin tidak terkena tegangan sehingga keadaan di atas tidak dapat tercapai.

Sedangkan komposit serat pendek, dengan orientasi yang benar, akan menghasilkan kekuatan yang lebih besar jika dibandingkan *continuous fiber*. Hal ini terjadi pada whisker, menurut Schwartz, 1984,

yang mempunyai keseragaman kekuatan tarik setinggi 1500 kips/in² (10,3 GPa). Komposit berserat pendek dapat diproduksi dengan cacat permukaan yang rendah sehingga kekuatannya dapat mencapai kekuatan teoritisnya.

Faktor yang mempengaruhi variasi panjang serat chopped fiber composites adalah critical length (panjang kritis). Menurut Schwartz, 1984, panjang kritis yaitu panjang minimum serat 16 pada suatu diameter serat yang dibutuhkan pada tegangan untuk mencapai tegangan saat patah yang tinggi.

6.4 Bentuk Serat

Bentuk Serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan

komposit yang lebih tinggi. Selain bentuknya kandungan seratnya juga mempengaruhi.

6.5 Faktor Matrik

Matrik dalam komposit berfungsi sebagai bahan mengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari perusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik, sehingga matrik dan serat saling berhubungan.

Pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matrik. Selain itu matrik juga harus mempunyai kecocokan secara kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya. Untuk memilih matrik harus diperhatikan sifat-sifatnya antara lain seperti tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk

dan tahan terhadap guncangan yang biasanya menjadi pertimbangan dalam pemilihan material matrik.

Komposit serat yang baik harus mampu untuk menyerap matrik yang memudahkan terjadinya antara dua fase. Selain itu komposit serat juga harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matrik berinteraksi dan pada akhirnya terjadi pendistribusian tegangan. Kemampuan ini harus dimiliki oleh matrik dan serat.

Hal yang mempengaruhi ikatan antara serat dan matrik adalah *void*, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matrik tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada cetakan. Bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan

komposit tersebut. Pada pengujian tarik komposit akan berakibat lolosnya serat dari matrik. Hal ini disebabkan karena kekuatan atau ikatan interfacial antara matrik dan serat yang kurang besar.

6.6 Purun Tikus dan Serat Alam Sebagai Material Papan Semen

Papan semen adalah papan tiruan yang menggunakan semen sebagai perekatnya sedangkan bahan bakunya dapat berupa partikel berligninoseelulosa. Seperti halnya dengan papan partikel maka bentuk partikel bisa berupa selumbar (flake), serutan (shaving), untai (strand), excelsior). Papan semen mempunyai sifat yang lebih baik dibanding papan partikel yaitu lebih tahan terhadap jamur, tahan air dan tahan panas. Papan semen juga lebih tahan terhadap serangan rayap dibanding bahan baku kayunya, sehingga papan

semen merupakan satu diantara bahan bangunan yang awet. Papan semen juga memiliki kelemahan dibanding papan tiruan lainnya, satu diantaranya adalah berat dan penggunaannya terbatas. Diperlukan waktu lama untuk papan semen mengeras sebelum mencapai kekuatan tetap.

Tabel 5.1 Standar Nasional Indonesia 03-2104-

1991

No	Sifat Fisik dan Mekanik	Persyaratan
1	Sifat Fisik Kadar Air (%) Kerapatan (g/cm^3) Pengkembangan Tebal (%)	Maksimum 14% Minimum 0,57 Maksimum 12%
2	Sifat Mekanik Keteguhan Patah (MoR) (kg/cm^2) Keteguhan Lentur	Minimal 17 kg/cm^2

Teknologi konstruksi ringan dapat dibuat berdasarkan teknologi papan semen (*cementboard*) yang memanfaatkan semen sebagai perekat dalam pembuatan papan komposit. Modifikasi papan semen

menjadi bahan konstruksi ringan memungkinkan untuk dikembangkan, mengingat bahan baku yang digunakan adalah berupa serat sekunder. Bahan konstruksi ringan ini diharapkan dapat menggantikan bahan konstruksi konvensional berupa pasir, batubata dan batu kali.

Serat dari purun tikus diharapkan dapat menggantikan peranan pasir dalam adonan material konstruksi. Papan semen yang dibuat dengan menggunakan serat daur ulang menjadi salah satu alternatif konstruksi yang layak untuk dipertimbangkan. Sementara hasil penelitian dengan memanfaatkan serat jerami untuk pembuatan papan semen yang kemudian disebut sebagai *fiber-cementboard*. Papan semen yang dibuat mempunyai sifat yang cukup baik, namun kelemahan dari penelitian ini adalah ketersediaan bahan baku yang sangat kurang untuk bisa diaplikasikan ke dalam industri.

Disamping itu penelitian dengan menggunakan bahan baku dari sludge primer industri pulp dan kertas didapatkan sifat fisik dan mekanis yang bagus. Namun, penelitian ini tidak membuat target kerapatan papan semen yang dibuat, sehingga kelemahan dari penelitian ini adalah papan yang dihasilkan mempunyai kerapatan yang berbeda-beda dan memiliki berat yang tinggi.

Katalis atau zat aditif yang sering digunakan dalam proses pengerasan papan semen dan berfungsi sebagai akselerator antara lain adalah CaCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, Na_2SiO_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan lain-lain. Akselerator berfungsi sebagai bahan yang dapat mempercepat penguapan air dari papan semen, sehingga proses pengerasan papan menjadi lebih cepat. Kalsium klorida (CaCl_2) merupakan katalis yang cukup baik jika digunakan dalam pengerasan

papan semen yang menggunakan bahan baku serbuk kayu.

Perbandingan antara partikel dan semen dalam pembuatan papan semen partikel adalah 1,00 ; 2,75. Berdasarkan perbandingan tersebut diketahui bahwa semen merupakan bagian dominan dari keseluruhan bahan yang digunakan dalam pembuatan papan semen partikel. Dilain pihak, harga semen lebih mahal dibandingkan dengan harga bahan baku lainnya yang diperlukan untuk produksi papan semen partikel. Sehingga biaya produksi papan semen partikel sebagian besar dipengaruhi oleh harga dari semen itu sendiri.

Agar biaya produksi papan semen partikel tidak terlalu tergantung pada harga semen, perlu diupayakan pengurangan penggunaan semen tanpa menurunkan kualitas papan semen partikel yang dibuat. Satu

diantara alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan mensubstitusi sebagian semen dengan campuran tanah liat-kapur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi semen dengan campuran tanah liat-kapur menghasilkan papan semen partikel yang semua sifat fisiknya memenuhi persyaratan JIS A 5417 (1992). Sedangkan sifat mekanis yang memenuhi persyaratan JIS A 5417 (1992) adalah MoR pada tingkat substitusi semen sampai dengan 40% dan MoE pada tingkat substitusi semen sampai dengan 20%.

Dalam pelaksanaan penelitiannya menggunakan CaCl_2 sebanyak 3% dari berat semen sebagai katalisator. Untuk memperbaiki sifat-sifat mekanis papan semen partikel hasil penelitiannya dirasa perlu melakukan penelitian lebih lanjut, dengan penggunaan katalisator

$MgCl_2$ guna mempercepat proses pengerasan semen. $MgCl_2$ sendiri merupakan katalisator yang lebih baik dibandingkan $CaCl_2$ dalam hal mempercepat pengerasan semen.

Penelitian tersebut bertujuan untuk mempelajari pengaruh substitusi semen dengan campuran tanah liat-kapur, serta $MgCl_2$ sebagai katalisator, terhadap sifat fisis dan mekanis dari papan semen partikel. Jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah yang memiliki kandungan liat tinggi (64% liat, 29% debu, dan 7% pasir). Bahan lain yang digunakan dalam pembuatan papan semen partikel adalah semen, partikel tipe flake yang terbuat dari kayu *Acacia Mangium Willd* yang ukurannya tertahan pada saringan 20 mesh, kapur tohor ($CaOH$) dan katalis $MgCl_2$.

Perbandingan antara tanah liat dengan kapur tohor adalah 100 : 7. Adonan papan semen partikel terdiri dari semen, air dan partikel kayu dengan perbandingan 2,2 : 1,1 : 1,0 dan ditambah dengan $MgCl_2$ sebagai katalisator sebanyak 3% dari berat semen. Taraf perlakuan (substitusi sebagian semen) dalam penelitian adalah 10%; 20%; 30%; 40% dan 50%.

Adonan dimasukkan kedalam cetakan berukuran 30 cm x 30 cm x 1,2 cm, lalu dikempa dingin dengan tekanan sebesar 30 kg/cm² selama 1 menit. Setelah pengempaan benda uji yang diklem dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu 60°C. Selanjutnya klem dilepas dan benda uji ditempatkan dalam ruangan berkelembaban udara ± 80% selama 2-3 minggu.

Kemudian benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 10 jam. Tahap akhir, benda uji yang

sudah terbentuk menjadi panil ditempatkan dalam ruang conditioning berkelembaban relatif $\pm 80\%$ selama lebih kurang satu minggu. Data hasil penelitian dianalisa menggunakan rancangan pola acak lengkap dan Duncan Multiple Range Test (DMRT), untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap sifat-sifat papan semen partikel.

Sifat-sifat papan semen partikel yang diuji terdiri dari kadar air, kerapatan, pengembangan linier dan tebal, daya serap air, modulus patah dan elastisitas, keteguhan internal dan kuat pegang sekrup. Selain sifat-sifat tersebut, dilakukan juga pengukuran suhu pengerasan semen untuk berbagai taraf perlakuan dalam penelitian.

Pembuatan contoh benda uji dan pengujian sifat-sifat papan semen partikel mengacu pada JIS A 5908 (1994). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu hidrasi

cenderung menurun seiring dengan bertambahnya semen tersubstitusi. Suhu hidrasi tertinggi (61°C) dicapai dalam waktu 5 jam dihasilkan oleh semen yang ditambah dengan MgCl_2 , sedangkan tingkat semen tersubstitusi sampai dengan 50% menghasilkan suhu hidrasi terendah (41°C) dicapai dalam waktu 5 jam.

Suhu hidrasi semen pada berbagai taraf perlakuan termasuk kedalam kriteria baik (suhu hidrasi maksimum $\sim 41^{\circ}\text{C}$, sesuai dengan klasifikasi LPHH-Bogor. Hasil analisa data penelitian menunjukkan bahwa kerapatan dan kadar air papan semen cenderung menurun seiring dengan meningkatnya semen tersubstitusi. Nilai pengembangan tebal dan linier meningkat dengan bertambahnya semen tersubstitusi.

Walaupun peningkatan semen tersubstitusi berpengaruh nyata terhadap daya serap air oleh panil

papan semen setelah direndam dalam air dingin selama 2 jam, akan tetapi semen tersubstitusi sampai dengan 20% pengaruhnya tidak berbeda nyata. Selanjutnya pengaruh semen tersubstitusi sampai dengan 40% terhadap daya serap air oleh panil papan semen setelah perendaman dalam air dingin selama 24 jam juga tidak berbeda nyata.

Semen tersubstitusi sebanyak 10% menghasilkan nilai internal bonding tertinggi (2,488 kg/cm²). Sedangkan nilai MOE, MOR dan kuat pegang sekrup tertinggi dihasilkan pada tingkat semen tersubstitusi sebanyak 30% masing-masing dengan nilai 34168,21 kg/cm² , 93,675 kg/cm² dan 39 kg.

Dibandingkan dengan JIS A 5417 (1992), semua nilai sifat fisis panil papan semen hasil penelitian memenuhi persyaratan pada seluruh taraf perlakuan,

sedangkan sifat mekanis (MoE dan MoR) hanya sampai dengan tingkat substitusi 40% memenuhi persyaratan. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mempelajari pengaruh variasi kadar $MgCl_2$ terhadap suhu hidrasi semen dan sifat-sifat papan semen partikel pada setiap perlakuan semen tersubstitusi.

Papan semen partikel merupakan salah satu produk panil kayu yang berpotensi untuk dikembangkan. Papan semen partikel adalah papan tiruan yang terbuat dari campuran partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya, semen dan bahan tambahan serta diberi perlakuan kempa dingin. Papan semen ini memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan produk biokomposit lainnya, antara lain: tahan terhadap serangan jamur, serangga dan api, serta memiliki stabilitas dimensi yang tinggi.

Penelitian yang telah dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kualitas papan semen partikel serta mempelajari pengaruh substitusi semen dengan gypsum terhadap sifat fisis dan mekanisnya. Bahan yang digunakan adalah *Acacia mangium* Willd, semen Portland tipe I merk Tiga Roda dan Gypsum. Adonan pembuatan papan semen partikel terdiri dari semen, air dan partikel dengan perbandingan 2,5 : 1,25 : 1,0. Taraf substitusi sebagian semen adalah 10%-50%.

Suhu hidrasi terjadi akibat reaksi eksotermik antara semen dan air. Nilainya merupakan salah satu indikator kesesuaian kayu sebagai bahan baku papan semen partikel. Suhu dan waktu hidrasi dipengaruhi oleh zat ekstraktif, sehingga zat ekstraktif dapat menghambat pengerasan semen.

Pengaruh substitusi gypsum terhadap sifat fisis dan sifat mekanis papan semen partikel dianalisa menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dan dilanjutkan dengan uji Duncan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu hidrasi semakin naik dengan meningkatnya taraf semen tersubstitusi. Tingkat semen tersubstitusi 40% dan 50% menghasilkan suhu hidrasi yang tergolong baik (suhu hidrasi $> 40^{\circ}\text{C}$), sedangkan untuk tingkat semen tersubstitusi 0% sampai 30% menghasilkan suhu hidrasi yang tergolong sedang (suhu $> 36^{\circ}\text{C}$) berdasarkan penggolongan oleh LPHH (Lembaga Penelitian Hasil Hutan) Bogor.

Nilai rata-rata kerapatan papan yaitu 1,03 gr/cm³ lebih kecil dari yang ditargetkan yaitu 1,2 gr/cm³. Berdasarkan standar JIS A5417 (1992) dan Bison (1975)

kerapatan papan semen partikel yaitu $1,2 \text{ gr/cm}^3$, maka untuk semua sifat fisis dan sifat mekanis yang diuji tidak bisa dibandingkan dengan standar JIS A 5417 (1992) dan Bison (1975).

Pengujian terhadap sifat fisis menunjukkan bahwa persentase kadar air, pengembangan linear, pengembangan tebal, dan daya serap air semakin meningkat dengan bertambahnya semen tersubstitusi. Nilai kerapatan dan pengembangan linear tidak berpengaruh dengan perlakuan substitusi semen sampai dengan taraf 50%. Sifat mekanis papan semen partikel semakin menurun dengan meningkatnya taraf semen tersubstitusi sampai 50%.

Berdasarkan uji lanjut Duncan dapat diketahui bahwa perlakuan optimum untuk menghasilkan perlakuan yang

tidak berbeda nyata dengan kontrol yaitu perlakuan dengan penambahan gypsum 10%.

Pengembangan papan semen di Indonesia sangat potensial karena produk tersebut dapat dibuat dengan memanfaatkan kayu dan bukan kayu. Kelebihan ini didukung oleh besarnya kapasitas produksi semen di Indonesia yang mencapai 60 juta ton pada tahun 2012 dan diproyeksikan terus meningkat menjadi 75 juta ton pada tahun 2015 (Kementerian Pekerjaan Umum, 2013). Berdasarkan keunggulan komparatif tersebut, pengembangan papan semen perlu lebih diarahkan pada pemanfaatan bahan baku bukan kayu seperti halnya bambu.

Untuk memaksimalkan nilai tambah bambu, sangat penting untuk mengembangkan pemanfaatan bambu untuk tujuan lain dengan nilai ekonomi yang lebih tinggi,

misalnya pemanfaatan bambu sebagai bahan baku papan semen. Papan semen memiliki potensi nilai ekonomi yang lebih tinggi karena dapat dimanfaatkan untuk tujuan penggunaan jangka panjang seperti dinding, lantai, langit-langit, serta dapat pula digunakan sebagai komponen eksterior karena tahan kelembaban yang tinggi.

Penelitian yang dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis sifat fisik dan mekanis papan semen berbahan baku bambu yang berasal dari kelompok umur yang bervariasi. Bahan utama yang digunakan adalah 2 jenis bambu yaitu bambu ater dan bambu betung. Bambu yang digunakan terdiri atas 4 kelompok yaitu bambu muda (umur 1-2 tahun), bambu dewasa (umur 3-4 tahun), bambu tua (umur > 4 tahun), serta bambu bekas pakai yang merupakan bekas penggunaan sebagai

scaffolding. Target kerapatan papan yang dibuat adalah $0,9 \text{ g/cm}^3$. Rasio semen dan bambu yang digunakan dalam pembuatan papan semen adalah 1,5:1.

Selain itu digunakan pula bahan tambahan berupa CaCl_2 sebesar 2% berdasarkan berat semen. Dalam pembuatan papan semen ini, serpih bambu segar dikonversi menjadi partikel dengan menggunakan hammer mill dan selanjutnya dikondisikan sampai mencapai kadar air pada kisaran 30-50 %.

Partikel bambu kemudian disemprot dengan air dan CaCl_2 lalu dicampur dengan semen. Campuran tersebut kemudian dibentuk menjadi lembaran lalu dikempa dingin dan diklem selama 24 jam (*setting process*). Setelah proses *setting*, klem dilepaskan dan papan dikeluarkan dari plat press. Papan lalu dikondisikan pada kondisi ruangan selama 4 minggu untuk proses curing. Setelah

proses curing, masing-masing papan dipotong menjadi contoh uji dengan merujuk pada Japanese Industrial Standard (JIS) A 5908-2003 (JSA, 2003b).

Papan semen yang dibuat dari bambu ater memiliki stabilitas dimensi yang lebih rendah dibandingkan dengan bambu betung pada kelompok umur muda yang ditunjukkan oleh tingginya pengembangan tebal pada papan tersebut. Pengembangan tebal papan semen dari bambu ater cenderung turun seiring dengan peningkatan umur bambu yang diindikasikan oleh lebih rendahnya pengembangan tebal pada papan semen dari kelompok umur bambu dewasa dan bambu tua.

Sebaliknya, pengembangan tebal papan semen dari bambu betung cenderung meningkat pada saat umur bambu bertambah. Meskipun demikian, secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa papan semen

dari bambu betung memiliki stabilitas dimensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan papan semen dari bambu ater. Hal menarik lainnya dalam parameter pengembangan tebal ini adalah tingginya stabilitas dimensi papan semen dari bambu ater bekas. Bambu bekas telah ditebang selama beberapa bulan sehingga cukup kering. Tampaknya, proses *hysteresis* akibat mengeringnya bambu selama penggunaan membuat bambu ini tidak dapat menyerap air dalam jumlah yang banyak. Hal ini tampaknya berimplikasi terhadap pengembangan tebal papan semen yang lebih rendah.

Bambu dewasa memiliki keteguhan patah paling rendah dibandingkan kedua kelompok umur lainnya, sementara bambu muda dan bambu tua memiliki nilai keteguhan patah yang relatif sama. Hal ini kemungkinan disebabkan tingginya kadar pati pada tahapan umur

dewasa tersebut dibandingkan kedua kelompok umur lainnya. Kadar pati yang tinggi ini dapat menjadi faktor penghambat proses pengerasan semen.

Pada parameter modulus elastisitas (MoE), terdapat kecenderungan penurunan nilai MoE seiring dengan peningkatan umur bambu. Hal ini berarti bahwa kekakuan papan semen akan lebih rendah apabila bambu yang digunakan sebagai bahan baku adalah bambu yang berumur tua. Oleh karena itu direkomendasikan agar bambu yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan papan semen adalah bambu berumur muda.

Nilai keteguhan patah papan semen yang terbuat dari bambu ater relatif setara dengan papan semen dari bambu betung. Akan tetapi, kekakuan papan semen dari bambu ater cenderung lebih rendah dibandingkan dengan papan semen dari bambu betung. Data tersebut

mengindikasikan bahwa bambu betung memiliki MoE yang lebih baik dibandingkan dengan bambu ater.

Parameter keteguhan rekat menunjukkan bahwa keteguhan rekat papan semen memiliki kecenderungan yang sama dengan MoE-nya, di mana nilai keteguhan rekatnya cenderung menurun seiring dengan penambahan usia bambu. Bambu betung memiliki nilai keteguhan rekat yang lebih tinggi dibandingkan dengan bambu ater pada papan semen yang terbuat dari bambu berumur muda. Akan tetapi keteguhan rekat papan semen dari bambu ater cenderung lebih rendah dibandingkan dengan papan semen dari bambu betung pada bambu berumur dewasa, sementara pada umur tua, keteguhan rekat relatif setara. Keteguhan rekat papan semen dari bambu betung menurun secara drastis dari bambu berumur muda ke bambu berumur

dewasa maupun tua, sementara pada papan semen dari bambu ater, keteguhan rekatnya relatif setara antara papan semen dari bambu berumur muda dengan bambu dewasa. Untuk bambu ater, keteguhan rekatnya menurun secara drastis dari bambu dewasa ke bambu yang berumur tua.

Stabilitas dimensi dan keteguhan patah papan semen dari bambu bekas pakai cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan papan semen dari bambu segar, sementara MoE-nya cenderung lebih rendah. Stabilitas dimensi dan keteguhan patah yang tinggi pada bambu bekas pakai disebabkan oleh penurunan kadar pati pada saat bambu digunakan atau telah ditebang dalam jangka waktu yang lama (Moslemi, 1989). Bambu yang digunakan sebagai scaffolding biasanya digunakan dua sampai tiga kali sebelum dibuang.

Dalam penelitian dipakai bambu bekas dari scaffolding yang telah digunakan dua kali. Hal ini mengindikasikan bahwa bambu tersebut telah dipanen beberapa bulan sebelumnya.

Secara umum, papan semen yang terbuat dari bambu bekas memiliki karakteristik yang setara dengan papan semen yang terbuat dari bambu segar. Dengan demikian, penggunaan bambu bekas sebagai bahan baku pembuatan papan semen sangat memungkinkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardianor, Buchar T, Handayani T, Wulandari L, Aunurafik, Liwat Y, Najamudin A, Gumiri S. 2007. Ambul: A traditional farming system on open water in Kalimantan. *Proceeding of International Workshop on: Human Dimension of Tropical Peatland Under Global Environmental Changes*. December 8-9. Bogor Indonesia.
- Aribawa. 2001. Biomasa Purun Tikus Sebagai Penyuplai Unsur Hara Tanaman Dan Tanah. Laporan Penelitian Tumbuhan Air Purun Tikus. [http:// goo.id](http://goo.id) [online] (Verified 22 Maret 2012)

Arisandi. 2006. *Hasil Analisis Tumbuhan Air*. Gramedia Pustaka. Jakarta.

Asikin, S. dan M. Thamrin. 2011. Penggerek batang padi putih dan pengendaliannya di lahan pasang surut. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Perhimpunan Entomologi Indonesia, Universitas Padjadjaran, Bandung, 16–17 Februari 2011.

Asikin, S. 2009. Biomassa Purun Tikus (*Eleocharis dulcis* Trin.) pada Tiga Titik Sampling di Desa Puntik Kecamatan Alalak Kabupaten Barito Kuala. *Bioscientiae* Vol. 16 No 1 Edisi Januari 2009. <http://unlam.ac.id/bioscientiae>. [online] (Verified 29 Februari 2012)

- Asikin, S., M. Thamrin, dan A. Budiman. 2001. Purun tikus *Eleocharis dulcis* (Burm. F.) Henschell sebagai agensia pengendali hama penggerek batang padi putih dan konservasi musuh alami di lahan rawa pasang surut. *Prosiding Simposium Keanekaragaman Hayati dan Sistem Produksi Pertanian*, Cipayung, 16–18 November 2000. Perhimpunan Entomologi Indonesia, Bogor.
- Astuti, Dian Tri. 2008. Kemampuan Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) Menyerap Logam Berat Timbal (Pb) Yang Ditanam Pada Media Limbah Cair Kelapa Sawit. Skripsi. FMIPA Unlam. Banjarbaru
- Azizah, N. 2009. Kontaminasi Merkuri (Hg) pada Purun Tikus yang Tumbuh di Tanah Sulfat Masam Kecamatan Alalak Kabupaten Barito Kuala. Skripsi.

Program Studi Biologi FMIPA Universitas Lambung
Mangkurat, Banjarbaru.

Boeman, R. G. and Johnson, N. L. 2002. Development of a Cost Competitive, Composite Intensive, Body-in-white. *Journal SAE. No. 2002-01-1905.*

Brecht, J.K. 1998. *Waterchesnut*. Horticultural Sciences Department University of Florida. <http://www.hortisci.org>

Collier, AM et al, (1968), *Handbook of Textiles*, Lewis Publisher Ltd, Brighton, UK

Cripwell, J.B, 1992, Pulveriszed – Fuel Ash : Understanding The Material, National Seminar The use of PFA in construction, Concrete Technology Unit, Department of Civil Eengineering, University of Dundee.

Dewi, T., N. Sutrisno, dan Mulyadi. 2009. Potensi tanaman biofilter dari lahan rawa sebagai tanaman hiperakumulator pada tanah tercemar kadmium (Cd). *Dalam* A. Suprio, M. Noor, I. Ar-Riza, dan K. Anwar (Ed). Seminar Nasional Pengembangan Lahan Rawa, Banjarbaru, 5 Agustus 2008, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian dengan Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Kalimantan Selatan.

Golbabaie, M., 2006. *Applications of biocomposites in building industry*. Department of Plant Agriculture University of Guelph.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Nanomaterials>

Indrayati, L. 2011. Purun tikus berpotensi perbaiki kualitas air di rawa pasang surut. Dalam Inovasi Sumber Daya Lahan Dukung Swasembada Pangan. Sinar Tani No. 3400 Tahun XLI, Edisi 6–12 April 2011.

Inoue, A. 2003. Frontiers in bulk mettalic glassy and nano structured alloys chalengges as we approach 2010. http://www.liquidmetalgolf.com/adv_board/

Jumberi, A., M. Sarwani dan Koesrini. 2004. Komponen Teknologi Pengelolaan Lahan dan Tanaman Untuk Meningkatkan Produktivitas dan Efisiensi Produksi di Lahan Sulfat Masam dalam Alihamsyah, T dan Izzuddin, N. Laporan Tahunan Penelitian Pertanian Lahan Rawa Tahun 2003. Balai Penelitian Pertanian Lahan rawa. Banjarbaru. hal 9-14.

- Jumberi, S. 2004. Perairan sebagai Lahan Bantu dalam Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa Lebak. *Jurnal Hidrosfir Indonesia* ISSN 1907-1043 Vol 5 No 3 Edisi Desember 2010. <http://ejurnal.bppt.go.id/> [online] (Verified 5 Maret 2012).
- Kaw, Autar. K. 2005. *Mechanics of composite materials*. Second edition. Informa. Taylor & Francis Group.
- Lee, Stuart M. 2005. *Handbook of composite Reinforcements*. John Wiley and Sons.
- Mackinnon, K., M. Gt. Hatta, H. Halim, dan A. Mangalik, 2000. *Ekologi Kalimantan*. (Alih bahasa oleh G. Tjitrosoepomo, S.N. Kartikasari, Agus Widyanto). Prenhallindo. Jakarta.

- Noor, M. 2004. *Lahan Rawa Sifat dan Pengelolaan Tanah Bermasalah Sulfat Masam*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Peijs, T. 2002. Composites turn green. *Journal e Polymers* 2002 no. T_002. Queen Mary, University of London. Department of Materials. Mile End Road. London E14NS, UK.
- Prawirohatmodjo, S., 1977. *Kimia Kayu*. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rahadi. 2007. Penelitian Penyebaran jenis tumbuhan purun Barito kuala Kalsel
- Rowell, R.M., Han, J.S., Rowell, J.S., 2000. Characterization and factors effecting fiber properties, *Natural Polymers and Agrofibers*

Composites, Emrapa Instrumentacao Agropecuaria
115-134, Brasil.

Suriadikarta, D.A. dan A. Abdurachman. 2000.
Penggunaan tanaman purun tikus prumpung
(*Phragmites karka* Trin) dalam upaya
menanggulangi limbah reklamasi tanah sulfat
masam alami. *Prosiding Budidaya Pertanian*. Balai
Penelitian Tanah.

Smallman, R.E., Bishop R.J. 2000. Metalurgi fisik
modern dan rekayasa material. Penerbit Erlangga.

Vlack, L. H. Van. 2004. Elemen-elemen ilmu dan
rekayasa material. Penerbit Erlangga. Ed.6.

Vlack, L. H. Van. 1995. Ilmu dan Teknologi Bahan
(Ilmu Logam dan Bukan Logam). Ed. 5. Erlangga,
Jakarta.

- Wang, B., Panigrahi, S., Tabil, L., Crerar, W.J., Powell, T., Kolybaba, M., and Sokhansanj, S. 2003. Flax Fiber-Reinforced Thermoplastic Composites. *Journal The Society for Eng. In Agricultural, Food, and Biological Systems*, Dep. Of Agricultural and Bioresource Eng. Univ. of Saskatchewan., Canada.
- Wardhana, H. et all. 2015. Chemical, Physical, and Mechanical Features of Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) Fiber.
- Wardiono. 2007. *Eleocharis dulcis* (burm. F.) triniusex henschel. <http://www.kehati.or.id/prohati/browser.php?docsid=478>. Diakses tanggal 3 Desember 2019.
- Wiryawan S.P,Agt.Wajono.2008.Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Pada Kuat Tarik Campuran Semen-Pasir

dan Kemungkinan Aplikasinya, *Jurnal Teknik Sipil*.

Volume **8** No. 2, Pebruari 2008 : 159 – 169

Yuwono, S., 1994, Penelitian Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Dan Serabut Kelapa Pada Bahan Bangunan Genteng Dan Panel Limbah PDAM. *Jurnal Penelitian Permukiman* Vol **10-6/1994**, Puslitbangkim, Bandung.

SERAT
PURUN TIKUS
Eleocharis dulcis *Sebagai*
MATERIAL KOMPOSIT



Lambung Mangkurat University Press
Pusat Pengelolaan Jurnal dan Penerbitan ULM
Lantai 2 Gedung Perpustakaan Pusat ULM
Jl. Hasan Basri, Kayutangi, Banjarmasin, 70123
Telp/Fax. 0511-3305195