

Potensi Serat Alam Tanaman Indonesia Sebagai Bahan Fiber Reinforced Composite Kedokteran Gigi

Dendy Murdiyanto

Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang berada di daerah tropis sehingga keanekaragaman hayati yang dimiliki sangat banyak. Potensi hayati berupa tanaman penghasil serat sangat mudah di jumpai di negeri ini serta sudah banyak bidang industri yang memakainya terutama tekstil sebagai bahan pembuatan kain. Beberapa bahan baku alam untuk industri tekstil Indonesia yaitu kapas, kapuk, rami, rosella, pisang dan nanas. Bidang kedokteran gigi juga membutuhkan bahan serat sebagai penyusun *fiber reinforced composite* (FRC) pada pembuatan gigi tiruan, *splinting*, pasak, tumpatan restorasi dan *retainer*. Bahan serat yang digunakan pada bidang kedokteran gigi merupakan bahan tiruan produksi pabrik diimpor dari negara lain dan terkadang proses pembuatannya tidak ramah lingkungan. Beberapa negara mulai mencanangkan program *go green* sebagai wujud kepedulian terhadap kelestarian lingkungan. Kajian mengenai komposisi, kekuatan dan kesesuaian bahan serat alam Indonesia masih dikembangkan sebagai dasar penemuan potensi bahan serat alam untuk FRC di bidang kedokteran gigi. Penelitian bahan serat alam yang melimpah di negeri ini perlu dilakukan untuk mencari bahan serat yang bisa digunakan pada perawatan kedokteran gigi, harganya lebih murah, tahan lama dan ramah lingkungan.

Kata kunci : serat alam, FRC

Korespondensi:

Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Muhammadiyah
Surakarta
dendymurdiyanto@ums.ac.id

Abstract

Indonesia is a country in tropic area so there are many variatif natural materials. The potency of natural material is a plant which produce fiber for textile industry. The raw textile material in Indonesia are cotton, kapok, rami, rosella, banana and pineapple. Dental treatment use fiber for fiber reinforced composite (FRC) to make denture, dental splinting, post, restoration and retainer. Fiber dental material is a synthetic material imported from other country, some of them doesn't environment friendly. Many country concern of go green program to save the earth. Fiber reseach must do to find composition, strength, and suitable for dental appliance. Study for the new fiber will done in order to make cheap fiber, last longer and biodegradable material.

Key word : *natural fiber, FRC*

Pendahuluan

Indonesia memiliki sumber daya alam hayati yang tersebar di seluruh Nusantara. Selama ini hasil alam yang dapat diperbaharui berupa tanaman belum sepenuhnya dimanfaatkan. Salah satu manfaat hasil dari tanaman yaitu dapat menghasilkan serat. Tanaman di Indonesia yang dapat menghasilkan serat diantaranya kapas, kapuk, rami, rosella, pisang dan nanas. Hasil pertanian pisang dan nanas menduduki peringkat 3 besar pada tahun 2014 (tabel 1). Produksi kapas Indonesia tahun 2013-2015 mencapai rata-rata 1.200 ton, rami 1.023 ton, pisang 6,8 juta ton dan nanas 1,8 juta ton setiap tahunnya.¹

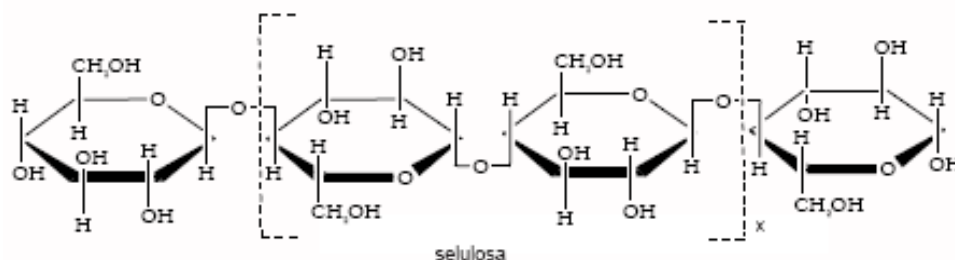
Serat adalah suatu jenis bahan berupa komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh, zat yang panjang, tipis dan mudah dibengkokkan. Serat dapat

digolongkan menjadi dua jenis yaitu serat alam dan serat sintetis. Serat alam terdiri dari serat tanaman, hewan dan mineral. Serat tanaman berasal dari batang (contoh : rosella, pisang dan rami), buah (contoh: kelapa), daun (contoh : nanas) dan biji (contoh : kapas dan kapuk). Serat hewan umumnya tersusun atas protein sebagai contoh adalah sutera dan bulu domba (wol). Serat mineral diperoleh dari bahan tambang dari perut bumi contohnya asbestos. Serat sintesis merupakan hasil pengolahan bahan-bahan kimia yang dilakukan di pabrik.²

Perawatan di kedokteran gigi sudah menggunakan material komposit yang diperkuat serat atau *fiber reinforced composite* (FRC) sebagai bahan penyusun alat-alat perawatan tertentu. Penggunaan FRC di kedokteran gigi antara lain pada gigi tiruan cekat, restorasi *onlay*, *splinting* gigi goyah, pasak gigi dan *space maintainer*.

Tabel 1. Hasil buah dan jumlah pohon di Indonesia tahun 2014. ¹

No	Komoditi	Produksi (Ton)	Pohon	Prosentase (%)
1	Pisang	6.862.558	100.600.207	34,65
2	Mangga	2.431.330	26.805.269	12,28
3	Nenas	1.835.483	390.419.010	9,27
4	Jeruk siam	1.785.256	20.439.030	9,01
5	Salak	1.118.953	57.150.984	5,65



Gambar 1. Rumus Kimia Selulosa

Tujuan FRC pada perawatan di kedokteran gigi yaitu untuk mendapatkan kekuatan yang lebih baik jika dibandingkan hanya komposit saja. Serat untuk perawatan kedokteran gigi di Indonesia masih jarang dijumpai dan harganya relative mahal. Namun demikian di Indonesia tersedia banyak sumber serat alam tanaman dengan harga terjangkau yang digunakan di bidang tehnik, otomotif, tekstil dan bahan baku kerajinan.³

Komposit berbahan baku serat alam terus diteliti dan dikembangkan karena sifat dari serat yang kuat dan ringan. Pengembangan tanaman yang menghasilkan serat alam sebagai bahan pembuat komposit sesuai dengan anjuran FAO kepada dunia industri dengan adanya deklarasi pada *International Year of Natural Fibres* yang menganjurkan agar mulai tahun 2009 sudah menggunakan bahan baku yang ramah lingkungan dan mudah terdegradasi.⁴

Serat yang berasal dari tanaman diambil dari daun, batang, buah dan biji. Serat tanaman pada umumnya tersusun atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Bentuk geometri dari serat terutama panjangnya sangat tergantung dari bagian tanaman yang diambil (gambar 1). Serat yang panjang biasanya diambil dari daun dan batang sedangkan pada buah biasanya hanya pendek-pendek. Selulosa merupakan suatu senyawa karbohidrat yang dapat ditemukan secara melimpah di alam ini. Selulosa terdapat di dalam dinding sel tumbuhan. Selulosa tersusun atas unit-unit glukosa yang berasal dari proses fotosintesis tumbuhan.⁵

TELAAH PUSTAKA

Serat Alam di Indonesia

Serat Kapas

Kapas adalah jenis tanaman tahunan pada daerah subtropis, di Indonesia banyak dijumpai di Asembagus, Banten, Bima, Bogor, Cirebon, Pati, Pekalongan, Priangan, Kediri, Lombok dan Semarang. Diperkirakan bahwa kapas sudah dipakai sebagai pengganti bahan tekstil sekitar tahun 2000-5000 SM. Pemakaian kapas meningkat setelah terjadi revolusi industri, yaitu mulai ditemukannya mesin-mesin antara lain adalah mesin pemisah biji kapas (cotton gin). Kemudian kapas menempati tempat pertama dalam urutan sebagai bahan pakaian. Serat kapas dihasilkan dari rambut biji tanaman yang termasuk dalam jenis *Gossypium*, yaitu *Gossypium arboretum*, *Gossypium herbarium*, *Gossypium barbadense*, *Gossypium hirsutum*. Berdasarkan panjang dan kehalusan serat, kapas yang diperdagangkan dalam tiga kelompok, yaitu kapas serat panjang adalah serat kapas dengan panjang 1,5 inci, medium serat kapas dengan panjang 0,5-1,3 inci dan pendek serat kapas dengan panjang 0,3-1 inci.⁶

Komposisi serat kapas :

Selulosa	94%
Protein	1,3%
Pektat	1,2%
Lilin	0,6%
Abu	1,2%
Pigmen zat lain	1,7%

Sifat kapas :

- Mulur kapas rata-rata 7%
- Moisture regain 8,5
- Berat jenis 1,50-1,56 indeks bias kapas 1,53
- Suhu 140°C pemanasan yang lama akan menguning

Serat Kapuk

Kapuk adalah serat biji yang diperoleh dari buah pohon kapuk (*Ceiba petandra*). Tanaman kapuk ditanam Indonesia terutama di Aceh, Jambi, Pasuruhan dan Pati. Bentuk penampang melintang serat kapuk bulat lonjong dengan lumen yang lebar dan dindingnya sangat tipis. Bentuk membujur serat kapuk seperti silinder yang meruncing ke arah ujungnya.⁷

Komposisi kapuk terdiri dari selulosa 64% dan komponen-komponen yang lain terutama adalah lignin dan pantosa (hemi selulosa). Karena serat kapuk bersifat rapuh dan tidak elastis, maka serat ini tidak dapat dipintal dan tidak dapat dipergunakan sebagai bahan pakaian. Sifat mengambang yang sangat besar menyebabkan kapuk sangat baik untuk digunakan sebagai pengisi pelampung penyelamat, dan bantal kasur. Disamping itu biji kapuk dapat diperas untuk diambil minyaknya untuk membuat sabun, sedangkan sisa pemerasnya (bungkil) dapat dipergunakan untuk pupuk dan makanan tenak.⁷

Sifat kapuk :

- Mudah terbakar
- Dinding tipis
- Serat rapuh, tipis, lembut

Serat Rami

Serat yang diperoleh dari batang tanaman *Boehmeria nivea*, sejarah awal diketahui dari beberapa pembungkus mumi dari tahun 5000–3300 SM sudah menggunakan serat rami. Daerah penghasil rami di Indonesia yaitu Wonosobo, Lahat, Pagar Alam, Muara Enim, Musi Rawas, Rejang Lebong, Way Kanan dan Toba Samosir. Pohon rami mempunyai batang yang tinggi, kecil dan lurus dengan tinggi batang 1,5-2,5 meter

dan diameter 1,25-2 mm. Rami merupakan tanaman yang berumur panjang.⁸

Komposisi serat rami adalah :

Selulosa	75%
Hemi selulosa	16%
Pectin	2%
Lignin	0,7%
Zat-zat yang larut dalam air.....	6%
Lilin dan lemak	0,3%

Serat rami berwarna sangat putih, berkilau dan tidak berubah warnanya karena sinar matahari. Serat rami tahan terhadap bakteri dan jamur. Kekuatan seratnya lebih tinggi dibandingkan dengan serat alam lainnya yaitu 3-9gr/denier. Mulurnya 3-4%. Serat rami bersifat getas karenanya dalam bentuk kain mudah sobek, dan serat ini tidak mudah mengkeret. Serat rami digunakan sebagai jala, kanvas, tali temali.⁸

Rosela (Java Yute)

Serat yang diperoleh dari tanaman *Hibiscus sabdariffa*. Terutama ditanam di Indonesia di daerah Kulonprogo, Sleman, Semarang, Pati, Klaten dan Jepara. Serat Rosela yang baik warnanya krem sampai putih dan berkilau dengan kekuatan yang cukup baik. Serat Rosela banyak dipakai sebagai bahan pembuat kanvas, benang permadani, kain pelapis kursi. Bentuk tanaman rosella sama seperti kenaf. Batang dan daunnya berwarna hijau tua sampai kemerahan dan bunganya putih krem sampai kuning. Serat rosella berwarna krem sampai putih perak, berkilau dengan kekuatan yang cukup baik. Kekuatanya serat ini lebih rendah daripada serat jute.⁹

Serat Pelepah pisang

Serat yang diperoleh dari batang atau pelepah pisang *Musa paradisiaca*. Biasanya dipilih pisang batu yang mempunyai kekuatan tinggi dan kilau warna yang baik, panjang serat sampai 2 meter, proses pengerjaannya manual dan setelah ditenun bisa dibuat baju, selendang, tas, tempat vas, sandal dan lain sebagainya. Sifat mekanik dari serat batang pisang mempunyai densitas 1,35

g/cm³, kandungan selulosanya 63-64%, hemiselulosa (20%), kandungan lignin 5%, kekuatan tarik rata-rata 600 MPa, modulus tarik rata-rata 17,85 GPa dan pertambahan panjang 3,36 %. Diameter serat batang pisang adalah 5,8 µm, sedangkan panjang seratnya sekitar 30,92-40,92 cm.¹⁰

Serat Nenas

Serat daun nanas (*pineapple-leaf fibres*) adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan dan diperoleh dari daun-daun tanaman nanas. Tanaman nanas yang juga mempunyai nama latin *Ananas Cosmosus*, (termasuk dalam *family Bromeliaceae*) merupakan tanaman semusim. Bentuk daun nanas menyerupai pedang yang meruncing diujungnya dengan warna hijau kehitaman dan pada tepi daun terdapat duri. Tergantung dari spesies atau varietas tanaman, panjang daun nanas berkisar antara 55 sampai 75 cm dengan lebar 3,1 sampai 5,3 cm dan tebal daun antara 0,18 sampai 0,27 cm. Disamping spesies atau varietas nanas, jarak tanam dan intensitas sinar matahari akan mempengaruhi terhadap pertumbuhan panjang daun dan sifat dari serat yang dihasilkan. Intensitas sinar matahari yang tidak terlalu banyak (sebagian terlindung) pada umumnya akan menghasilkan serat yang kuat, halus dan mirip sutera. Terdapat lebih dari 50 varietas tanaman nanas di dunia, beberapa varietas tanaman nanas yang telah dibudidayakan di Indonesia antara lain Cayenne, Spanish/Spainol, Abacaxi dan Queen. Tabel 2.2 memperlihatkan sifat fisik beberapa jenis varietas nanas yang sudah banyak dikembangkan.¹¹

Serat daun nanas mengandung selulosa 69,5 - 71,5 %, pentosan 17 - 17,8 %, lignin 4,4 - 4,7 %, pektin 1 - 1,2%, lemak dan wax 3 - 3,3 %. Kandungan selulosa yang tinggi pada serat daun nanas tersebut menyebabkan ikatan rantai geopolimer semakin meningkat sehingga kekuatan geopolimer meningkat.¹¹

Berdasarkan pengamatan dengan mikroskop, sel-sel dalam serat daun nanas mempunyai ukuran diameter rata-rata berkisar 10mm dan panjang rata-rata 4,5mm

dengan rasio perbandingan antara panjang dan diameter adalah 450. Serat daun nanas mempunyai kekuatan tarik rata-rata 1200 MPa. Kekuatan serat nanas yang begitu tinggi disebabkan oleh strukturnya yang terdiri dari mikrofibril-mikrofibril dengan diameter yang sangat kecil.¹¹

Pengolahan Serat Alam

Proses umum pengolahan serat yang berasal dari daun dan batang dapat dilakukan dengan beberapa tahap yaitu :¹²

1. Proses Perendaman / Water Retting dilakukan dengan cara memasukkan daun kedalam air dalam waktu tertentu, untuk melunakkan gums di sekitar daun. Proses ini sangat tergantung pada kondisi pH air, temperature, cahaya, perubahan kondisi lingkungan, *macro nutrients*, jenis bakteri yang ada dalam air, dan lamanya waktu proses.
2. Proses Pengerokan / Scraping. Serat diekstrak dengan cara dikerok tangan menggunakan Batok / tempurung kelapa, pecahan tembikar, atau plat yang tidak terlalu tajam sehingga serat-serat daun nanas akan terurai satu dengan lainnya. Serat-serat tersebut kemudian dicuci dan dikeringkan.
3. Proses penyisiran / Decortications yaitu dengan menggunakan menggunakan mesin bermotor (Mesin Decorticator) yang dilengkapi pisau untuk mengikis pulp untuk memisahkan serat. daun. Untuk memudahkan pemisahan zat-zat yang ada disekitar serat dan menghindari kerusakan pada serat, proses decortikasi dilakukan pada kondisi daun dalam keadaan segar dan basah. Daun-daun nanas yang telah mengalami proses dekortikasi, kemudian dicuci dan dikeringkan melalui sinar matahari. Dekortikasi juga bertujuan memisahkan kulit dari batangnya dengan cara dikelupas.
4. Degumming yaitu menghilangkan sisa-sisa gum dan pektin yang masih menempel pada serat, dapat dilakukan dengan cara kimia, antara lain menggunakan NaOH 0,5%, Na₂CO₃ dan Na-tripolifosfat 3%.

5. Pemutihan serat dapat dengan bahan pemutih: biasanya menggunakan senyawa klorin (Ca-hipoklorit atau Na-hipoklorit) atau hidrogenperoksida (H_2O_2)
6. Pelurusan serat dengan bantuan alat brushing machine.

Fiber Reinforced Composite Kedokteran Gigi

Perkembangan ilmu material di bidang industri sangat maju sampai saat ini, baik pada material jenis logam dan non logam. Material jenis logam banyak digunakan pada bidang kehidupan karena memiliki sifat utama kuat. Namun seiring dengan perkembangan, material logam dinilai memiliki banyak kekurangan diantaranya tidak tahan korosi, berat dan harganya mahal. Pelaku industri mulai menggunakan bahan komposit yang dianggap memiliki keunggulan dari logam dan sesuai dengan produknya. Keunggulan dari bahan komposit dibandingkan dengan logam antara lain adalah ringan, mudah dibentuk dan lebih murah.¹³

Rekayasa material telah banyak dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan sifat bahan yang paling sesuai di bidang industri. Material komposit merupakan hasil penyempurnaan sifat dasar yang dimiliki suatu material dengan menggabungkan beberapa jenis material. Bahan komposit merupakan bahan gabungan secara makro yang didefinisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda dalam bentuk atau komposisi material. Perpaduan dari material penyusun yang berbeda akan menghasilkan suatu material dengan sifat baru.¹⁴ Bidang kedokteran gigi juga memakai bahan jenis *composite* untuk perawatan pasien. Jenis *composite* yang sering dipakai yaitu bahan restorasi *resin composite* yang diaktivasi sinar.¹⁵

Komposit juga sudah mengalami penambahan bahan penguat didalamnya sehingga memiliki kekuatan yang lebih baik. Istilah penambahan bahan penguat didalam suatu material dikenal sebagai *reinforced*. Bidang industri komersial memiliki beberapa

jenis bahan yang didalamnya diperkuat (*reinforced*) oleh suatu bahan tertentu, misalnya *fiber reinforced gips* (FRG) adalah gips yang diperkuat oleh *fiber*, *glass fiber reinforced polimer* (GFRP) adalah plastik yang diperkuat oleh *glass fiber*, *glass fiber reinforced plastic* (GRP) adalah polimer yang diperkuat oleh *glass fiber* dan *fiber reinforced composit* (FRC) adalah komposit yang diperkuat oleh *fiber*.¹⁶

Penyusun FRC terdiri dari dua material yaitu matriks dan *fiber*. Matriks FRC merupakan suatu resin *composite* yang terdiri dari matriks resin, bahan pengisi, *coupling*, aktivator, penstabil warna dan penghambat polimerisasi dini. Fungsi dari matriks yaitu mengikat *fiber* supaya menjadi satu kesatuan struktur, meneruskan kekuatan tekan antar *fiber* dan pelindung *fiber* dari kontak lingkungan luar. *Fiber* merupakan serat yang terdapat di dalam FRC bisa berupa *glass*, *polyethylene* (PE), *polyester*, *carbon/graphite* (C/G), *aramid*, *quartz* dan *ceramic fibers*.¹⁷

Jenis matriks resin yang biasa digunakan yaitu *bis-phenol-A-glycidyl methacrylate* (Bis-GMA), *urethane dimethacrylate* (UDMA), dan *triethilen glikol dimethacrylate* (TEGDMA) (gambar 1). Bis-GMA dan UDMA merupakan cairan yang memiliki kekentalan tinggi sehingga perlu diencerkan dengan pengontrol kekentalan. Monomer yang memiliki kekentalan rendah dikenal sebagai pengontrol kekentalan sering ditambahkan seperti *metil methacrylate* (MMA), *etilen glikol dimethacrylate* (EDMA), dan *triethilen glikol dimethacrylate* (TEGDMA).¹⁸

Fiber sebagai penguat di dalam FRC memiliki berbagai variasi arah penyusunan, jenis bahan dan perbandingan volume yang berpengaruh terhadap kekuatan FRC. Berdasarkan arah penyusunan dikelompokkan menjadi *unidirectional continuous fibers*, *bidirectional continuous fibers*, *multidirectional continuous fibers*, *unidirectional discontinuous fibers* dan *random discontinuous fibers* (Mallick, 2008).¹⁹ Berdasarkan jenis bahan *fiber* yang digunakan di bidang industri yaitu *glass*, *polyethylene*, *polyester*, *carbon/graphite*,

Tabel 2. Perbandingan mechanical properties serat alam dan E-glass fiber. ²³

Properties/fibres	E-glass	Hemp	Jute	Ramie	Coir	Sisal	Flax	Cotton
Density (g/m ³)	2.55	1.48	1.46	1.5	1.25	1.33	1.4	1.51
Tensile strength (MPa)	2400	550-900	400-800	500	220	600-700	800-1500	400
Tensile modulus (GPa)	73	70	10-30	44	6	38	60-80	12
Elongation at break (%)	3	1.6	1.8	2	15-25	2-3	1.2-1.6	3-10
Moisture absorption (%)	-	8	12	12-17	10	11	7	8-25

aramid, *quartz* dan *ceramic fibers*. Perawatan dibidang kedokteran gigi sering memakai jenis *polyethylene* dan *glass* dengan penggunaan paling banyak adalah jenis *E-glass fiber* karena memiliki sifat mekanik yang baik (tabel 2).²⁰

Bidang kesehatan termasuk kedokteran gigi juga sudah mulai menggunakan FRC sebagai alat penunjang perawatan. Bahan FRC digunakan pada gigi tiruan cekat, restorasi *onlay*, *splinting* gigi goyah, pasak gigi dan *space maintainer*. Tujuan digunakannya FRC pada perawatan di kedokteran gigi yaitu untuk mendapatkan kekuatan yang lebih baik jika dibandingkan hanya komposit saja.^{21, 22}

PEMBAHASAN

Selulosa tersusun atas unit-unit glukosa yang berasal dari proses fotosintesis tumbuhan. Glukosa tanaman mengalami proses kimia dengan dipindahkannya satu molekul air dari setiap unit sehingga terbentuk anhidrid glukosa. Anhidrid glukosa saling menyambung ujungnya sehingga terbentuk selulosa. Molekul selulosa terbentuk linier dan mempunyai kecenderungan membentuk ikatan-ikatan hidrogen intramolekul dan intermolekul. Sehingga terbentuk daerah yang teratur (kristalin) diselingi dengan daerah yang tidak teratur (amorf) dinamakan mikrofibril. Mikrofibril ini membentuk fibril-fibril dan akhirnya terbentuklah serat-serat selulosa. Struktur serat dan ikatan hidrogen ini menyebabkan selulosa mempunyai kekuatan tarik yang tinggi dan tidak larut dalam kebanyakan pelarut.²³

Jaringan tanaman juga mengandung

sejumlah polisakarida yang disebut poliosa atau hemiselulosa. Hemiselulosa merupakan senyawa yang termasuk dalam kelompok polisakarida heterogen dibentuk melalui jalan biosintesis yang berbeda dari selulosa. Komposisi hemiselulosa terdiri dari berbagai unit gula, rantai molekul yang lebih pendek, dan percabangan rantai molekul. Seperti halnya selulosa, hemiselulosa berfungsi sebagai bahan pendukung dalam dinding-dinding sel.²³

Komponen penyusun tanaman yang lainnya adalah lignin yang berfungsi sebagai bahan pengikat komponen lainnya sehingga suatu pohon bisa berdiri tegak. Lignin merupakan suatu polimer kompleks dengan berat molekul tinggi yang tersusun atas unit-unit fenilpropan. Lignin termasuk golongan fenol dengan susunan sangat stabil dan sukar dipisahkan dan mempunyai bentuk yang bermacam-macam karena susunannya tidak menentu. Selain itu lignin berfungsi sebagai perekat untuk mengikat sel-sel dalam dinding sel dan memberi ketegangan pada sel. Lignin dapat mempertinggi sifat racun kayu tahan terhadap serangan cendawan dan serangga serta faktor penentu sifat kayu. Lignin bersifat termoplastik yang artinya pada suhu tinggi akan menjadi lunak dan suhu rendah dapat keras kembali.²³

Serat alam jika dibandingkan dengan serat sintesis memiliki beberapa perbedaan. Sifat kehomogenan berbeda, dimana serat sintesis memiliki sifat yang lebih homogen dibandingkan dengan serat alam karena serat sintesis dibuat dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Serat alam lebih bersifat ramah terhadap lingkungan dibandingkan serat sintesis karena mudah terurai.

Serat sintesis mempunyai kekuatan tarik yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan serat alam. Hal ini dikarenakan serat sintesis mempunyai spesifikasi kekuatan tertentu setelah dilakukan proses produksi, sedangkan serat alam memiliki kekuatan yang hanya tergantung dari yang tersedia di alam sehingga mampu menyesuaikan untuk menggunakannya pada keperluan tertentu. Serat sintesis memiliki kemampuan untuk diproses yang lebih tinggi dibandingkan serat alam karena telah dirancang agar dapat diproses lagi untuk keperluan pembuatan material tertentu. Serat sintesis memiliki harga yang lebih mahal dibandingkan serat alam serat sintesis harus melewati proses produksi yang memerlukan biaya tinggi.²⁴

Simpulan

Serat alam merupakan calon utama sebagai penguat pada FRC tetapi memerlukan perlakuan khusus supaya dapat segera digunakan. Keunggulan serat alam dibandingkan serat sintesis yaitu harga lebih murah, mudah didapat, pengolahan sederhana dan ramah lingkungan. Metode fisika dan kimia dapat diterapkan untuk mendapatkan kekuatan yang diharapkan terhadap serat sebagai penguat FRC. Pemakaian serat alam untuk FRC alat kedokteran gigi membutuhkan serangkaian penelitian. Penelitian in vivo dan in vitro dilaksanakan untuk mengetahui sifat biokompatibilitas bahan.

Daftar Pustaka

1. Kementan. 2015. *Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2014*. Dirjen Holtikultura Kementan. Indonesia.
2. Mather, R.R., and Wardman, R.H. 2011. *The chemistry of textile fibres*. RSC Publishing. London.
3. Tambyrajah, D. 2015. *Indulge and Explore : Natural Fiber Composites*. NFCD. Netherland.
4. Arshad, K., Skrifvars, M., Vivod, V., Valh, J.V., and Vončina, B. 2014. Biodegradation of Natural Textile Materials in Soil. *Tekstilec letn.* 57(2) 118–132.
5. Smole, M.S., Hribernik, S., and KrežeSfiligoj, T. 2013. *Plant Fibres for Textile and Technical Applications. InTech*.
6. Purushothama, B. 2015. *Handbook on Cotton Spinning Industry*. WPI Publishing. New Delhi. India.
7. Anonim. 2006. *Pedoman Budidaya Kapuk*. Dirjen Perkebunan Deptan
8. Budi, U.S. 2005. *Biologi Tanaman Rami (Boehmeria nivea (L.) Gaud)*. Monograf Balittas. 8 : 0853-9308.
9. Chapara, R. 2012. *Selection Indices In Roselle Hemp*. Lambert Academic Publishing. Germany.
10. Suhartanto, M.R., Sobir, dan Harti,. 2012. *Teknologi Sehat Budidaya Pisang. Pusat Kajian Hortikultura Tropika LPPM ITB*. Bogor.
11. Prayoga, T. 2008. *Budidaya Nanas*. PD Nusa Jaya. Malang.
12. Mussig, J. 2010. *Industrial Applications Of Natural Fibres: Structure, Properties And Technical Applications*. John Wiley & Sons, Ltd. UK.
13. McConnell, V.P. 2000. Application Of Composites In Sporting Goods. *Comprehensive Composite Materials*. 6 : 787–809.
14. Campbell, F.C. 2010. *Structural Composite Materials*. ASM International. New York. hal. 1-4.
15. Anusavice. 2003. *Phillips Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi*. Edisi ke-10. EGC. Jakarta. hal. 89-90.
16. Masuelli, M.A. 2013. Introduction of Fibre-Reinforced Polymers – Polymers and Composites: Concepts, Properties and Processes. <http://www.intechopen.com>. accessed on 20 Nov 2014.
17. Bunsell, A.R., dan Renard, J. 2005. *Fundamentals of Fibre Reinforced Composite Materials*. Institute of Physics Publishing. Bristol. hal. 23-25.
18. Powers, J.M., dan Sakaguchi, R.L. 2006. *Craig's Restorative Dental Material*. 12th ed. Mosby Elsevier. St., Louis. hal. 104.
19. Mallick, P.K. 2008. *Fiber-Reinforced*

- Composites: Materials, Manufacturing, and Design*. 3rd ed. CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton, FL. hal 19-63.
20. Strassler, H.E. 2008. Fiber-Reinforcing Materials for Dental Resins. <http://www.dentalaegis.com/id/2008/05> accessed on 1 Nov 2014.
21. Tuloglu, N., Bayrak, S., dan Tunc, E.S. 2009. Different Clinical Applications of Bondable Reinforcement Ribbond in Pediatric Dentistry. *European Journal of Dentistry*. 3 : 329-334.
22. Duymus, Z.Y., Karaalioglu, F.O., dan Suleyman, F. 2014. Flexural Strength of Provisional Crown and Fixed Partial Denture Resins both with and without Reinforced Fiber. *J. Mater. Sci. Nanotechnol.* 1 (3): 302.
23. Cheung, H., Ho, M., Lau, K., Cardona, F., and Hui, D. 2009. Natural Fibre-Reinforced Composites For Bioengineering And Environmental Engineering Applications. *Elsevier*. 40 : 655-663.
24. Adekunle, K.F. 2015. Surface Treatments of Natural Fibres. *Journal of Polymer Chemistry*. 5:41-46.