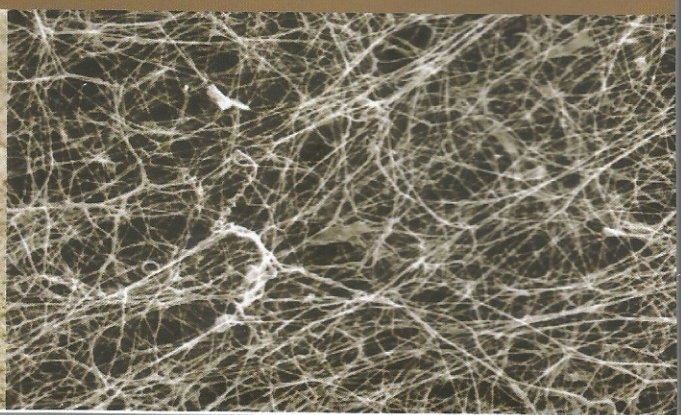
TEKNOSAIN

Edwin Azwar, S.T., PgD., M.T.A., Ph.D.

APLIKASI SELULOSA SEBAGAI FILLER PADA KOMPOSIT BETON



APLIKASI SELULOSA SEBAGAI FILLER PADA KOMPOSIT BETON

APLIKASI SELULOSA SEBAGAI FILLER PADA KOMPOSIT BETON

Edwin Azwar, S.T., PgD., M.T.A., Ph.D.

TEKNOSAIN

Aplikasi Selulosa sebagai Filler pada Komposit Beton

oleh Edwin Azwar, S.T., PgD., M.T.A., Ph.D.

Hak Cipta © 2017 pada penulis

TEKNOSAIN

Ruko Jambusari 7A Yogyakarta 55283
Telp: 0274-889398; Fax: 0274-889057; E-mail: info@teknosain.com

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, secara elektronis maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.

Tajuk Entri Utama: Azwar, Edwin

Aplikasi Selulosa sebagai Filler pada Komposit Beton/Edwin Azwar
- Edisi Pertama. Cet. Ke-1. - Yogyakarta: Teknosain, 2017
xii + 72 hlm.; 25 cm

Bibliografi: 67 - 70
ISBN : 978-602-6324-77-1
E-ISBN : 978-602-6324-78-8

1. Beton I. Judul

691.3

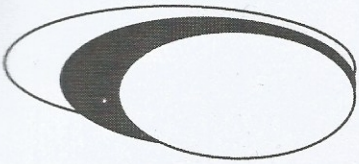
Semua informasi tentang buku ini, silahkan scan QR Code di cover belakang buku ini

KATA PENGANTAR

Buku *"Aplikasi Selulosa sebagai Filler pada Komposit Beton"* ini disusun dengan upaya pengembangan ilmu pengetahuan dan penyempurnaan penelitian terkait dengan disusun untuk menambah wawasan dan pengetahuan kepada pembaca seperti kalangan peneliti, dosen, dan mahasiswa.

Buku ini merupakan hasil-hasil penelitian yang telah penulis lakukan. Hasil-hasil penelitian tersebut telah dipublikasikan pada Jurnal dan Proceeding Proceeding Internasional.

Penulis menyadari masih banyak hal hal yang harus di sempurnakan dalam penyajian dalam buku ini, oleh karenanya keritik dan saran dari peneliti dan rekan-rekan dosen sangat diharapkan untuk perbaikan buku ini.



PENGANTAR

Buku ini diharapkan dapat menambah wawasan pengetahuan untuk dosen dan mahasiswa supaya mudah memahami salah satu ilmu sintesa polimer yaitu khasanah pengetahuan yang berkaitan dengan selulullose sebagai filler pada komposite beton.

Oleh karenanya buku ini ditulis secara sistematis supaya pembaca mudah memahami isi dari buku ini. Buku ini membahas penambahan selullosa sebagi filler pada komposit beton, dan analisis hasil terhadapa hadap kuat tarik, kuat tekan dan kemampuan redamsuara komposit beton.

Buku ini diharapkan dapat menambah wawasan pengetahuan untuk dosen dan mahasiswa supaya mudah memahami khasanah pengetahuan yang berkaitan dengan selulullose sebagai filler pada komposite beton.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR v

PENGANTAR vii

DAFTAR ISI ix

BAB 1 KOMPOSIT BETON 1

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 Beton 5

2.2 Komposit 8

2.3 Materi Akustik 9

2.4 Serat 11

2.4.1 Bagase 19

2.4.2 Sabut Kelapa 19

2.4.3 Gedebok Pisang 20

2.5 Delignifikasi 21

2.5.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi proses delignifikasi 22

2.5.2 Proses penghilangan lignin 22

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 25

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 25

3.2 Metodologi Persiapan Komposite Sabut Kelapa 25

3.2.1 Bahan dan Alat 25

3.2.2 Persiapan Bahan 25
3.2.3 Delignifikasi Serat Sabut Kelapa dengan NaOH 26
3.3 Pengeringan 26
3.4 Analisis Komposit 26
3.4.1 Pengujian kandungan lignin, selulosa dan hemiselulosa 26
3.4.2 Pengujian Sifat Mekanik 26
3.4.3 Uji Scanning Electron Microscopy (SEM) 26
3.4.4 Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR 27
3.5 Metodologi Persiapan Komposite Kedebok Pisang 27
3.5.1 Bahan Baku 27
3.5.2 Alat-Alat Pengambilan Serat 28
3.5.3 Alat-Alat Pembuatan Beton 28
3.5.4 Persiapan Bahan Baku 29
3.5.5 Analisis Produk 32
3.5.6 Rancangan Percobaan 33
3.5.7 Ekstraksi Selulosa dengan Metode Pergantian Pelarut 35

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 37

4.1 Analisis Komposite Bagase 37
4.2 Rasio NaOH-Temperatur Pemasakan Terhadap Sifat Mekanik 39
4.3 Analisis Fourier Transfer Infra Red Delignifikasi Baggase 41
4.4 Analisis SEM (*Scanning Electron Microscopy*) 42
4.5 Analisis Komposite Sabut Kelapa 42
4.6 Analisis Fourier Transform Infra Red Serbuk Sabut Kelapa 43
4.7 Pembuatan Benda Uji 45
4.8 Uji Densitas 46
4.9 Uji Kuat Tarik 48
4.10 Uji Kuat Tekan 50
4.11 Analisis Komposite Kedebok Pisang 51
4.12 Uji Kuat Lentur 54
4.13 Uji Kuat Tekan 55
4.14 Uji Daya Redam Suara 57

4.15 Penentuan Jenis Beton Optimum 60
4.16 Seleksi Nilai Koefisien Penyerapan Suara 61
4.17 Perbandingan Kuat Tekan, Kuat Tarik, dan Koefisien Serap Suara 62
4.18 Pengolahan dan Penganyaman Serat Gedebok Pisang 63
4.19 Pembuatan beton 64

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 65
5.1 Kesimpulan 65
5.2 Saran 66

DAFTAR PUSTAKA 67

GLOSARIUM 71

DAFTAR INDEKS 73

-oo0oo-

1

KOMPOSIT BETON

Beton dibutuhkan sebagai salah satu bahan utama dalam pembangunan infrastruktur di Indonesia. Setidaknya dibutuhkan empat bahan penyusun utama, yaitu agregat kasar, agregat halus, air dan semen serta dapat pula ditambahkan bahan lain sebagai bahan tambahan. Beton memiliki ketahanan terhadap tekan yang sangat baik, namun tidak demikian dengan kekuatannya terhadap tarikan. Kuat tarik beton hanya mencapai 10% hingga 15% dari nilai kuat tekannya (Prayuda, 2012). Sifat tersebut menyebabkan mudahnya muncul retak-retak kecil pada beton yang dapat mengakibatkan keruntuhan bila beton diberikan penambahan beban (Sudarmoko, 1990).

Dalam penelitian Ermiati M., (2010) penambahan serat alam (serat sabut kelapa) dengan tujuan meningkatkan sifat mekanis beton menunjukkan penambahan serat sebesar 0,5% terhadap berat total adukan beton menghasilkan peningkatan nilai kuat tekan, kuat tarik dan kuat impak beton berturut-turut sebesar 11,39%; 4,68%; dan 172,79%. Serat alam dianggap baik digunakan untuk memperbaiki performa beton. Penambahan serat alam dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton yang pada dasarnya memang sudah cukup baik yakni 22,22 Mpa (Eniarti).

Kandungan utama serat alam adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Tidak semua komponen yang terdapat dalam serat alam dapat berpengaruh baik pada performa beton. Lignin sebagai salah satu komponen serat alam diketahui mempunyai pengaruh buruk terhadap kekuatan serat karena dapat menurunkan kuat tarik serat sebesar 500 Mpa, sedangkan selulosa

diketahui memiliki kuat tarik sebesar 2000 Mpa (Siswadi dkk, 2007).

Selain karakteristik mekanik dari beton, telah dilakukan penelitian lanjut mengenai fungsi beton sebagai material akustik yang mampu mereduksi suara supaya dapat mengurangi kebisingan. Menteri Negara Lingkungan Hidup dalam sebuah keputusannya (No. Kep 48/ MENLH/ 11 /1996); tentang baku tingkat kebisingan) mengistilahkan; "Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha/kegiatan manusia dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan". Kebisingan adalah suatu masalah besar yang tengah dihadapi di Indonesia khususnya di daerah perkotaan. Kebisingan tertinggi diakibatkan oleh kendaraan bermotor, baik sepeda motor, roda empat atau lebih. Kebisingan di dalam ruang menjadi masalah yang sangat penting untuk bisa mencapai tingkat kenyamanan di dalam ruang. Ketenangan sangat dibutuhkan agar bisa melakukan kegiatan di dalam ruangan dengan nyaman. Pada bangunan tropis biasanya memiliki konstruksi ringan dan dinding luar terbuka sehingga sulit untuk melakukan peredam suara di dalam ruangan. Banyak faktor yang bisa menyebabkan kebisingan di dalam ruang. Pemilihan material yang kurang tepat juga menjadi penyebab kebisingan. Bahan bangunan yang dipakai pada suatu ruangan memiliki tingkat serapan bunyi yang berbeda-beda. Bunyi akan dipantulkan apabila mengenai permukaan yang keras. Bahan bangunan seperti beton, kaca, batu dan batu bata akan memantulkan hampir semua bunyi yang mengenainya. Material partisi dinding umumnya dibuat dari rangka besi hollow dan gypsum. Pelepah pisang bisa menjadi alternatif bahan dinding kedap suara sehingga bisa memanfaatkan potensi lokal (Suharyani dkk,2014).

Pelepah pisang yang sudah dikeringkan, memilki tekstur yang berserabut dan berpori. Hal ini sebenarnya bisa juga menjadi alternatif bahan dasar material dinding kedap suara. Beberapa penelitian telah mengujikan beberapa alternatif bahan dinding kedap suara yang memiliki karakteristik hampir sama dengan pelepah pisang yang dikeringkan, sebagai contoh diantaranya adalah: sabut kelapa, sekam padi dan limbah gergaji kayu. Elemen penyerap bunyi yang berpori mempunyai karakteristik penyerapan lebih efisien. selain itu ketebalan, dan jarak lapisan dinding juga menentu-

kan optimalisasi tingkat peredaman terhadap bunyi.

Material alami ini memiliki potensi komersial yang sangat baik, dikarenakan harga yang relatif murah, proses yang sederhana, lebih ramah lingkungan, bisa memanfaatkan limbah di sekitar kita dan juga jumlahnya yang melimpah di Indonesia.

Adapun kandungan selulosa hemiselulosa dan lignin pada serat pelepah pisang dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1. *Kandungan lignoselulosa pada pelepah pisang*

Nama Bahan	Jumlah (%)
Selulosa	63-65
Hemiselulosa	6-20
Lignin	5-10

(sumber: Asparani, 2013)

Berdasarkan hal tersebut, untuk komposit peredaman suara ini digunakan serat pelepah pisang sebagai bahan tambahan dalam pembuatan beton, dengan harapan bahwa kandungan lignin yang sedikit pada pelepah pisang berpengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik beton dan daya redam suara dengan memvariasikan perlakuan serat pelepah pisang.

Dengan adanya penambahan selulosa hemiselulosa ini kita dapat mengetahui pengaruhnya terhadap kekuatan beton, mengetahui rasio optimum antara selulosa dan hemiselulosa hasil ekstraksi dari sabut kelapa dengan berat total adukan beton untuk mendapatkan beton dengan kuat tarik optimum, membandingkan kuat tarik beton dengan penambahan selulosa dan hemiselulosa hasil ekstraksi dari pelepah pisang dengan kuat tarik beton normal tanpa penambahan selulosa dan hemiselulosa, mengetahui persen berat serat pelepah pisang yang efektif ditambahkan pada beton untuk mendapatkan nilai kuat tarik dan koefisien redam suara yang optimum, dan mengetahui perlakuan pelepah pisang yang menghasilkan nilai kuat tarik dan koefisien redam suara terbaik pada komposit beton.

Dalam ilmu komposit, diinginkan material yang lebih ringan namun memiliki kekuatan dan kualitas yang dapat menyamai bahkan melebihi material yang telah ada sebelumnya. Telah dilakukan berbagai penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk selulosa-

hemiselulosa hasil isolasi dari serat alami (baggase, sabut kelapa dan gedebok pisang) terhadap densitas, kuat tarik, kuat tekan, dan daya redam suara komposit beton.

-oo0oo-

2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 BETON

Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk. (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007).

Agar dihasilkan kuat desak beton yang sesuai dengan rencana diperlukan rancangan campuran untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang dibutuhkan. Disamping itu, adukan beton harus diusahakan dalam kondisi yang benar-benar homogen dengan kelecakan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Selain perbandingan bahan susunnya, kekuatan beton ditentukan oleh padat tidaknya campuran bahan penyusun beton tersebut. Semakin kecil rongga yang dihasilkan dalam campuran beton, maka semakin tinggi kuat desak beton yang dihasilkan. Syarat yang terpenting dari pembuatan beton adalah:

1. Beton segar harus dapat dikerjakan atau dituang.
2. Beton yang dikerjakan harus cukup kuat untuk menahan beban dari yang telah direncanakan.
3. Beton tersebut harus dapat dibuat secara ekonomis.

Pada penggunaan sebagai komposit struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan mampu membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik. Dengan demikian tersusun pembagian

tugas, dimana batang tulangan bertugas memperkuat dan menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungan untuk menahan gaya tekan. Komponen struktur beton dengan kerja sama seperti itu disebut sebagai beton bertulangan baja atau lazim disebut beton bertulang saja (Iwanan,2009).

Beton yang biasa digunakan pada pembangunan infrastruktur seperti gedung-gedung dan perumahan, memiliki standar mutu K-100 (7,4 MPa) hingga K-350 (31,2 MPa). Berikut table komposisi berat semen, pasir, dan kerikil, serta volumr air yang dibutuhkan untuk membuat 1 m^3 beton dengan mutu tertentu.

Tabel 2.1. *Komposisi berat pembuatan beton*

Mutu beton	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (liter)	w/c ratio
7.4 MPa (K 100)	247	869	999	215	0.87
9.8 MPa (K 125)	276	828	1012	215	0.78
12.2 MPa (K 150)	299	799	1017	215	0.72
14.5 MPa (K 175)	326	760	1029	215	0.66
16.9 MPa (K 200)	352	731	1031	215	0.61
19.3 MPa (K 225)	371	698	1047	215	0.58
21.7 MPa (K 250)	384	692	1039	215	0.56
24.0 MPa (K 275)	406	684	1026	215	0.53
26.4 MPa (K 300)	439	670	1006	215	0.49
31.2 MPa (K 350)	448	667	1000	215	0.48
28.8 MPa (K 325)	439	670	1006	215	0.49
31.2 MPa (K 350)	448	667	1000	215	0.48

Diperlukan bahan additive untuk menambah kekuatan beton. Additive adalah bahan yang ditambahkan ke dalam adukan pasta sebelum atau selama proses pengadukan untuk mengubah sifat dari pasta karena alasan tertentu.

Seiring dengan berkembangnya teknologi, berbagai penelitian dilakukan untuk menggantikan baja sebagai tulangan beton dengan serat alam yang memiliki fungsi sama yaitu sebagai tulangan mikro untuk menghindari keretakan saat beton menghadapi tarikan. Beton sebagai

bahan struktur bangunan memiliki beberapa kelebihan yaitu mudah dibuat dan dibentuk sesuai dengan kebutuhan, perawatan mudah dan murah, serta dapat memanfaatkan bahan-bahan lokal. Secara struktural beton mempunyai kekuatan yang cukup besar dalam menahan gaya tekan, sedangkan kemampuan menahan gaya tarik sangat kecil dan merupakan bahan yang getas (Siswadi, 2007).

Untuk meningkatkan kuat tariknya dilakukan dengan menambahkan serat, sehingga menjadi suatu bahan komposit yaitu beton dan serat. Serat pada campuran beton diharapkan dapat menjadi tulangan mikro, dimana saat terjadi retak-retak kecil ditahan oleh serat sebelum retak yang cukup besar terjadi disebabkan peningkatan beban sehingga pada akhirnya beton mengalami keruntuhan (Sudarmoko,1990).

Untuk memperbaiki *performance* beton, maka perlu penambahan serat pada campuran beton. Menurut Soehendro (1999), beberapa macam serat yang dapat digunakan untuk beton antara lain: serat baja (*steel fibre*), serat plastik (*polypropylenefibre*), seratkaca (*glass fibre*), serat karbon (*carbon fibre*) dan serat alami (*natural fibre*). Penggunaan serat dengan dosis tinggi, umumnya menjadi masalah dalam pengerjaan beton dan menimbulkan kesulitan dalam pengadukan, pengecoran, pemadatan dan *finishing* yang optimal. Kemudahan pengerjaan akan menurun seiring dengan semakin besarnya konsentrasi dan aspek rasio serat (l/d; panjang serat/diameter serat).

Kuat tarik beton pada balok terlentur dapat diketahui dengan melakukan pengujian modulus runtuh (*modulus of rupture*). Menurut ASTMC78 modulus runtuh beton dapat dihitung berdasarkan benda uji balok dengan pengujian lentur. Modulus runtuh dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Kuat lentur} = \frac{M \cdot y}{I} \qquad (2.1)$$

Dimana:

$$M = Ra.\ L \qquad (2.2)$$

$$I = \tfrac{1}{2}.\ b.\ h^3 \qquad (2.3)$$

Adapun rumus yang digunakan untuk mencari nilai kuat tekan baton, yaitu:

$$\text{Kuat tekan} = \frac{Beban\ Uji\ (kN) \times 100^0}{Luas\ Penampang} \quad (2.4)$$

2.2 KOMPOSIT

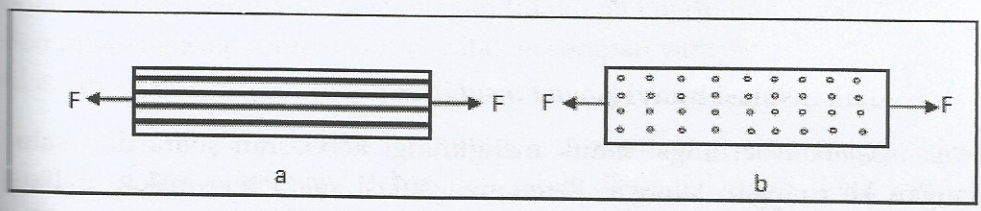
Material komposit merupakan material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih materiał pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Material komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari pada logam, memiliki kekuatan bisa diatur yang tinggi (*tailorability*), memiliki kekuatan lelah (*fatigue*) yang baik, memiliki kekuatan jenis (*strength/weight*) dan kekakuan jenis (*modulus Young/density*) yang lebih tinggi daripada logam, tahan korosi, memiliki sifat isolator panas dan suara, serta dapat dijadikan sebagai penghambat listrik yang baik, dan dapat juga digunakan untuk menambal kerusakan akibat pembebanan dan korosi (Sirait, 2010).

Material pembentuk komposit salah satunya adalah serat. Industry serat dibagi menjadi dua yaitu serat alam (dari tanaman, hewan dan sumber mineral) dan serat sintetis. Pemanfaatan serat alam sebagai pengisi (filler) pada bahan komposit berfungsi sebagai penguat pada bahan polimer karena mengandung selulosa yang merupakan homopolimer glukosa yang meiliki berat moekul tinggi dan berada dalam mikrofibril-mikrofibril dimana ikatan hydrogen antara rantai-rantai selulosa tersebut menghasilkan struktur kristalin yang kuat. Penggunaan serat alam sebagai filler semakin terus menerus digunakan karena aplikasinya yang luas dan harganya yang relative lebih mjrah dan juga merupakan salah satu cara yang teapat dan murah untuk memodifikasi sifat mekanik material komposit karena filler sangat menentukan sifat komposit secara signifikan. Dalam pembuatan komposit filler digunakan untuk meningkatkan kekerasan dan modulus elastisitasnya, tetapi juga dapat dilakukan modifikasi terhadap nilai kekuatan, ketangguhan, stabilitas, konduktivitas panas dan listrk.

Schwartz (1984) menjelaskan bahwa serat sebagai penguat dalam struktur komposit harus memenuhi persyaratan fungsional sebagai berikut :

1. Modulus elastisitas yang tinggi
2. Kekuatan patah yang tinggi
3. Kekuatan yang seragam di antara serat
4. Stabil selama penanganan proses produksi
5. Diameter serat yang seragam.

Beberapa prinsip dasar tentang respon elastis terhadap tegangan dapat diperoleh dari model mekanik dimana serat kontinu memiliki satu-arah (undirectional) dalam matrik isotropic tanpa void seperti terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. *Model pengarahan filament satu arah dalam komposit (a) parallel dan (b) seri (Smallman, 2000)*

Contoh komposit dengan memakai serat alam menurut Claudio (2007), panel semen kayu (WCB) sudah banyak diaplikasikan, terutama untuk atap, lantai dan dinding. WCB memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan panel yang diproduksi dengan resin antara lain: daya tahan tinggi, stabilitas dimensi yang baik, sifat akustik dan isolasi termal yang baik dan biaya produksi rendah.

2.3 MATERI AKUSTIK

Akustik adalah ilmu yang mempelajari tentang bunyi dan semua yang berkaitan dengan bunyi serta cara penanggulangan cacat akustik. Bunyi adalah gelombang getaran mekanis dalam udara atau benda padat yang masih bisa terdengar oleh telinga normal manusia. Getaran tersebut ada pada frekuensi 20-20000 Hertz. Di bawah rentang tersebut disebut bunyi infra (*infra sound*), sedang di atas rentang tersebut disebut bunyi ultra (ultra sound). Suara (*voice*) adalah bunyi manusia. Bunyi udara (*airborne sound*) adalah bunyi yang merambat lewat udara. Bunyi struktur (*structural sound*) adalah bunyi yang merambat melalui struktur bangunan (Suharyani dkk,2014).

Material akustik merupakan komposit yang terdiri dari matrik dan penguat. Material akustik adalah material teknik yang fungsi utamanya adalah untuk menyerap suara/bising. Tiap-tiap material akustik memiliki nilai kemampuan penyerapan bunyi yang berbeda-beda.

Menurut Lewis dan Douglas (1993) material akustik dapat dibagi menjadi tiga kelompok dasar yaitu: material penyerap (*absorbing material*), material penghalang (*barrier material*), material peredam (*damping material*).

Berdasarkan fungsinya, Doelle (1993) membedakan material akustik sebagai peredam menjadi dua bagian yaitu *sound insulation* dan *sound absorbing*.

1. Peredam insulasi bunyi (*sound insulation*)

Sound insulation berfungsi untuk mengurangi kebocoran suara dari satu ruangan ke ruangan lainnya. Peredam insulasi suara merupakan bahan yang dapat menginsulasi perpindahan suara. Menurut Mediastika (2005), material peredam insulasi bunyi umumnya memiliki karakteristik sebagai berikut:

a. Berat
   Pada umumnya semakin berat material insulasi suara semakin baik nilai redamannya. Material berat mampu meredam getaran yang menimpahnya berkat beratnya sendiri.
b. Tidak berpori
   Semakin rapat material maka semakin baik nilai redamannya. Material berpori merupakan penyerap.
c. Permukaan utuh dan seragam.
   Objek yang terbuat dari material utuh tanpa cacat akan memberikan tingkat insulasi yang lebih baik.
d. Elastis.
   Material yang memiliki elastisitas tinggi akan menjadi insulator yang lebih baik dibandingkan material yang kaku.

2. Peredam serap bunyi (*sound absorbing*)

Sound absorbing berfungsi untuk mengurangi pantulan yang menyebabkan gema pada sebuah ruangan. Bahan ini mampu menyerap energi suara. Doelle

(1993) mengemukakan bahwa material peredam serap suara umumnya bersifat ringan, berpori atau berongga, memiliki permukaan lunak atau berselaput, dan tidak dapat meredam getaran

Pada umumnya material penyerap secara alami bersifat resistif, berserat (*fibrous*), berpori (*porous*) atau dalam kasus khusus bersifat resonator aktif. Ketika gelombang bunyi menumbuk material penyerap, maka energi bunyi sebagian akan diserap dan diubah menjadi panas. Besarnya penyerapan bunyi pada material penyerap dinyatakan dengan koefisien serapan (α). Koefisien serapan (α) dinyatakan dalam bilangan antara 0 dan 1. Nilai koefisien serapan 0 menyatakan tidak ada energi bunyi yang diserap dan nilai koefisien serapan 1 menyatakan serapan yang sempurna (Mediastika, 2009)

Penyerap yang berserat umumnya mampu menyerap bunyi dalam jangkauan frekuensi yang lebar dan lebih disukai karena tidak mudah terbakar. Menurut Wilbert F. Stoecker, 1982, bahwa orde besaran koefisien penyerapan, α untuk batako berkisar antara 0,01 - 0,05 dan bahan akustik sekitar 0,2 - 0,8 atau 2-8 %.

Besarnya daya redam suara dari beton selulosa perlu diukur untuk mengetahui sejauh mana aplikasi material tersebut dapat diterapkan. Level intensitas suara dari suatu material diukur dalam desible (dB). Uji penyerapan suara dapat diukur dengan persamaan berikut:

$$\text{Koefisien penyerapan suara } (\alpha) = \frac{I_a}{I_i} \qquad (2.5)$$

dimana:

I_a = intensitas suara yang diserap (dB)
I_i = intensitas sumber suara yang dating (dB)

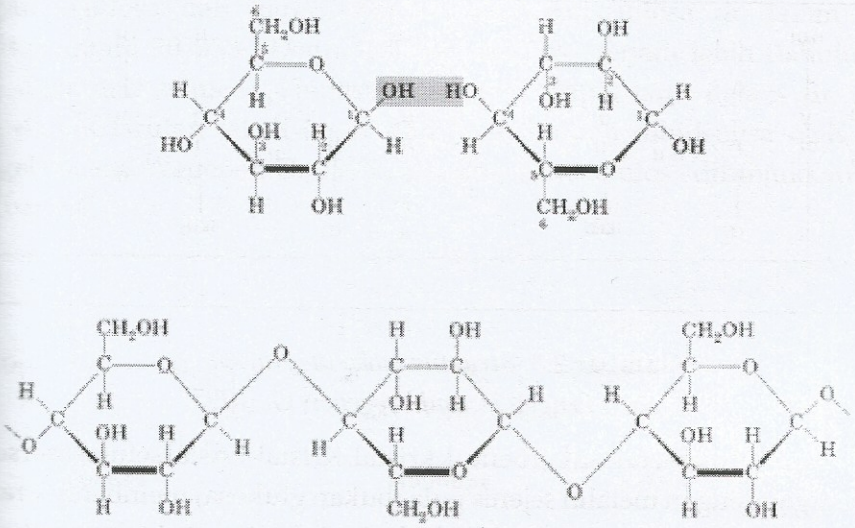
2.4 SERAT

Serat adalah struktur berbentuk seperti rambut berasal dari serat atau rambut hewan, tumbuhan dan mineral. Secara komersial serat berdiameter antara 0,004 mm sampai dengan 0,2 mm. Didalam material komposit serat berfungsi sebagai penguat, pengisi dan penerus tegangan kesepanjang komponen dengan mempertimbangkan permukaan (*interface*) antara serat dengan matriks (Haiyum, M, 2010).

Serat secara umum terdiri dari dua jenis yaitu serat alam dan serat sintetis. Serat alam adalah serat yang dapat langsung diperoleh dari tumbuh-tumbuhan dan hewan.

Serat Alam merupakan alternatif pengisi (*filler*) komposit untuk berbagai komposit polimer karena keunggulannya dibanding serat sintetis, serat alam mudah didapatkan dengan harga yang murah, mudah diproses, densitasnya rendah, ramah lingkungan dan dapat diuraikan secara biologi, pemanfaatan alam sebagai pengisi (*filler*) komposit di berbagai bidang seperti bidang otomotif dan konstruksi. Menurut Eriningsih (2014) pada umumnya serat alam mempunyai kemampuan dalam menyerap suara untuk mengurangi kebisingan. Serat alam terdiri dari selulosa (*cellulose*), hemiselulosa, dan lignin. Lignin merupakan unsure dari serat alam yang mempunyai pengaruh yang buruk terhadap kekuatan serat (*fibers*). Kuat tarik selulosa (*cellulose*) setelah diteliti sebesar 2000MPa, sedangkan unsur lignin dalam kayu dapat menurunkan kuat tarik sebesar 500MPa (Siswadi et. al, 2007).

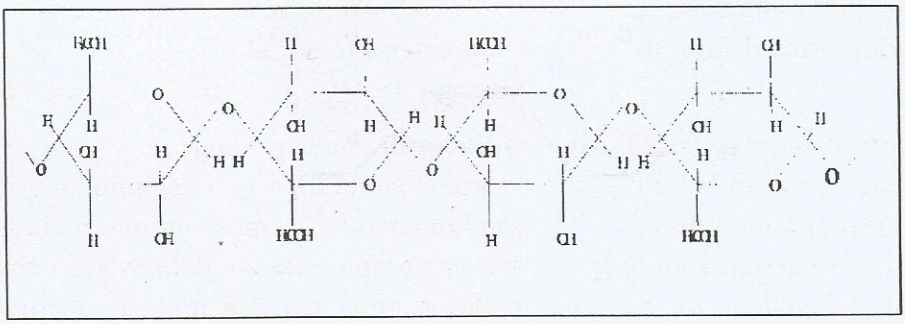
Selulosa merupakan senyawa polisakarida yang banyak terdapat di alam. Berat molekulnya tinggi, tersusun seluruhnya atas β-Dglukosa, strukturnya teratur berupa polimer yang linear. Karena sifat-sifat kimia dan fisiknya maupun struktur supramolekulnya maka ia dapat memenuhi fungsinya sebagai komponen struktur utama dinding sel tumbuhan (Fengel.D, 1995). Selulosa adalah senyawa organik yang terdapat pada dinding sel berperan mengokohkan struktur tumbuhan. Selulosa tidak pernah ditemukan dalam keadaan murni di alam, tetapi selalu berasosiasi dengan polisakarida lain seperti lignin, pektin, hemiselulosa, dan xilan (Goyskor dan Eriksen 1980 dalam Fitriani 2003). Selulosa disusun oleh satu jenis monomer atau homopolisakarida, yaitu glukosa. Selulosa terdiri dari rantai yang lurus (linier), teratur, tidak bercabang, dan tidak mempunyai ikatan asetil. Rantai panjang selulosa terhubung secara bersama melalui ikatan hidrogen dan gaya van der Waals (Perez et al. 2002).Selulosa mengandung sekitar 50-90% bagian berkristal dan sisanya bagian amorf (Aziz et al., 2002). Struktur selulosa dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2. *Struktur Selulosa. Sumber: Fengel, D. and Wegener, G., 1995.*

Selulosa merupakan bahan penyusun utama dari jaringan serat dan dinding sel pada tumbuh-tumbuhan. Bahan ini terdiri dari sejumlah molekul glukosa yang saling bergandengan melalui gugus b-glukosida dari molekul glukosa yang satu dengan gugus hidroksil C_4 dari molekul glukosa yang lain. Dengan demikian selulosa juga dapat dikatakan sebagai polimer dari selobiosa.

Kadar selulosa pada kayu berkisar 50%. Selulosa mempunyai berat molekul 250.000–1.000.000 gram per mol atau lebih umumnya tiap molekul terdiri dari 1.500 satuan glukosa. Selulosa banyak mengandung serat dan tidak mudah larut dalam air, alkali encer, dan asam encer pada suhu kamar, serta tidak berasa. Molekul-molekul selulosa seluruhnya berbentuk linier dan memiliki kecenderungan membentuk ikatan-ikatan hidrogen intra dan intermolekul. Gugus-gugus –OH dari molekul-molekul glukosa yang berdekatan dapat membentuk ikatan hidrogen intramolekul. Ikatan hidrogen intramolekul memberikan kekakuan tertentu pada masing-masing rantai. Gugus-gugus –OH dari molekul-molekul selulosa yang berdekatan dapat membentuk ikatan hidrogen intermolekul (Fengel, D. and Wegener, G., 1995). Struktur molekul selulosa ditunjukkan pada Gambar 2.3.

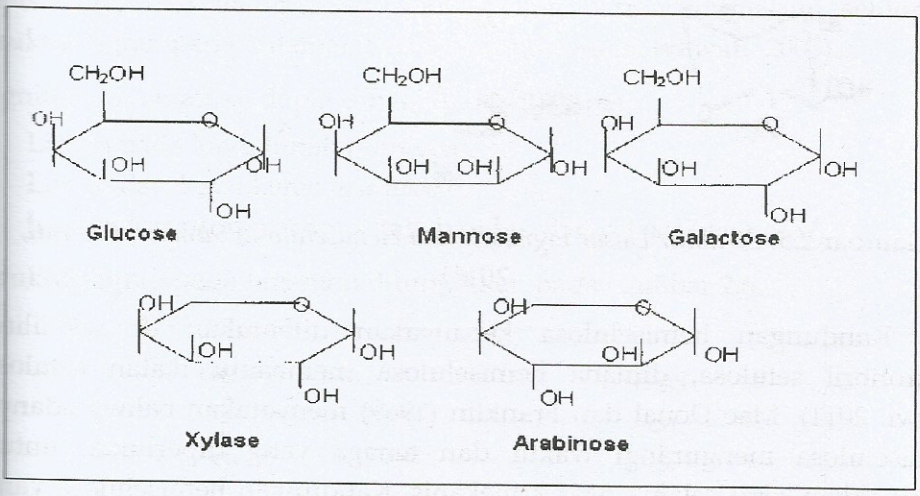


Gambar 2.3. *Struktur molekul selulosa.*
Sumber: Fengel, D. and Wegener, G., 1995.

Secara normal selulosa berbentuk kristal. Kristal-kristal selulosa tersebut saling bergandengan melalui sejenis gula (bukan glukosa) membentuk rantai panjang yang dinamakan *misela*. *Misela* dari selulosa sangat tahan terhadap pengaruh kimia ataupun enzim. Serat yang terdapat pada selulosa ini relatif kuat, yaitu >1 GN/m^2 (145.000 psi) dengan elastisitas antara 70–137 GN/m^2 (10–20 × 10^6 psi). Hal ini disebabkan karena selulosa memiliki rantai yang panjang dan kuat yang terdiri dari ikatan hidrogen dan ikatan *hydrophobic* yang kuat (Setyawati, 2005). Selulosa memiliki karakteristik kekuatan tarik yang tinggi. Karakteristik selulosa antara lain muncul karena adanya struktur kristalin dan amorf serta pembentukan mikro fibril dan fibril yang pada akhirnya menjadi serat selulosa (Indrainy, 2011). Selulosa ditemukan pada dinding sel tumbuhan terutama pada tangkai, batang, dahan, dan semua bagian berkayu dari jaringan tumbuhan. (Lehninger, 1993).

Hemiselulosa berbeda dengan selulosa. Perbedaannya yaitu komposisi berbagai unit gula penyusunnya, rantai molekul yang lebih pendek, dan adanya percabangan pada rantai. Hemiselulosa merupakan polimer dari sejumlah sakarida-sakarida yang berbeda-beda, yaitu D-silosa, L-arabinosa, D-glukosa, dan D-glukorunat. Susunan dari bahan-bahan tersebut di dalam rantai hemiselulosa sangat tidak teratur (heterogen). Ikatan di dalam rantai hemiselulosa juga banyak bercabang karena gugus b-glukosida di dalam molekul yang satu dapat berikatan dengan gugus hidroksil C_2, C_3, atau C_4 dari molekul yang lain. Berbeda dengan selulosa, hemiselulosa berbentuk *amorf*. Hemiselulosa adalah polisakarida yang mempunyai berat molekul lebih rendah dari selulosa, biasanya terdapat pada dinding sel, berikatan

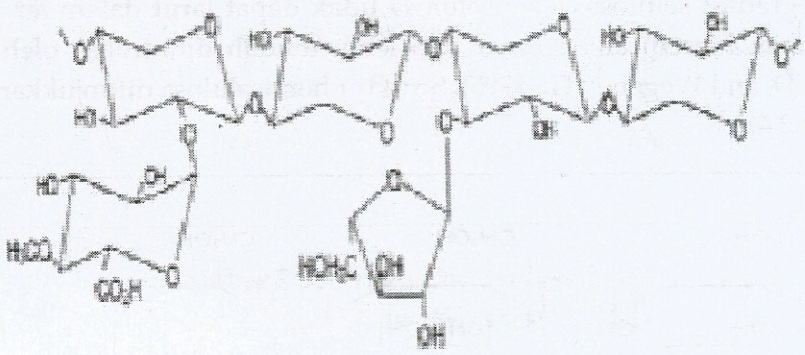
dengan selulosa dan lignin. Kandungan hemiselulosa di dalam kayu berkisar antara 20-35%. Degradasi hemiselulosa terjadi lebih dahulu dari pada degradasi selulosa. Hemiselulosa tidak dapat larut dalam air, tetapi larut dalam larutan alkali encer dan lebih mudah dihidrolisa oleh asam (Fengel, D. and Wegener, G., 1995). Struktur hemiselulosa ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. *Struktur hemiselulosa. Sumber: Fengel, D. and Wegener, G., 1995.*

Hemiselulosa termasuk dalam kelompok polisakarida heterogen yang dibentuk melalui jalan biosintesis yang berbeda dari selulosa. Hemiselulosa relatif mudah dihidrolisis oleh asam menjadi komponen komponen monomer hemiselulosa Kebanyakan hemiselulosa mempunyai derajat polimerisasi hanya 200 (Palonen, 2004, Sjostrom, 1998). Hemiselulosa mempunyai rantai polimer yang pendek dan tak terbentuk, oleh karena itu sebagian besar dapat larut dalam air. Rantai utama dari hemiselulosa dapat berupa homopolimer (umumnya terdiri dari satu jenis gula yang berulang) atau juga berupa heteropolimer (campurannya beberapa jenis gula) (Ibrahim, 1998). Dilihat dari strukturnya, selulosa dan hemiselulosa mempunyai potensi yang cukup besar untuk dijadikan sebagai penjerap karena gugus OH yang terikat dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat. Adanya gugus OH, menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben tersebut. Mekanisme jerapan yang terjadi antara gugus -OH yang terikat pada permukaan dengan ion logam

yang bermuatan positif (kation) merupakan mekanisme pertukaran ion (Sukarta, 2008). Struktur selulosa dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. *Struktur Dasar Lignoselulosa Hemiselulosa, Sumber: Prawati, 2015)*

Kandungan hemiselulosa kebanyakan ditemukan di sekeliling mikrofibril selulosa, dimana hemiselulosa membantu ikatan selulosa (Dewi, 2011). Mac Donal dan Franklin (1969) menyatakan bahwa adanya hemiselulosa mengurangi waktu dan tenaga yang diperlukan untuk melunakkan serat selama proses mekanis. Kandungan hemiselulosa yang tinggi memberikan kontribusi pada ikatan antar serat, karena hemiselulosa bertindak sebagai perekat dalam setiap serat tunggal.

Selulosa dan hemiselulosa apabila ditambahkan pada adonan pembentuk beton akan terserap pada permukaan partikel dan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel akibat sifat adhesi dan dispersinya, serta menghambat difusi air dalam material akibat sifat hidrofobnya. Dengan demikian dapat dihasilkan beton yang lebih kuat dan relatif tidak tembus air, yang dapat dipakai sebagai bahan konstruksi untuk tujuan-tujuan khusus (Saifuddin, 2013).

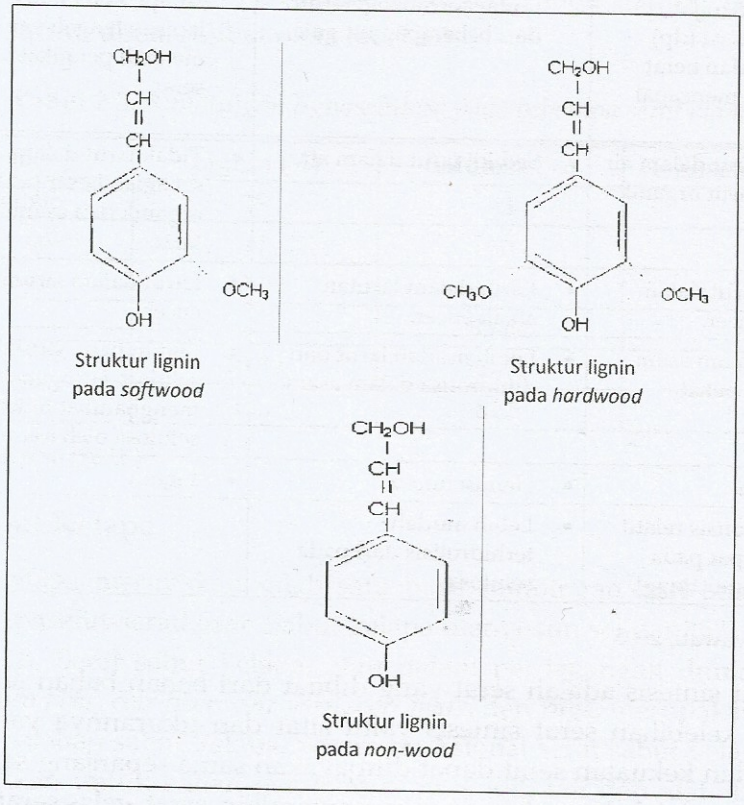
Lignin adalah komponen makromolekuler dinding sel ketiga. Lignin tersusun dari satuan-satuan fenilpropan yang satu sama lain dikelilingi berbagai jenis zat pengikat (Hohnholz.J.H, 1988). Suatu komposit akan mempunyai sifat fisik atau kekuatan yang baik apabila mengandung sedikit lignin, karena lignin bersifat kaku dan rapuh. Lignin merupakan senyawa polimer yang berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa pada jaringan tanaman. Lignin secara umum tidak ditemukan dalam bentuk sederhana

di antara polisakarida-polisakarida dinding sel tanaman, tetapi selalu tergabung atau berikatan dengan polisakarida tersebut. Lignin merupakan senyawa polimer aromatik komplek yang terbentuk melalui polimerisasi tiga dimensi dari sinamil alkohol yang merupakan turunan dari fenilpropana (Fengel, D. and Wegener, G., 1995). Lignin berbentuk non-kristal, mempunyai daya absorpsi yang kuat, di alam bersifat *thermoplastic*, sangat stabil, sulit dipisahkan, dan mempunyai bentuk yang bermacam-macam sehingga struktur lignin pada tanaman bermacam-macam (Setyawati, 2005).

Lignin pada tanaman dapat dibagi menjadi 3 tipe:

1. Lignin pada kayu lunak (*softwood*).
2. Lignin dari kayu keras (*hardwood*).
3. Lignin dari rumput-rumputan, bambu, dan *palmae* (*non-wood*).

Struktur lignin pada tanaman ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. *Struktur Lignin. Sumber: Fengel, D. and Wegener, G., 1995.*

Lignin merupakan produk massa tumbuh-tumbuhan yang secara biologis paling lambat dirusak, dengan demikian lignin merupakan sumber utama bahan organik yang lambat dirusak oleh asam-asam fuminat yang terdapat di dalam tanah. Lignin tidak larut dalam air, sebagian besar pelarut organik, dan asam mineral kuat. Lignin memiliki spektrum serapan absorpsi ultraviolet (UV) yang khas dan memberikan reaksi warna yang khas dengan banyak fenol dan amino aromatik (Fengel, D. and Wegener, G., 1995).

Sifat-sifat fisik biomassa lignoselulosa

Perbedaan antara selulosa, hemiselulosa dan lignin tertera pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. *Sifat-sifat fisik biomassa lignoselulosa.*

Selulosa	Hemiselulosa	Lignin
• Polisakarida linier dengan derajat polimerisasi (dp) N10000 dan berat molekul mencapai 400000.	• Polisakarida dengan rantai bercabang, terdiri dari beberapa unit gula.	• Struktur kimianya sangat komplek, membentuk lapisan tengah yang menjadi pengikat antar serat.
• Tidak larut dalam air dan pelarut organik.	• Sedikit larut dalam air.	• Tidak larut dalam air, sebagian besar pelarut organik dan asam mineral kuat.
• Tidak larut dalam alkali encer.	• Larut dalam larutan alkali encer.	• Larut dalam larutan alkali encer.
• Larut dalam asam mineral pekat.	• Lebih mudah larut dan dihidrolisa dalam asam.	• Lignin pada struktur kristal selulosa jaringan tanaman menghambat hidrolisa selulosa oleh asam.
• Selulosa	• Hemiselulosa	• Lignin
• Terhidrolisis relatif lebih cepat pada temperatur tinggi.	• Lebih mudah terhidrolisis dari pada selulosa.	

Sumber: Setyawati, 2005.

Serat sintesis adalah serat yang dibuat dari bahan bahan anorganik. Beberapa kelebihan serat sintesis yaitu sifat dan ukurannya yang relatif seragam dan kekuatan serat dapat diupayakan sama sepanjang serat. Serat sintetis yang telah banyak digunakan antaralain serat gelas,serat karbon, kevlar, nylon, dan lain-lain (Schwartz,1984).

2.4.1. Bagase

Ampas Tebu (*bagase*) adalah bahan sisa berserat dari batang tebu yang telah mengalami ekstaksi niranya dan banyak mengandung parenkim serta tidak tahan disimpan karena mudah terserang jamur. Serat sisa dan ampas tebu kebanyakan digunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi yang diperlukan untuk pembuatan gula. Padahal ampas tebu selain dimanfaatkan sebagai bahan bakar pabrik, dapat juga sebagai bahan baku untuk serat dan partikel untuk papan, plastik dan kertas serta media untuk budidaya jamur atau dikomposisikan untuk pupuk.

Ampas tebu merupakan hasil samping dari proses ekstaksi cairan tebu. Dari satu pabrik dapat dihasilkan sekitar 35-40% dari berat tebu yang digiling. Tanaman tebu umumnya menghasilkan24-36% bagase tergantung pada kondisi dan macamnya. Bagase mengandung air 48-52%, gula 2,5 6% dan serat 44-48%. Komponen kimia serat sabut tebu dan beberapa serat penting lainnya dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. *Kandungan lignoselulosa pada beberapa serat alam*

Serat	Lignin (%)	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)
Tandan sawit	19	65	–
Mesocarp sawit	11	60	–
Sabut tebu	40-50	32-43	0,15-0,25
Pisang	5	63-64	19
Sasal	10-14	66-72	12
Daun nanas	12,7	81,5	–

(Sumber: Kliwon (2002))

2.4.2. Sabut Kelapa

Serabut kelapa merupakan salah satu hasil sampingan dari buah kelapa yang berupaserat-seratkasar. Sabut kelapa menyusun sekitar 35% dari total bobot buah. Serat sabut kelapa, atau dalam perdagangan dunia dikenal sebagai *coco fiber, coir fiber, coir yarn, coir mats,* dan *rugs,* merupakan produk hasil pengolahan sabut kelapa. Secara tradisional serat sabut kelapa hanya dimanfaatkan untuk bahan pembuat sapu, keset, tali dan alat-alat rumah tangga lain.

Perkembangan teknologi, sifat fisika-kimia serat,dan kesadaran konsumen untuk kembali ke bahan alami, membuat serat sabut kelapa dimanfaatkan menjadi bahan baku industry karpet, jok dan *dashboard* kendaraan,kasur, bantal, dan *hardboard*. Serat sabut kelapa juga dimanfaatkan untuk pengendalian erosi. Serat sabut kelapa diproses untuk dijadikan *coir fiber sheet* yang digunakan untuk lapisan kursi mobil, *springbed* dan lain-lain.

Komposisi kimia sabut kelapa terdiri atas selulosa, lignin, *pyroligneous* acid, gas, arang, ter, tannin, dan potasium. Salah satu produk yang dapat diolah dari tanaman kelapa dalah sabut kelapa. Namun saat ini pemanfaatan serabut kelapa masih sangat kurang di kalangan masyarakat. Hal ini diakibatkan kurangnya pemahaman tentang nilai ekonomi produk ini. Disisi lain teknologi dan informasi pasar tentang serabut kelapa belum banyak diketahui oleh masyarakat. Produk primer dari pengolahan sabut kelapa terdiri atas serat (serat panjang), *bristle* (serat halus dan pendek), dan debu sabut (Rindengan, 1995). Ekstraksi selulosa dari sabut kelapa bisa dilakukan dengan metode pergantian pelarut.

Tabel 2.4. *Kandungan Kimia Sabut Kelapa.*

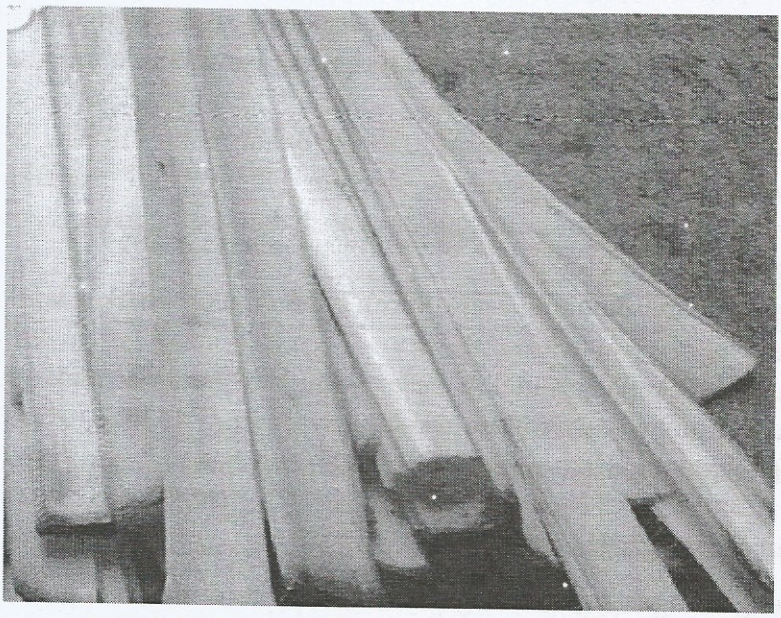
JenisAnalisis	Serat	Debu
Abu	4,49	5,62
SiO_2	0,74	0,57
Sari	6,62	6,7
Lignin	37,8	43,04
C&B selulosa	49,62	
Alfa selulosa	33,74	
Pentosan	15,63	11,51
Kelarutan air panas	12,51	22,16
Kelarutan air dingin	10,29	17,22
Kelarutan NaOH 1%	34,78	45,57

Sumber: Rendingan 1995

2.4.3. Gedebok Pisang

Salah satu serat alam yang kaya akan selulosa adalah gedebok pisang yaitu sekitar 63% (Asparani, 2013).cTanaman pisang *(Musa ceae sp)* adalah

tanaman yang multiguna. Selain dimanfaatkan buah dan daunnya, dari gedebok pisang yang telah dipanen bisa dimanfaatkan kandungan seratnya. Komposisi kimia gedebok pisang tergantung pada kandungan unsur hara tempatnya tumbuh, dan sifat daya serap tanaman tersebut. Kandungan kimia serat gedebok pisang terdiri atas 63% selulosa, 20% hemiselulosa, dan 5% lignin (Asparani, 2013).



Gambar 4.7. *Kedebok Pisang*

2.5 DELIGNIFIKASI

Delignifikasi merupakan proses pengurangan lignin dan pemecahan lignoselulosa menjadi lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Menurut Sun (2002), delignifikasi yang baik harus:

a. meningkatkan pembentukan gula pada proses hidrolisis enzimatik,
b. menghindari degradasi selulosa,
c. menghindari pembentukan produk samping yang dapat menghambat proses hidrolisis dan fermentasi, serta
d. ekonomis.

2.5.1. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses delignifikasi adalah:

1. Waktu pemasakan, dipengaruhi oleh *lignin* semakin besar konsentrasi *lignin* semakin lama waktu pemasakan dan kisaran waktu pemasakan antara 1- 4 jam.
2. Konsentrasi larutan pemasak, jika kadar *lignin* besar maka konsentrasi larutan pemasak juga harus besar.
3. Pencampuran bahan, dipengaruhi oleh pengadukan. Dengan pengadukan, akan dapat meratakan larutan dengan bahan baku yang akan dipisahkan *ligninn*ya.
4. Perbandingan larutan pemasak dengan bahan baku, didasarkan pada perbandingan larutan pemasak dengan bahan baku. Semakin kecil perbandingan larutan pemasak dengan bahan baku maka *lignin* yang didegradasi akan kecil juga.
5. Ukuran bahan, semakin besar ukuran bahan maka semakin lama waktu prosesnya.
6. Suhu dan Tekanan, semakin besar suhu dan tekanan maka semakin cepat waktu prosesnya, kisaran suhunya antara 100 °C - 110 °C dan untuk tekanannya 1 atm (Sumada, 2011).

2.5.2. Proses penghilangan lignin

Proses penghilangan lignin yang telah dikenal terdiri dari 2 proses, yaitu proses asam dan proses basa. Terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan dari setiap proses. Penjelasan secara singkat dari setiap proses dijabarkan sebagai berikut:

a. Proses Basa

Larutan pemasak yang biasa digunakan Na_2S, NaOH, Na_2CO_3. Bahan yang telah berukuran kecil kemudian dimasukkan ke dalam sebuah bejana yang disebut *digester*. Pada bagian ini, ditambahkan larutan pemasak yang berfungsi untuk memisahkan selulosa dari zat-zat lain. Bahan baku yang cocok digunakan dalam proses ini adalah merang, jerami atau sabut kelapa. Proses Delignifikasi menggunakan NaOH atau sering disebut alkali digunakan untuk menghilangkan kotoran atau lignin pada serat dengan Sifat alami serat adalah *Hyrophilic*, yaitu suka terhadap air. berbeda dengan polimer yang *hidrophilic*. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat

permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami *hyrophilic* serat dapat memberikan ikatan *interfacial* dengan matrik secara optimal.

b. Proses Asam (*Proses Sulfit*)

Secara garis besar, proses sulfit dilakukan dengan melalui tahapan-tahapan yang sama dengan proses basa, hanya membutuhkan larutan pemasak yang berbeda. Larutan pemasak yang digunakan dalam proses ini adalah SO_2, $Ca(HSO_3)_2$, $Mg(HSO_3)_2$. Bahan baku yang sesuai adalah bahan dengan serat berukuran panjang. Berikut ini tabel perbandingan proses delegnifikasi antara proses asam dan proses basa.

Tabel 2.5. *Perbandingan Proses Asam dan Proses Basa*

Asam	Basa
Tidak menurunkan lignin secara signifikan	Menurunkan lignin secara signifikan
Harga mahal	Harga murah
Penurunan kadar hemiselulosa lebih tinggi dibandingkan lignin	Penurunan kadar lignin lebih tinggi dibandingkan hemiselulosa
Menghasilkan produk samping berupa asam asetat dan furfural	Tidak menghasilkan produk samping
Menyebabkan korosif dan limbah yang toxic	Lebih ramah lingkungan

(Lee S, 2007; Rocha, 2011; Rabelo, 2011)

Tidak semua komponen yang terdapat dalam serat alam berpengaruh baik dalam meningkatkan sifat mekanik suatu komposit. Lignin sebagai salah satu komponen serat alam diketahui mempunyai pengaruh buruk terhadap kekuatan serat (*fibers*). Lignin yaitu bagian yang terdapat dalam lamela tengah dan dinding sel yang berfungsi sebagai perekat antar sel, merupakan senyawa aromatik berbentuk amorf. Komposit akan mempunyai sifat fisik atau kekuatan yang baik apabila mengandung sedikit lignin, karena lignin bersifat kaku dan rapuh (Dewi, 2011). lignin dapat menurunkan kuat tarik serat sebesar 500 Mpa, sedangkan selulosa diketahui memiliki kuat tarik sebesar 2000 Mpa (Siswadi dkk, 2007). Lignin juga berfungsi membungkus selulosa dan hemiselulosa, sehingga cukup sulit untuk mendapatkan kan-

dungan selulosa dan hemiselulosa yang tinggi, oleh karena itu dibutuhkan sebuah proses pretreatment yang tepat untuk menghilangkan atau mendegradasi kandungan lignin tersebut.

Menurut (Lee S, 2007; Rocha, 2011; Rabelo, 2011) kelebihan proses basa dibandingkan proses asam diantaranya dapat menurunkan kandungan lignin secara signifikan, harganya lebih murah, penurunan kadar lignin lebih tinggi dibandingkan hemiselulosa, dan tidak menghasilkan produk samping serta ramah lingkungan. Sehingga pada penelitian ini, peneliti lebih tertarik untuk menggunakan proses basa untuk mendegradasi kandungan lignin pada bagas.

Lignin yang terdapat pada bahan baku akan bereaksi dengan NaOH dan membentuk Natrium Lignat, yang kemudian dipisahkan dari selulosa dan hemiselulosa (Durant, 1960).

-oo0oo-

3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Terapan, Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik, dan Laboratorium Pengukuran Besaran Elektrik, Teknik Elektro, Fakultas Teknik.

3.2 METODOLOGI PERSIAPAN KOMPOSITE SABUT KELAPA

3.2.1. Bahan dan Alat

Hot plate, Gelas ukur, Spatula, Termometer, Digital pH-meter, Digital balance, Cawan petri, Kertas saring, Pipet kaca, Drying Oven, Strirrer magnetis, Ayakan (saringan) ukuran 63 mikron, Cetakan, Zipbag lock dan Almunium foil.

Serat Sabut Kelapa, Natrium Hidroksida (NaOH) yang divariasikan 30, 40, 50 %, Aquades, Poliester alifatik jenis Poli asam laktat.

3.2.2. Persiapan Bahan

Serat sabut kelapa yang digunakan dicuci bersih kemudian dikeringkan dalam oven selama 1 jam Setelah kering selanjutnya dilakukan penggilingan, kemudian diayak dengan ukuran ayakan 63 mikron. Larutan pemanas yang digunakan adalah NaOH dengan variasi konsentrasi.

3.2.3 Delignifikasi Serat Sabut Kelapa dengan NaOH

Bahan yang berupa serat bagas ditimbang sebanyak 75 gr. Bahan tadi kemudian dimasak dengan temperatur pemasakan dan larutan NaOH 150 ml yang divariasikan konsentrasinya. Proses delignifikasi ini dilakukan menggunakan hot plate dan diaduk menggunakan stirrer magnetis selama 2 jam. Setelah 2 jam proses Delignifikasi selesai, selanjutnya dilakukan penyaringan bahan hasil delignifikasi menggunakan kain saring. Residu yang diperoleh kemudian dicuci dengan air sampai pH air cucian netral, dimana pengukuran pH menggunakan pH meter.

3.3 PENGERINGAN

Residu yang diperoleh selanjutnya dikeringkan dengan oven selama 1 jam sampai diperoleh berat yang konstan.

3.4 ANALISIS KOMPOSIT

3.4.1 Pengujian kandungan lignin, selulosa dan hemiselulosa

Pengujian kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin dilakukan dengan metode Chesson.

3.4.2 Pengujian Sifat Mekanik

Pada penelitian ini sifat mekanik bahan ditentukan melalui :

- kekuatan tarik (*ultimate tensile strength*),
- persen perpanjangan (*elongation at break*)
- dan modulus young

Sampel diuji dengan menggunakan alat autograph. Pengujian dilakukan pada temperature 23°C, Humidity 50 %, dan dengan cross head speed 20 $mm.min^{-1}$.

3.4.3 Uji Scanning Electron Microscopy (SEM)

Sampel dipotong ukuran 1 x 1 cm untuk ditelpelkan pada holder (wadah sampel untuk diuji), kemudian dimasukan pada chamber untuk nantinya ditembakan elektron, namun sebelum itu keadaan dalam chamber harus terlebih dahulu vacuum.

3.4.4 Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR

Sampel dipotong kecil dan digerus bersama KBr hingga halus untuk membentuk pelet, kemudian diletakan pada wadah sampel untuk diuji. Kemudian akan tampil pic pada layar monitor.

3.5 METODOLOGI PERSIAPAN KOMPOSITE KEDEBOK PISANG

3.5.1 Bahan Baku

Gedebok pisang yang akan dijadikan sebagai bahan baku dalah gedebok pisang jenis pisang sereh yang didapat dari kebun pisang di DS Karang Anyar, Lampung Selatan.

a. Bahan-Bahan Pengolahan Gedebok Pisang

Bahan-bahan yang digunakan yaitu:

1. NaOH
   NaOH yang digunakan adalah NaOH 5% sebagai perendam serat gedebok pisang.
2. Air
   Air digunakan sebagai pencuci gedebok pisang.
3. Aquades
   Aquades digunakan sebagai pengencer NaOH
4. SLS (Sodium Lauryl Sulphate)
   SLS yang digunakana dalah SLS 10% sebagai perendam serat gedebok pisang setelah perendaman NaOH

b. Bahan-Bahan Pembuatan Beton

Bahan bahan yang digunakan dalam pembuatan beton sesuai dengan SK SNI T-15-1990-03. (Erniarti, 2010). Untuk pembuatan 1 buah benda uji 24MPa dibutuhkan komposisi batu kerikil, pasir, semen dan air berturut-turut dengan perbandingan 4,8 : 3,2 : 1,9 : 1 (SNI DT-91-0008-2007)

1. Semen Portland
2. Agregat Kasar yang digunakan adalah kerikil
3. Agregat Halus yang digunakan adalah pasir
4. Air

Gedebok pisang hasil delignifikasi SLS (Sodium Lauryl Sulphate) digunakan sebagai serat penguat pada pembuatan komposit.

3.5.2 Alat-Alat Pengambilan Serat

Alat-alat yang digunakan adalah:

1. Timbangan
   Berfungsi untuk mengukur massa bahan baku dan produk.
2. Gelas Ukur
   Berfungsi untuk mengukur volume larutan yang akan digunakan.
3. Alat Potong
   Digunakan untuk memotong gedebok pisang
4. *Stop watch*
   Digunakan untuk memperhitungkan waktu.
5. Spektrofotometer
   Spektofotometer digunakan untuk menganalisis kandungan selulosa hasil perlakuan pada serat gedebok pisang.

3.5.3 Alat-Alat Pembuatan Beton

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan benda uji antara lain:

1. Timbangan, kapasitas 50kg berfungsi untuk mengukur berat bahan-bahan pembuatan beton.
2. Mesin molen, untuk mempermudah proses pencampuran bahan.
3. Kontainer, tempat penampungan sementara adukan beton.
4. Ayakan, untuk memisahkan agregat agar ukurannya seragam.
5. Sekop, untuk membantu proses penuangan hasil adukan bahan kedalam cetakan.
6. Cetakan kubus ukuran 15cm x 15cm x 15cm
7. Cetakan balok ukuran 40cm x 10cm x 10cm
8. Cetakan balok ukuran 16cm x 4cm x 4cm
9. Kerucut Abrams, sebagai alat uji slump test (menentukan kelayakan kekentalan adukan beton).
10. Vibrator, sebagai alat penggetar untuk memadatkan bahan-bahan yang telah dicampur saat dicetak.

11. Tamper, tongkat pemadat dari baja yang berfungsi sebagai alat untuk meratakan adukan di dalam cetakan.

3.5.4 Persiapan Bahan Baku

1. Persiapan gedebok pisang
2. Persiapan bahan-bahan untuk adukan beton.

a. Delignifikasi Serat Gedebok Pisang

Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Disiapkan bahan dan alat yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian.
2. Dipilih gedebok pisang yang masih bagus
3. Dipotong menjadi bagian-bagian tipis dengan ukuran masing masing 0,4 m (40 cm).
4. Dilakukan pembantingan terhadap gedebok pisang hingga gedebok dalam keadaan lunak.
5. Dikeringkan dibawah sinar matahari selama 10 hari
6. Direndam gedebok pisang yang telah kering dengan larutan NaOH5% selama 2 jam
7. Diembunkan tali serat selama 5 hari
8. Direndam gedebok pisang kedalam larutan SLS 10% selama 8 jam
9. Dikeringkan gedebok pisang selama 24 jam
10. Dilakukan pembuatan anyaman dan serbuk dari serat gedebok pisang

b. Pembuatan Benda Uji

Beton yang akan diuji direncanakan memiliki kuat tekan 24MPa, dibuat dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Disiapkan bahan-bahan adukan untuk pembuatan 3 buah benda uji berbentuk kubus ukuran 15x15x15 cm, 60 buah benda uji berbentuk balok ukuran 4x4x16cm, dan 3 buah benda uji berbentuk balok ukuran 10x10x40 cm.
2. Bahan bahan tersebut dimasukkan ke dalam mesin molen hingga tercampur dengan baik.
3. Hasil adukan dituang ke dalam container untuk sementara waktu sebelum dilakukan uji slump (uji kekentalan adukan).

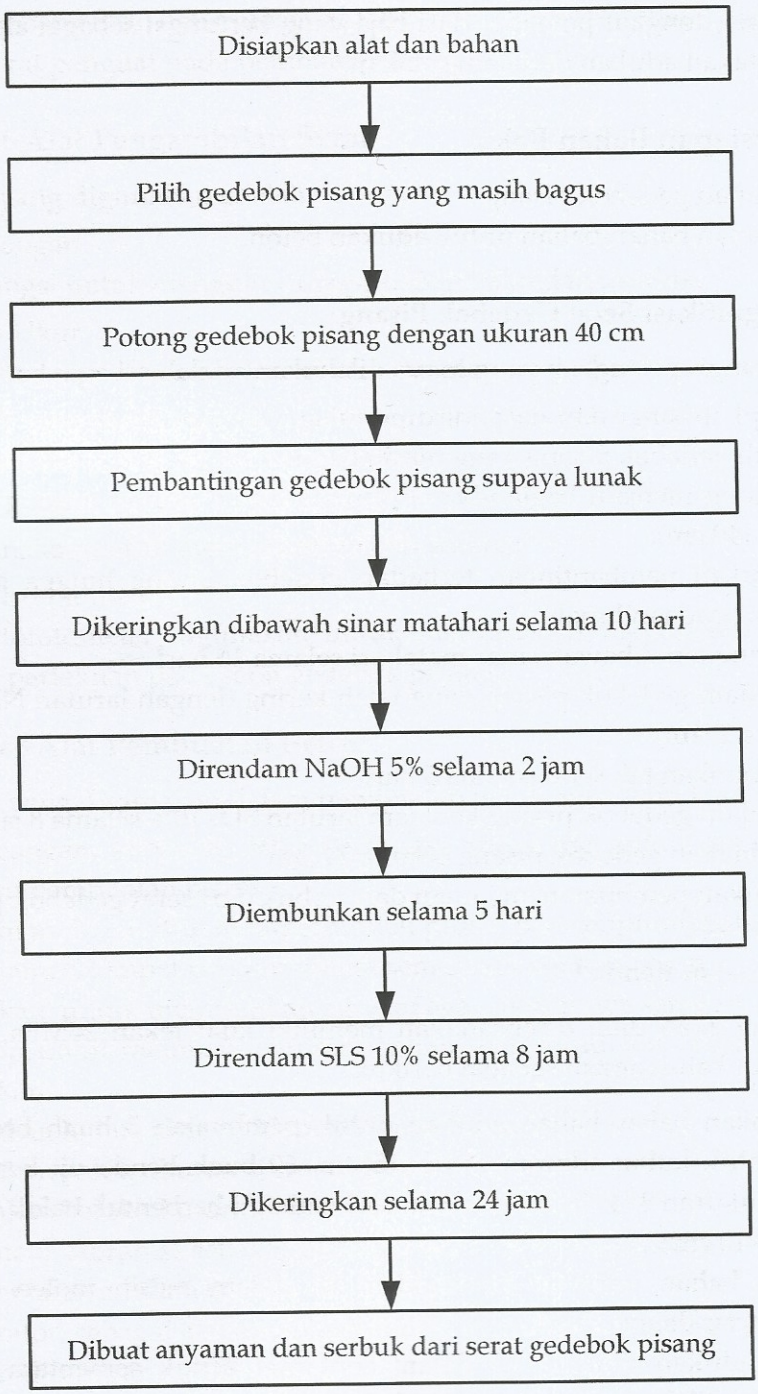


Diagram 3.1. *Delignifikasi Serat Gedebok Pisang*

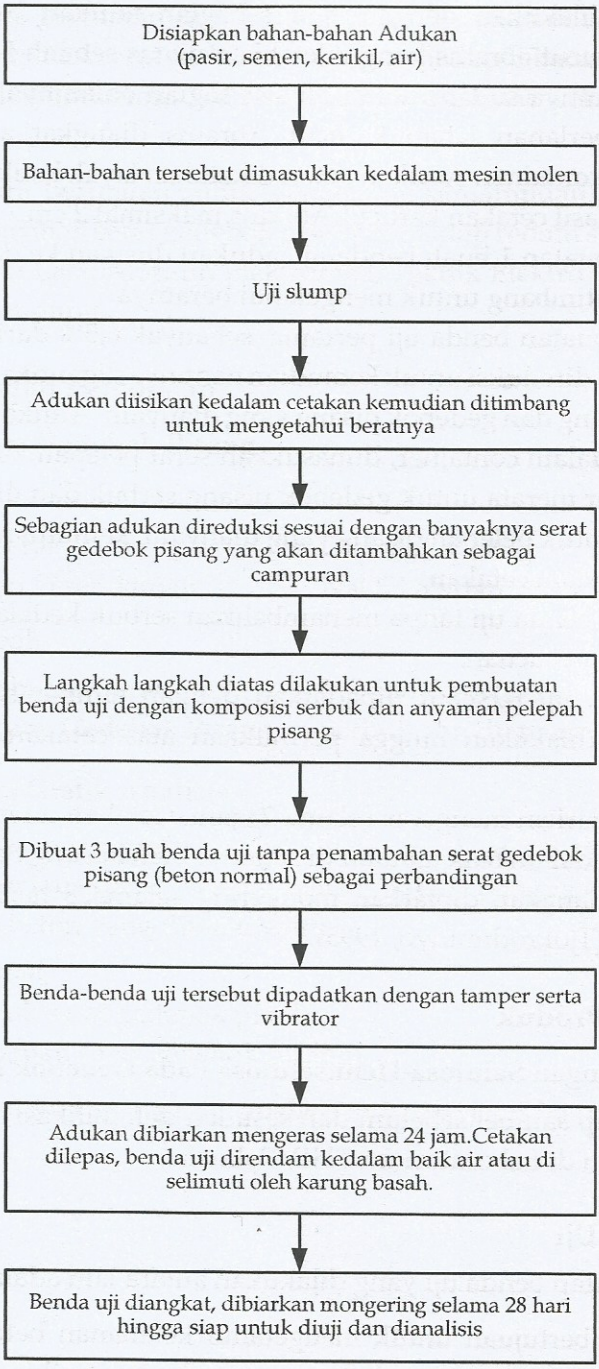


Diagram 3.2. *Pembuatan Benda Uji*

4. Uji slump dilakukan dengan cara sebagian adukan beton dituang kedalam kerucut abrams yang diletakkan diatas sebuah kontainer lain yang sebelumnya sudah diolesi oli sisi bagian dalamnya, dipadatkan, kemudian perlahan lahan kerucut Abrams diangkat agar adonant ertinggal di kontainer. Adukan beton dikatakan layak ketika penurunan ketinggian hasil cetakan kerucut Abrams maksimal 2 cm.
5. Untuk pembuatan 1 buah benda uji, adukan diisikan ke dalam cetakan kemudian ditimbang untuk mengetahui beratnya.
6. Untuk pembuatan benda uji pertama, sebanyak 0,5% dari berat bersih adonan awal direduksi untuk kemudian nantinya digantikan oleh serbuk gedebok pisang dan gedebok pisang yang dianyam. Adukan dituangkan kembali ke dalam container, dimasukkan serat pelepah, diaduk hingga serat tersebar merata untuk gedebok pisang serbuk dan disusun secara horizontal untuk pelepah pisang yang dianyam, kemudian dimasukkan kembali kedalam cetakan.
7. Dibuat pula benda uji tanpa menambahkan serbuk kedalamnya (beton normal) sebagai acuan.
8. Benda-benda uji tersebut dipadatkan dengan tamper serta vibrator. Pemadatan dilakukan hingga permukaan atas cetakan rata dengan adukan.
9. Adukan dibiarkan mengeras selama 24 jam. Cetakan dilepas, benda uji direndam kedalam baik air atau di selimuti oleh karung basah.
10. Benda uji diangkat, dibiarkan mongering selama28 hari hingga siap untuk diuji (Tjokrodimulyo, 1995).

3.5.5. Analisis Produk

Analisis Kandungan Selulosa-Hemiselulosa Pada Gedebok Pisang

Analisis terhadap sampel sebelum dan sesudah delignifikasi serat gedebok pisang dilakukan di Laboratorium THP, Polinela..

Analisis Benda Uji

Pengujian terhadap benda uji yang dilakukan antara lain adalah;

Uji Kuat Tarik, bertujuan untuk mengetahui ketahanan beton tanpa dan dengan penambahan serat gedebok pisang terhadap tarikan dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Uji Kuat Tekan, bertujuan untuk mengetahui ketahanan beton tanpa dan dengan penambahan serat gedebok pisang terhadap tekanan. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Uji Redam Suara, bertujuan untuk mengetahui kemampuan beton tanpa dan dengan penambahan serat gedebok pisang terhadap redam suara. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika, Teknik Elektro, FakultasTeknik Universitas Lampung.

3.5.6. Rancangan Percobaan

a. Pengolahan Gedebok Pisang

VariabelTetap

1) Jenis Serat : Gedebok Pisang
2) Larutan Perendaman : NaOH 5%dan SLS 10%

Variabel Berubah

1) Penambahan Serat : 0% dan 0,5% (persenberat)
2) Perlakuan Gedebok Pisang : Serbuk dan dianyam

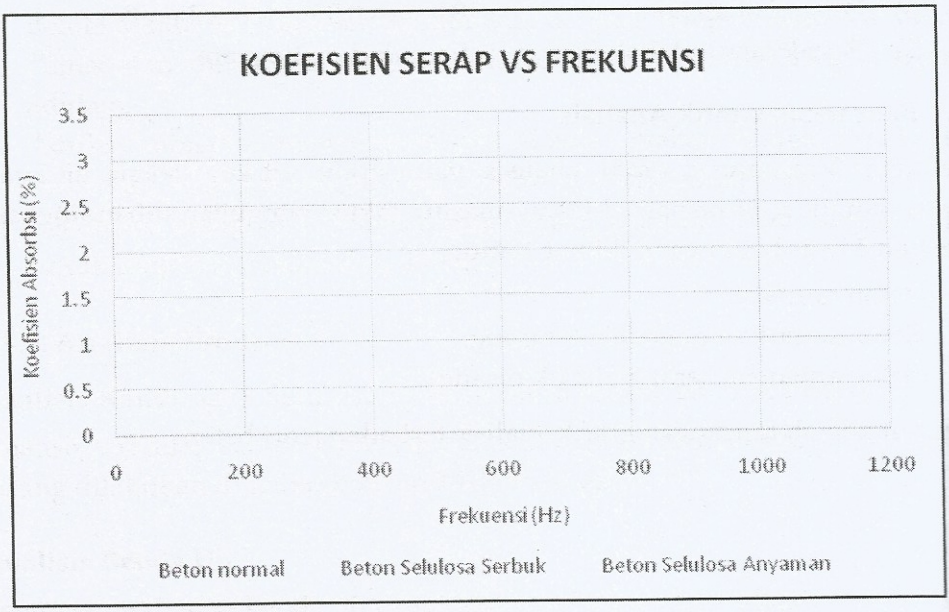
b. Rancangan Grafik Analisis

Terdapat 3 rancangan grafik analisis, yaitu grafik uji kuat tekan, uji kuat tarik, dan uji redam suara. Masing-masing faktor pengujian dibandingkan dengan 3 jenis beton yang dibuat, yaitu:

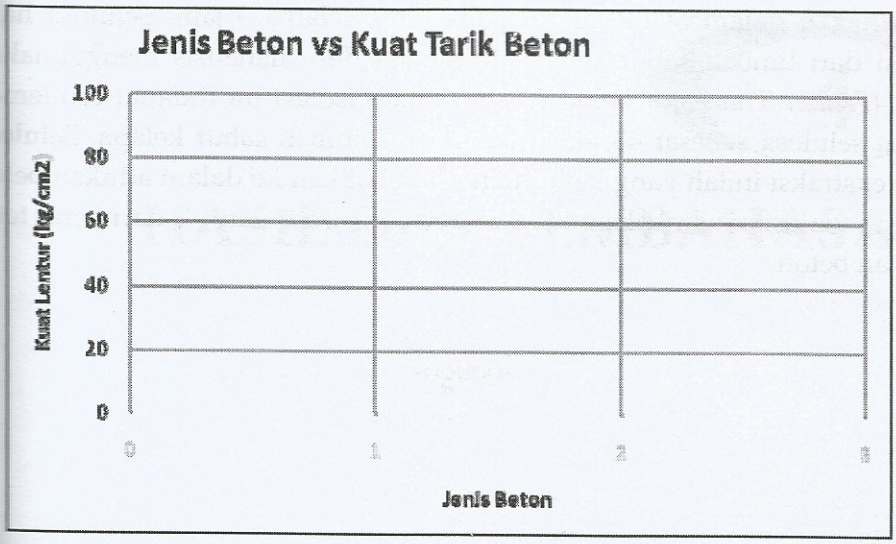
1. Beton normal,
2. Beton serbuk serat gedebok pisang,
3. Beton anyaman serat gedebok pisang).

Berikut adalah rancangan grafik analisis terhadap jenis beton:

Grafik 3.1. *Rancangan grafik hubungan jenis beton terhadap kekuatan tekan beton*



Grafik 3.2. *Rancangan grafik hubungan Koefisien Serap terhadap Frekuensi*



Grafik 3.3. *Rancangan grafik hubungan jenis beton terhadap kekuatan lentur beton*

3.5.7 Ekstraksi Selulosa dengan Metode Pergantian Pelarut

Dalam (Arcana et. al, 2013) ekstraksi selulosa dilakukan dengan mengekstrak limbah sabut kelapa menggunakan campuran pelarut etanol/toluena (1/2v/v) selama 4jam, kemudian pelarut diuapkan pada 60°C selama 3 jam. Hasil isolasi dibilas dengan air panas sampai bebas dari etanol dan toluene, kemudian dilarutkan dalam 2MnaOH panas beberapa kali selama 3jam sampai filtratnya tidak mengendap ketika ditambahkan asam sulfat, dan produk yang dihasilkan berupa serbuk berwarna coklat kekuningan. Tahap pemutihan dilakukan dengan cara merendam produk dalam larutan NaOCl0,5% yang mengandung 1gram NaOH selama 15 menit sampai terbentuk produk berwarna putih, terjadi reaksi :

$$NaOCl_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NaOH_{(aq)} + HOCl_{(aq)}$$

HOCl adalah senyawa yang tidak stabil sehingga akan mengoksidasi zat lain membentuk klor bebas dengan reaksi :

$$2\,HOCl_{(aq)} + 2H^+ + 2e \rightarrow Cl_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

Produk yang dihasilkan pada tahap inidicuci dengan etanol 70% dan air sampai pH-nyanetral untuk menghilangkan sisa NaOCl, dan kemudian

dikeringkan dalam oven vakum pada 60°C selama 3 jam. Selulosa hasil isolasi dari limbah sabut kelapa ditimbang dan dianalisis menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*). Dari tahap isolasi ini didapat rendemen massa selulosa sebesar 43,44 % dari massa limbah sabut kelapa. Selulosa hasil ekstraksi inilah yang kemudian ditambahkan ke dalam adukan beton dengan variasi penambahan 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75% dan 1% dari berat total adukan beton.

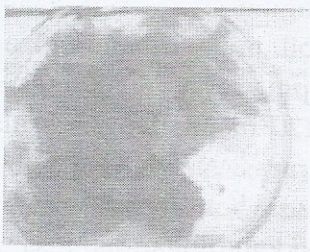
-oo0oo-

4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 ANALISIS KOMPOSITE BAGASE

Hasil penelitian bagas yang telah didelignifikasi, salah satunya seperti pada Gambar 4.1



Gambar 4.1. *Bagas dengan Rasio konsentrasi NaOH : Temperatur delignifikasi 40% :80°C*

Kandungan lignin, selulosa dan hemiselulosa hasil analisis ditunjukan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. *Hasil Proses Delignifikasi*

Run	Rasio Konsentrasi NaOH (%): Temperatur Pemasakan (°C)	Hemiselulosa (%)	Selulosa (%)	Lignin (%)
1	30 : 80	6.926	64.8956	3.2021
2	30 : 100	0.6881	88.7156	2.5459
3	30 : 120	1.5059	58.7098	2.3403

Tabel 4.1. *Hasil Proses Delignifikasi (Lanjutan)*

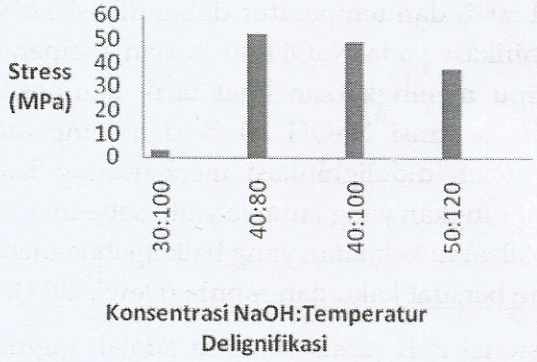
Run	Rasio Konsentrasi NaOH (%): Temperatur Pemasakan (^{0}C)	Hemiselulosa (%)	Selulosa (%)	Lignin (%)
4	40 : 80	3.2841	61.5164	1.8955
5	40 : 100	0.831	68.7904	3.5088
6	40 : 120	3.0859	58.9555	7.6608
7	50 : 80	19.8472	61.0924	4.9449
8	50 : 100	2.9287	68.4552	6.9975
9	50 : 120	5.0441	52.9536	3.9317

Proses delignifikasi dipengaruhi oleh temperatur pemasakan dan konsentrasi larutan pemasak. Pemasakan bahan-bahan pertama dilakukan di dalam hot plate yang diaduk dengan menggunakan stirer magnetis, bertujuan untuk memasak bagas dalam larutan NaOH. Pemasakan bahan dengan menggunakan NaOH di dalam hot plate merupakan bentuk dari metode delignifikasi basa, metode ini merupakan metode yang dapat menurunkan kandungan lignin secara signifikan, biayanya lebih murah, penurunan kadar lignin lebih tinggi dibandingkan hemiselulosa, dan tidak menghasilkan produk samping serta ramah lingkungan. Waktu pemasakan bagas dilakukan selama 120 menit dengan skala pengadukan 750 rpm, pada semua variasi konsentrasi NaOH dan temperatur pemasakan. Dari tabel 1 terlihat bahwa pada konsentrasi NaOH 30 % dan temperatur delignifikasi 100^{0}C memiliki kandungan selulosa yang paling tinggi sebesar 88.7 %, sedangkan kandungan hemiselulosa dan ligninnya sebesar 0.6 % dan 2.5 %. Meskipun kandungan selulosa pada konsentrasi NaOH 30 % dan temperatur delignifikasi 100^{0}C adalah yang paling tinggi, namun bila dibandingkan dengan konsentrasi NaOH 40 % dan temperature delignifikasi 80^{0}C, kandungan lignin yang terdapat pada konsentrasi NaOH 30 % dan temperatur delignifikasi 100^{0}C masih lebih banyak. Tabel 1 menunjukan bahwa kandungan selulosa dan hemiselulosa pada konsentrasi NaOH 40 % dan temperature delignifikasi 80^{0}C sebesar 61 % dan 3.3 %, sedangkan kandungan lignin merupakan yang paling kecil yaitu sebesar 1.8 %. Sehingga pada proses delignifikasi bagas ini, perlakuan yang dapat mengurangi kandungan lignin secara signifikan yaitu pada konsentrasi NaOH 40 % dan temperatur delignifikasi 80^{0}C. Untuk melihat pengaruh proses delignifikasi

terhadap sifat mekanik suatu komposit, maka bagas yang telah didelignifikasi pada variasi konsentrasi NaOH-

4.2 RASIO NAOH-TEMPERATUR PEMASAKAN TERHADAP SIFAT MEKANIK

Karakteristik sifat mekanik dari suatu bahan dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya adalah konsentrasi NaOH dan temperatur pemasakan dalam proses delignifikasi. Pada Grafik 4.1 dapat dilihat pengaruh konsentrasi NaOH dan temperatur pemasakan dalam proses delignifikasi terhadap kekuatan tarik komposit.



Grafik 4.1. *Pengaruh Rasio Konsentrasi NaOH: Temperatur Delignifikasi Terhadap Kuat Tarik Komposit*

Pada Grafik 4.1 terlihat nilai kuat tarik komposit pada konsentrasi NaOH 30 % dan temperatur delignifikasi 100°C lebih rendah dibandingkan dengan yang lainnya. Kandungan lignin, selulosa dan hemiselulosa pada konsentrasi NaOH 30 % dan temperatur delignifikasi 100°C sebesar 2.5 %, 88 % dan 0.6 %. Struktur yang dimiliki oleh selulosa membuatnya memiliki gaya tarik intermolekuler dan kristalinitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan hemiselulosa (Odian, 2004). Kuatnya gaya intermolekuler dalam selulosa membuatnya sulit berinteraksi dengan komponen lain, Sehingga kandungan selulosa terbanyak pada larutan komposit, nilai kuat tarik menurun karena semakin kuat gaya intermolekuler dalam selulosa membuatnya sulit berinteraksi dengan komponen lain sehingga nilai kuat tarik komposit pada konsentrasi NaOH 30 % dan temperatur delignifikasi

100°C lebih rendah, sehingga komposit yang dibuat tidak mampu meningkatkan kuat tarik komposit. Kuat tarik komposit meningkat sangat signifikan pada konsentrasi NaOH 40 % dan temperatur delignifikasi 80°C, hal ini dipengaruhi oleh konsentrasi NaOH yang lebih tinggi dan temperatur yang lebih rendah pada proses delignifikasi, sehingga mampu menurunkan kandungan lignin dan selulosa menjadi 1.8 % dan 61.5 %, dan meningkatkan kandungan hemiselulosa menjadi 3.3 %. Komposit yang dibuat dengan menggunakan serat hasil delignifikasi pada konsentrasi NaOH 40 % dan temperatur delignifikasi 80°C, dapat meningkatkan nilai kuat tarik komposit poli sebesar 16 %. Kemudian terjadi penurunan nilai kuat tarik komposit pada konsentrasi NaOH 40 % dan temperatur delignifikasi 100°C juga pada konsentrasi NaOH 50 % dan temperatur delignifikasi 120°C, namun bagas hasil proses delignifikasi pada NaOH 40 % dan temperatur delignifikasi 100°C masih mampu meningkatkan kuat tarik komposit sebesar 8.8 %. Sementara pada konsentrasi NaOH 50 % dan temperatur delignifikasi 120°C bagas yang telah didelignifikasi mengandung kadar lignin yang paling banyak dibandingkan yang lainnya yaitu sebesar 4 %, komposit akan mempunyai sifat fisik atau kekuatan yang baik apabila mengandung sedikit lignin, karena lignin bersifat kaku dan rapuh. (Dewi, 2011).

Gugus fungsional dari rantai selulosa adalah gugus hidroksil yang dapat berinteraksi dengan gugus -O, -N, dan -S, membentuk ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen lebih panjang dari ikatan kovalen tetapi ikatannya lebih lemah (Companion, 1991) semakin banyak ikatan hidrogen yang terbentuk menyebabkan rantai semakin panjang. Oleh karena itu terjadi peningkatan persen perpanjangan dengan meningkatnya kandungan selulosa.

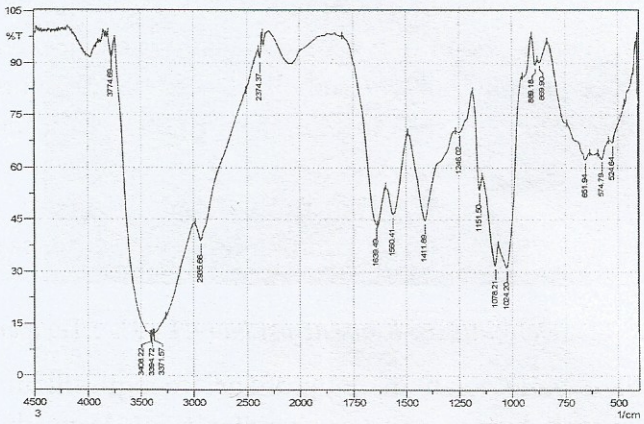
Modulus young merupakan ukuran kekakuan suatu bahan. Semakin kaku suatu bahan, maka nilai modulus young yang dimiliki oleh bahan akan semakin besar. Dimana modulus young diperoleh dari perbandingan antara kekuatan tarik (tensile strength) terhadap persen perpanjangan (elongation at break).

Pada Grafik 4.2 menunjukan bahwa dengan adanya proses delignifikasi pada bagas sebagai penguat dapat menurunkan nilai modulus young komposit. Rendahnya nilai modulus young yang terjadi pada komposit dengan konsentrasi NaOH 30 % dan temperatur delignifikasi 100°C dipengaruhi oleh tingginya kandungan selulosa sehingga ikatan hidrogen

yang terbentuk membuat rantai semakin panjang, dan terjadi peningkatan perpanjangan saat penambahan selulosa. Nilai modulus young terbesar terdapat pada konsentrasi NaOH 40 % dan temperatur delignifikasi 80°C.

4.3 ANALISIS FOURIER TRANSFER INFRA RED DELIGNIFIKASI BAGGASE

Grafik 4.3 merupakan salah satu hasil dari analisis FTIR pada konsentrasi NaOH 40 % dan Temperatur delignifikasi 80°C.



Grafik 4.3. *Spektrum FTIR Komposit Dengan Rasio Konsentrasi NaOH : Temperatur Delignifikasi 40 % : 80 °C*

Gugus fungsi pada komposi untuk konsentrasi NaOH 40 % dan temperatur delignifikasi 80°C yang terbentuk pada spektrum serapan IR meliputi O-H, C= C, C= C, C-H, C-O, dan Phenyl group. Sedangkan hasil identifikasi gugus fungsi komposit pada konsentrasi NaOH 30 % dan temperatur delignifikasi 100°C pada spektrum serapan IR menunjukan ikatan polimerik O-H, C-H, C=C, C-O, dan Phenyl group, pada konsentrasi NaOH 40 % dan temperatur delignifikasi 100°C menunjukan ikatan polimerik O-H, C-H, C=C, C-O, dan Phenyl group, pada konsentrasi NaOH 50 % dan temperatur delignifikasi 120°C menunjukan ikatan polimerik O-H, C-H, C=C, C-O, dan Phenyl group. Hal ini menunjukkan bahwa komposit tersebut dihasilkan dari proses blending/pencampuran fisik karena tidak ditemukannya gugus fungsi yang baru

4.4 ANALISIS SEM (SCANNING ELECTRON MICROSCOPY)

Analisis SEM (scanning Electron Microscopy) dilakukan untuk mengetahui struktur morfologi dari sampel komposit. Berdasarkan analisis SEM yang dilakukan dengan energi tembak (EHT) 10 kV, dan perbesaran 2500 X maka diperoleh salah satu hasilnya pada Gambar 4.2.

Gambar 4.2. *SEM Delignifikasi Konsentrasi NaOH 40% : Temperatur 80 °C*

Serat bagase yang telah di delignifikasi menghasilkan kandungan selulosa yang tinggi, karena selulosa bersifat tidak larut dalam pelarut organik sehingga menghasilkan permukaan komposit yang tidak homogen. Serat-serat dalam selulosa berinteraksi membentuk belitan dan sulit menyebar secara merata. (Ban, 2005).

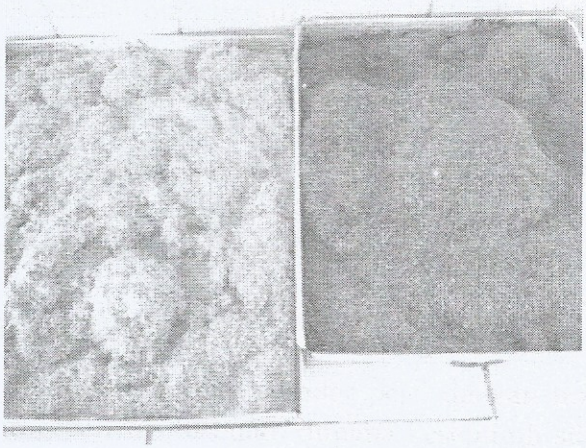
4.5 ANALISIS KOMPOSITE SABUT KELAPA

Selulosa yang diperoleh dalam percobaan secara fisik berwarna putih kekuningan belum benar-benar putih, seperti ditunjukkan pada gambar 4.3 karena zat pemutih/*bleaching* NaOCl yang digunakan masih dengan konsentrasi rendah. Jika menggunakan NaOCl dengan konsentrasi tinggi dikhawatirkan akan menyebabkan terjadi degradasi rantai utama selulosa sehingga sifat-sifat material tersebut menurun. Berikut adalah data hasil analisis serbuk yang disajikan dalam bentuk tabel 4.2.

Tabel 4.2. *Kandungan Kimia Sabut Kelapa Sebelum dan Setelah Treatment*

No.	Kode sampel	Hemiselulosa	Selulosa	Lignin
			(%)	
1	Serbuk Sabut tanpa Treatment	14,6232	36,7337	30,9059
2	Serbuk Sabut dengan Treatment	12,3441	47,8346	18,1086

Dari tahap isolasi ini kandungan selulosa naik menjadi 47,8346% dari sebelumnya hanya 36,7337%, kemudian terdapat 12,3441% hemiselulosa yang pada awalnya berjumlah 14,6232% dan tersisa hanya 18,1086% lignin yang sebelumnya terkandung lebih dari 30% didalam sabut kelapa tersebut. Angka tersebut didapat dari hasil analisis Laboratorium Politeknik Negeri Lampung dan terlampir pada bagian belakang laporan. Nilai kandungan hemiselulosa menurun bisa jadi disebabkan oleh ikut terdegradasinya hemiselulosa saat dilakukan perendaman dengan NaOH secara berulang.

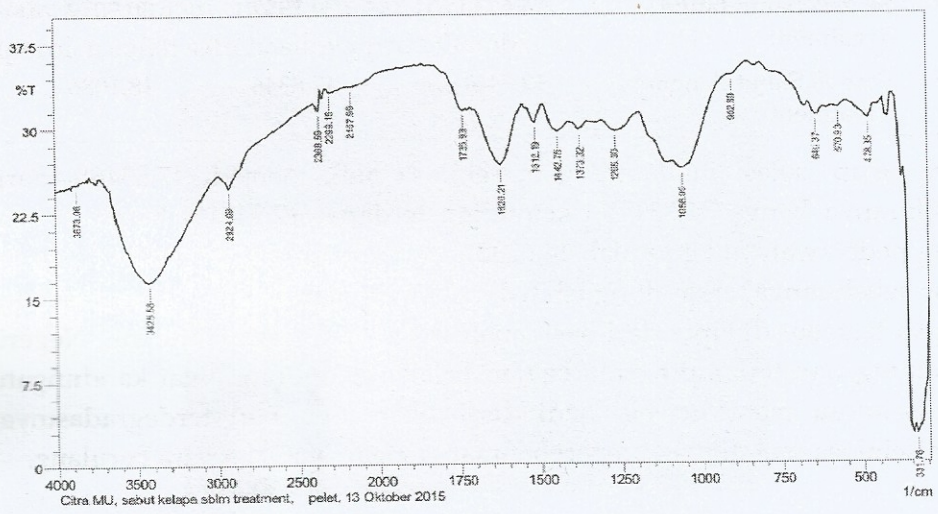


Gambar 4.3. *Sabut Kelapa Setelah Treatment (kiri); Sabut Kelapa Sebelum Treatment (kanan)*

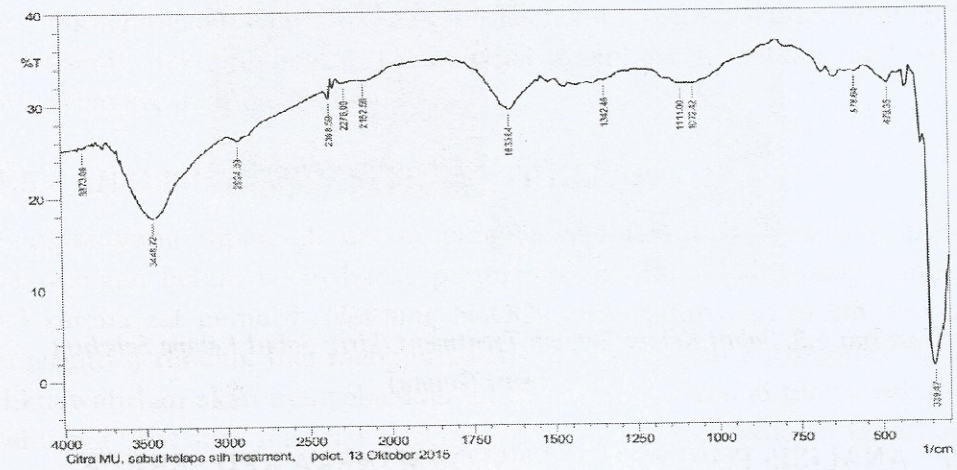
4.6 ANALISIS FOURIER TRANSFORM INFRA RED SERBUK SABUT KELAPA

Analisis gugus fungsi bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam suatu senyawa. Berdasarkan hasil pengujian gugus fungsi

sampel serbuk sabut kelapa sebelum dan setelah *treatment*, diperoleh informasi perubahan beberapa peak yang muncul seperti ditunjukkan pada Grafik 4.4.



Grafik 4.4. *Spektrum FTIR dari Sampel Serbuk Sabut Kelapa Sebelum Treatment.*



Grafik 4.5. *Spektrum FTIR dari Sampel Serbuk Sabut Kelapa Setelah Treatment.*

Pada Grafik 4.4 dan 4.5 terlihat bahwa serbuk sabut kelapa sebelum dilakukan *treatment* memiliki gugus fungsi –OH yang tampak pada bilangan gelombang 3425,58 cm^{-1}, regang C-H pada bilangan gelombang 2924,09 cm^{-1}. Adapun regang bilangan gelombang untuk gugus –OH adalah 3200-3600, sedangkan untuk regang bilangan C-H adalah 2850-2970 cm^{-1} seperti tertera pada Tabel.

Setelah serbuk sabut kelapa mengalami perlakuan dengan NaOH maka kadar lignin dalam serat berkurang. Hal ini dapat dilihat dari hasil uji FTIR serbuk sabut kelapa pada gambar. Pada gambar terlihat bahwa serbuk sabut kelapa setelah perlakuan memiliki gugus-gugus fungsi –OH menjadi 3448,72 cm^{-1} dan C-H pada bilangan gelombang 2924,09 cm^{-1}.

Hal ini menunjukkan terjadi pergeseran gugus fungsi setelah serbuk serabut kelapa diolah dengan beberapa larutan seperti etanol-toluene, NaOH, dan NaOCl. Gugus –OH pada bilangan gelombang 3425,58 cm^{-1} menjadi gugus –OH yang baru pada bilangan 3448,72 cm^{-1}. Pergeseran gugus –OH tersebut disebabkan oleh berkurangnya kadar lignin yang memiliki gugus –OH didalam serbuk serabut kelapa. Adapun pengaru larutan NaOH berfungsi untuk menghilangkan lignin zat pengotor lainnya. Kadar lignin yang bersifat nonpolar di dalam serbuk serabut kelapa berkurang yang menyebabkan tingkat kenon-polaran serbuk serabut kelapa berkurang sehingga adhesi antar muka matriks yang dalam hal ini adalah beton dengan pengisi (serbuk sabut kelapa) pada komposit menjadi baik.

4.7 PEMBUATAN BENDA UJI

Benda uji yang dihasilkan berupa silinder pejal dengan tinggi 30cm dan berdiamater 15cm sebanyak 10 buah, dimana kesepuluh silinder tersebut akan dihitung densitasnya masing-masing, kemudian setelahnya 5 buah silinder akan diuji kekuatan tekan nya, dan 5 buah silinder lainnya akan diuji kekuatan tariknya. Silinder tersebut merupakan komposit beton-selulosa yang telah dibubuhi serbuk sabut kelapa 0%, 0,25%, 0,5%, 0,5%, dan 1% dari berat total adukan beton, yang dalam satuan gram berturut-turut 0gram; 30,88gram; 61,77gram; 92,65gram; dan 123,54gram. Gambar 4.4. berikut menunjukkan silinder yang terbentuk.

Gambar 4.4. *Benda Uji Berbentuk Silinder*

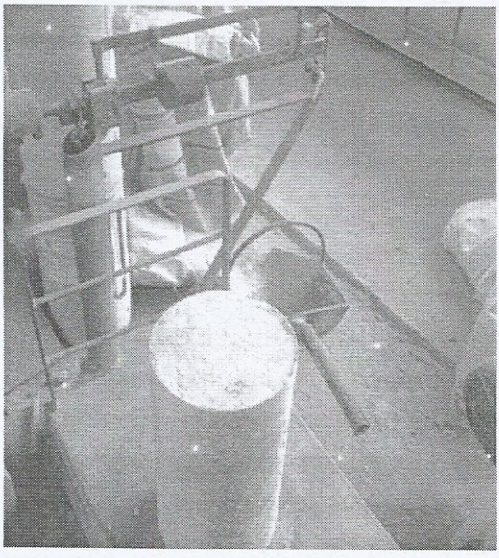
4.8 UJI DENSITAS

Densitas atau kerapatan dapat didefinisikan sebagai massa per satuan volume bahan. Uji densitas dilakukan untuk mengetahui berat jenis masing-masing silinder. Sesuai dengan tujuan jangka panjang yang ingin dicapai, ingin didapatkan material yang lebih ringan namun memiliki kekuatan dan kualitas yang sama bahkan melebihi material yang telah ada sebelumnya. Densitas suatu bahan dapat diketahui dengan rumus ñ = m/v, dimana m adalah massa silinder dan v adalah volume silinder. Tabel 4.2 berikut adalah data hasil pengukuran:

Tabel 4.3. *Hasil Pengukuran Silinder*

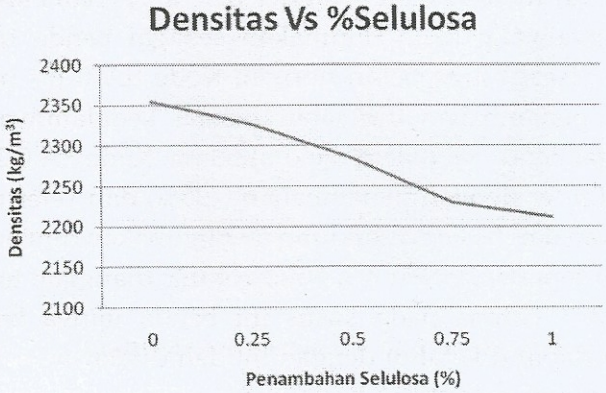
No.	Kode Silinder	Massa Silinder (kg)	Volume Silinder (m3)	Densitas Silinder (ρ = m/V) (kg/m3)
1	SA 0 (a)	12.470	0.005301438	2352.19199
2	SA 0 (b)	12.480	0.005301438	2354.078271
3	SA 0,25 (a)	12.390	0.005301438	2337.101745
4	SA 0,25 (b)	12.275	0.005301438	2315.409517
5	SA 0,5 (a)	12.150	0.005301438	2291.831009
6	SA 0,5 (b)	12.080	0.005301438	2278.627044
7	SA 0,75 (a)	11.850	0.005301438	2235.242589
8	SA 0,75 (b)	11.790	0.005301438	2223.924905
9	SA 1 (a)	11.725	0.005301438	2211.664081
10	SA 1 ((b)	11.730	0.005301438	2212.607221

Kode SA 0 (a) menunjukkan silinder dengan penambahan 0% sabut kelapa kedalamnya yang akan digunakan sebagai benda uji dalam uji kuat tekan atau disebut juga beton normal. Kode SA 0 (b) menunjukkan silinder dengan penambahan 0% sabut kelapa kedalamnya yang akan digunakan sebagai benda uji dalam uji kuat tekan. Kode SA 0,25 (a) dan (b) menunjukkan silinder dengan penambahan 0,25%, dan seterusnya. Massa silinder didapatkan dari hasil pengukuran menggunakan timbangan dengan ketelitian 10gram seperti Gambar 4.5. Nilai volume dianggap tetap dihitung dengan rumus $\eth r^2t$ karena pada kasus ini benda ujinya berupa benda berdimensi yang dapat diketahui dengan mudah dimensinya. Berbeda jika benda uji adalah benda yang tidak beraturan bentuknya, maka perhitungan volume bisa dilakukan dengan menggunakan metode kenaikan fluida dalam gelas ukur.



Gambar 4.5. *Benda Uji Saat Ditimbang*

Benda uji dengan penambahan serbuk sebanyak 1%, 0,75%, 0,5%, dan 0,25% memiliki densitas berturut-turut 2212,135 kg/m^3, 2229,5837 kg/m^3, 2285,229 kg/m^3, dan 2326,349 kg/m^3, sedangkan benda uji tanpa penambahan serbuk memiliki densitas terbesar 2354,3612 kg/m^3.



Grafik 4.6. *Pengaruh Substitusi Serbuk Terhadap Densitas Silinder*

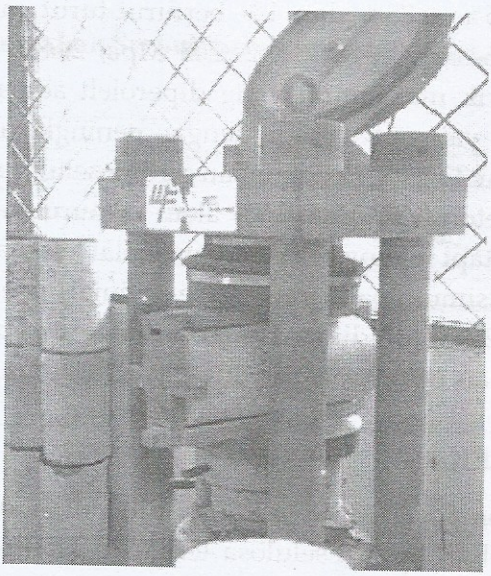
Terlihat pada grafik 4.6 bahwa semakin banyak penambahan serbuk sabut kelapa kedalam adukan beton, massa beton semakin ringan, ditunjukkan dengan densitasnya yang semakin kecil. Hal tersebut disebabkan semakin banyak adukan beton yang direduksi untuk kemudian digantikan dengan pemberian serbuk yang tentunya memiliki densitas yang lebih ringan.

4.9 UJI KUAT TARIK

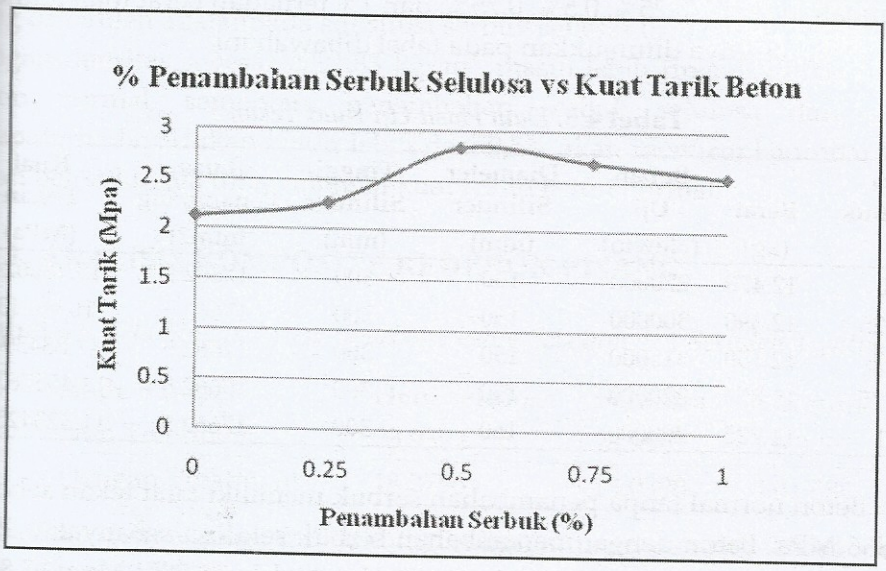
Uji kuat tarik terhadap silinder dilakukan dengan alat seperti pada gambar. Jarum pada alat menunjukkan nilai beban yang dibutuhkan untuk mencapai retakan pertama pada sisi-sisi silinder (kN). Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai kuat tarik dengan data-data yang diperoleh seperti ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. *Data Hasil Uji Kuat Tarik*

% Serbuk	Berat (kg)	Beban Uji (Newton)	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Fu(faktor usia) 28 hari	Kuat Tarik (Mpa)
0	12.480	150000	150	300	1	2.12314225
0.25	12.275	160000	150	300	1	2.26468507
0.5	12.080	200000	150	300	1	2.83085633
0.75	11.790	190000	150	300	1	2.68931352
1	11.730	180000	150	300	1	2.5477707



Gambar 4.7. *Pelaksanaan Uji Kuat Tarik Silinder*



Grafik 4.8. *Hubungan Substitusi Serbuk terhadap Kuat Tarik Beton*

Grafik 4.7 menerangkan bahwa penggunaan serbuk selulosa hasil isolasi dari sabut kelapa menunjukkan adanya peningkatan nilai kuat tarik jika dibandingkan dengan beton normal. Variasi penambahan serbuk selulosa

sebanyak 0,25%; 0,5%; 0.75% dan 1% berturut-turut menghasilkan nilai kuat tarik beton sebesar 2,264 Mpa; 2,8208 Mpa; 2,6893 Mpa; dan 2,5477 Mpa. Nilai kuat tarik maksimum yang diperoleh adalah pada subsitusi serbuk sebesar 0,5% yaitu 2,8308Mpa dengan peningkatan kuat tarik yang terjadia dalah sebesar 33,33%. Penggunaan serbuk selulosa dari sabut kelapa terhadap adukan beton lebih dari 0,5% akan menurunkan nilai kuat tarik maksimum beton tetapi nilainya masih diatas nilai kuat tarik beton normal. Nilai kuat tarik maksimum pada persentase optimal tersebut menghasilkan nilai denitas 2278.62 kg/m^3, dimana nilai densitas tersebut lebih kecil jika dibandingkan densitas beton normal yang dijadikan acuan.

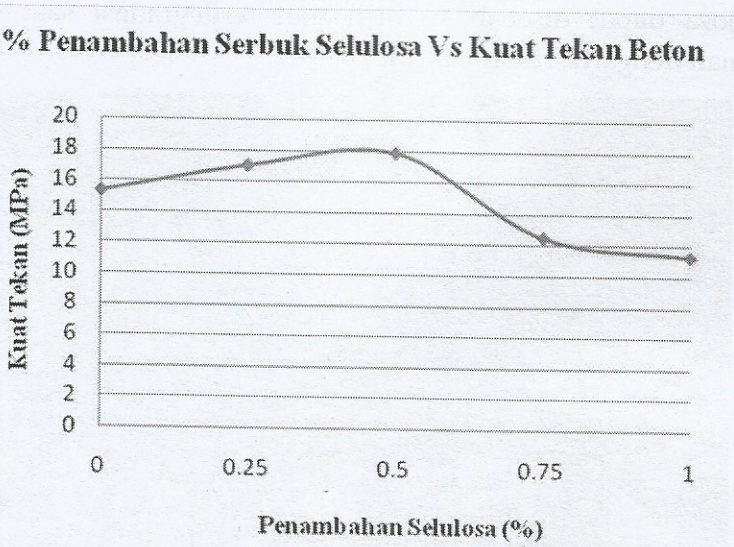
4.10. UJI KUAT TEKAN

Uji Kuat tekan komposit beton selulosa dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk selulosa terhadap kuat tekan beton. Telah dilakukan pengujian kekuatan tekan dan pengamatan terhadap 1 buah beton normal tanpa penambahan serbuk dan 4 buah beton dengan variasi penambahan sebuk 0,25%; 0,5%; 0,75%; dan 1% terhadap berat total adukan beton yang hasilnya ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.5. *Data Hasil Uji Kuat Tekan*

% Serbuk	Berat (kg)	Beban Uji (Newto)	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Luas Penampang (mm2)	Kuat Tekan (MPa)
0	12.470	270000	150	300	17662.5	15.2866242
0.25	12.390	300000	150	300	17662.5	16.985138
0.5	12.150	315000	150	300	17662.5	17.8343949
0.75	11.850	220000	150	300	17662.5	12.45576787
1	11.725	200000	150	300	17662.5	11.32342534

Beton normal tanpa penambahan serbuk memiliki kuat tekan sebesar 15,2866 MPa. Beton dengan penambahan serbuk selulosa sebanyak 0,25%; 0,5%; 0,75% dan 1% berturut-turut memiliki kuat tekan 16,9851 Mpa; 17,8344 MPa; 12,4557 Mpa; dan 11,3234 MPa. Penambahan serbuk selulosa kedalam beton sebanyak 0,25% dan 0,5% memberikan tambahan kekuatan tekan hingga 11,11% dan 16,66%.



Grafik 4.8. *Pengaruh Substitusi Serbuk terhadap Kuat Tekan Beton*

Pada Grafik 4.8. diatas terlihat bahwa nilai kuat tekan maksimum yang diperoleh adalahpada subsitusi serbuk sebesar 0,5% yaitu17,8344 Mpa dengan densitas sebesar 2291,83 kg/m^3, masih lebih ringan dibandingkan beton normal, sementara penambahan serbuk selulosa dari sabut kelapaterhadapadukan beton lebih dari 0,5% akan menurunkan nilai kuat tekan beton hingga dibawah nilai kuat tekan beton normal.

4.11. ANALISIS KOMPOSITE KEDEBOK PISANG

Tabel 4.6. *Kandungan Kimia Gedebok Pisang Sebelum dan Sesudah Treatment*

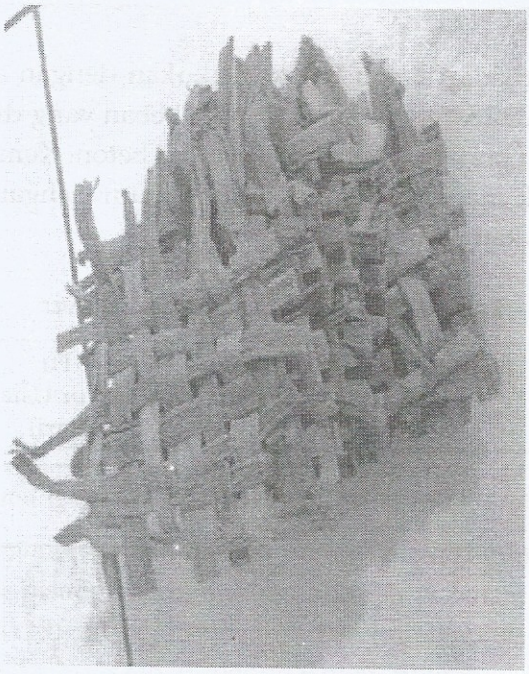
No	Kode Sampel	Hemiselulosa	Selulosa	Lignin
1	Non Treatment	23,9392	28,9907	6,3292
2	Dengan Treatment	18,2796	13,0388	0,6684

Dari tahap delignigikasi ini kandungan lignin turun menjadi 0,6684% dari sebelumnya 6,3292%, kemudian terdapat selulosa 13,0388% yang pada awalnya berjumlah 28,9907%, dan tersisa 18,2796% hemiselulosa yang sebelumnya terkandung lebih dari 23% di dalam gedebok pisang tersebut. Nilai kandungan selulosa menurun bisa jadi disebabkan oleh pengeringan gedebok pisang yang terlalu lama. Sedangkan menurunnya kandungan

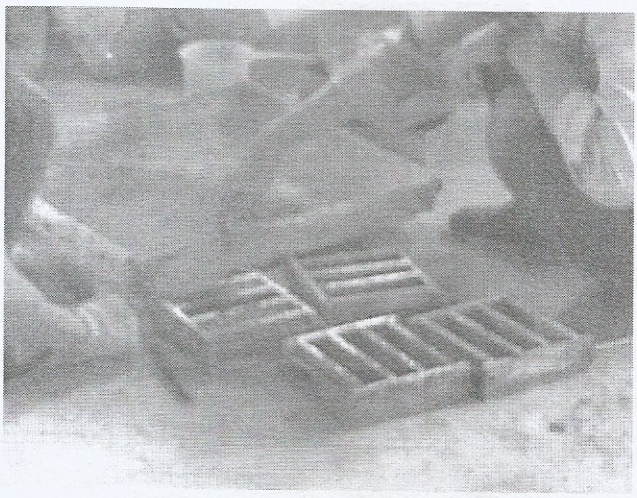
hemiselulosa dapat disebabkan oleh ikut terdegradasi saat dilakukan perendaman dengan larutan NaOH.

Gambar 4.7. *Kedebok Pisang yang Sudah Dikeringkan*

Gambar 4.8. *Sampel Setelah Direndam NaOH selama 2 jam*



Gambar 4.9. *Anyaman Serat Pisang*



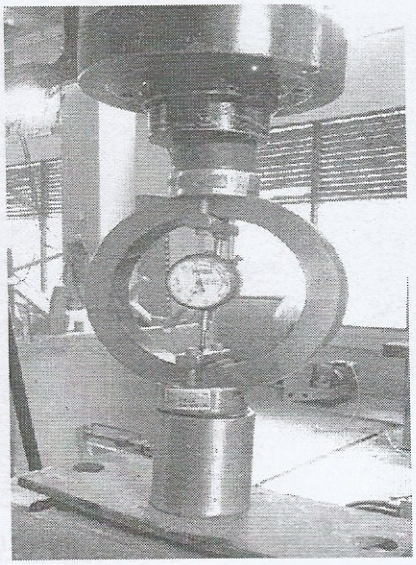
Gambar 4.10. *Proses Pencetskan Komposit Beton*

4.12. UJI KUAT LENTUR

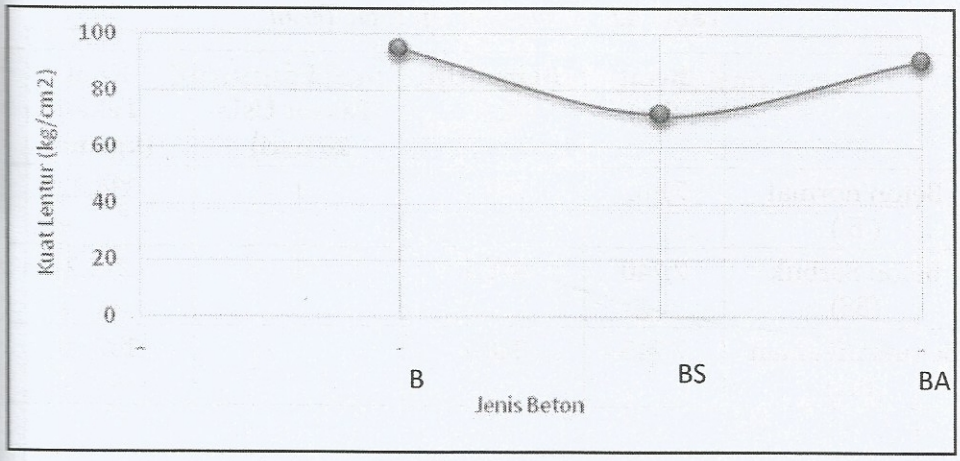
Uji kuat lentur terhadap beton balok dilakukan dengan alat seperti pada gambar. Jarum pada alat menunjukkan nilai beban yang dibutuhkan untuk mencapai retakkan pertama pada pada sisi-sisi beton. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai kuat lentur dengan data-data yang diperoleh ditunjukkan pada table 4.7.

Tabel 4.7. *Data Hasil Uji Kuat Lentur*

	Beban Uji (kg)	Nilai Ra=Rb (kg)	Fu (Faktor Usia 28 hari)	Kuat Lentur (kg/cm^2)
Beton normal (B)	45	1575	1	94,5
Beton Serbuk (BS)	34	1190	1	71,4
Beton Anyaman (BA)	43	1505	1	90,3



Gambar 4.11. *Pelaksanaan Uji Kuat Lentur*



Grafik 4.9. *Hubungan Penambahan Selulosa terhadap Kuat Lentur Beton*

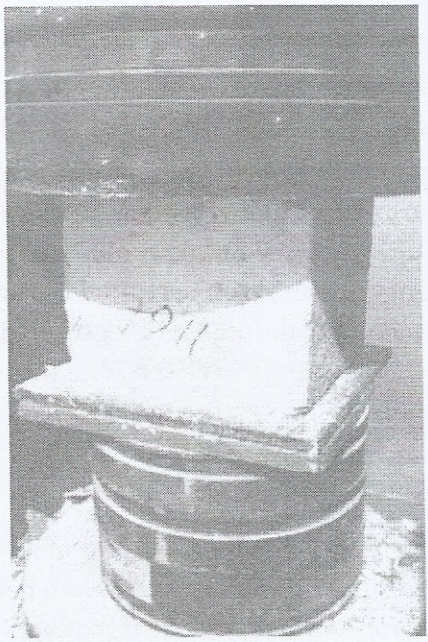
Grrafik 4.9 menerangkan bahwa penggunaan selulosa hasil delignifikasi dari gedebok pisang menunjukkan adanya penurunan nilai kuat lentur dibandingkan dengan beton normal. Penambahan serbuk selulosa dan anyaman selulosa berturut-turut menghasilkan nilai kuat lentur beton sebesar 71,4 kg/cm^2 dan 90,3 kg/cm^2 sedangkan nilai kuat lentur beton normal sebesar 94,5 kg/cm^2. Penggunaan serbuk selulosa dari gedebok pisang akan menurunkan nilai kuat lentur cukup besar jika dibandingkan penggunaan anyaman selulosa yang nilai kuat lenturnya hanya turun 4,2 kg/cm^2 dari nilai kuat lentur beton normal.

4.13 UJI KUAT TEKAN

Uji Kuat tekan komposit beton selulosa dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan selulosa terhadap kuat tekan beton. Telah dilakukan pengujian kekuatan tekan dan pengamatan terhadap 1 buah beton normal tanpa penambahan selulosa, 1 buah beton dengan penambahan serbuk selulosa, dan 1 buah beton dengan penambahan anyaman selulosa. Uji kuat tekan terhadap beton kubus dilakukan dengan alat seperti pada gambar yang hasilnya ditunjukkan pada tabel 4.8.

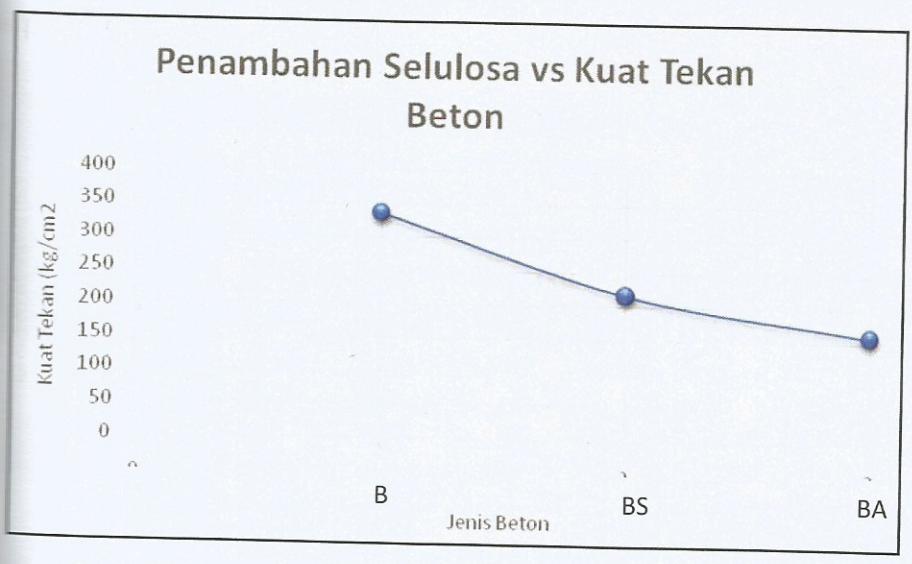
Tabel 4.8. *Data Hasil Uji Kuat Tekan*

	Berat (kg)	Beban Uji (kN)	Fu (Faktor Usia 28 hari)	Kuat Tekan (kg/cm^2)
Beton normal (B)	7,862	737,7	1	334,22
Beton Serbuk (BS)	7,740	476,1	1	215,7
Beton Anyaman (BA)	7,745	348,7	1	157,98



Gambar 4.12. *Pelaksanaan Uji Kuat Tekan*

Pada Grafik 4.10 diatas terlihat bahwa nilai kuat tekan maksi mum yang diperoleh adalahpada beton normal yaitu334,62 kg/cm^2, sementara penambahan serbuk selulosa dan anyaman selulosa terhadap adukan beton akan menurunkan nilai kuat tekan beton dibawah nilai kuat tekan beton normal.



Grafik 4.10. *Hubungan Penambahan Selulosa terhadap Kuat Tekan Beton*

Penurunan nilai kuat lentur dan kuat tekan beton dengan penambahan serbuk dan anyaman selulosa ini bisa jadi disebabkan oleh kandungan selulosa yang bersifat ekspansif atau menyerap air. Air yang awalnya berfungsi sebagai pengaktif sifat hidrasi ikatan antara semen dan air menjadi berkurang, sehingga menyebabkan kuat lentur dan kuat tekan beton ini lemah dibandingkan beton normal.

Penurunan nilai ini juga dapat disebabkan oleh kandungan selulosa yang menjadi asam-asam organis bereaksi dengan semen yang sedang mengeras sehingga mengakibatkan berkurangnya kekuatan beton.

4.14 UJI DAYA REDAM SUARA

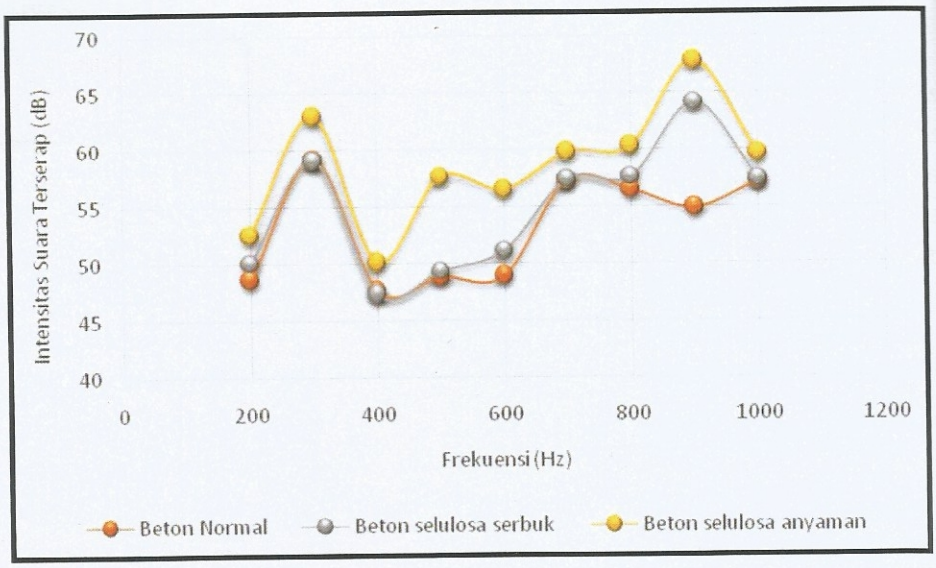
Uji redam suara komposit beton selulosa bertujuan untuk mengetahui kemampuan beton tanpa dan dengan penambahan selulosa kedalamnya terhadap redam suara sehingga dapat diketahui sejauh mana pemakaian material tersebut dapat diterapkan..Pengujian daya redam suara dilakukan dengan menggunakan aplikasi Proteus 8, speaker aktif dan sound level meter yang dapat dilihat pada lampiran.

Pengujian redam suara dilakukan pada rentang frekuensi pengukuran 200 – 1000 Hz. Level intensitas suara dari sumber yang datang dapat

dilampirkan pada tabel. Hasil dari uji redam suara dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

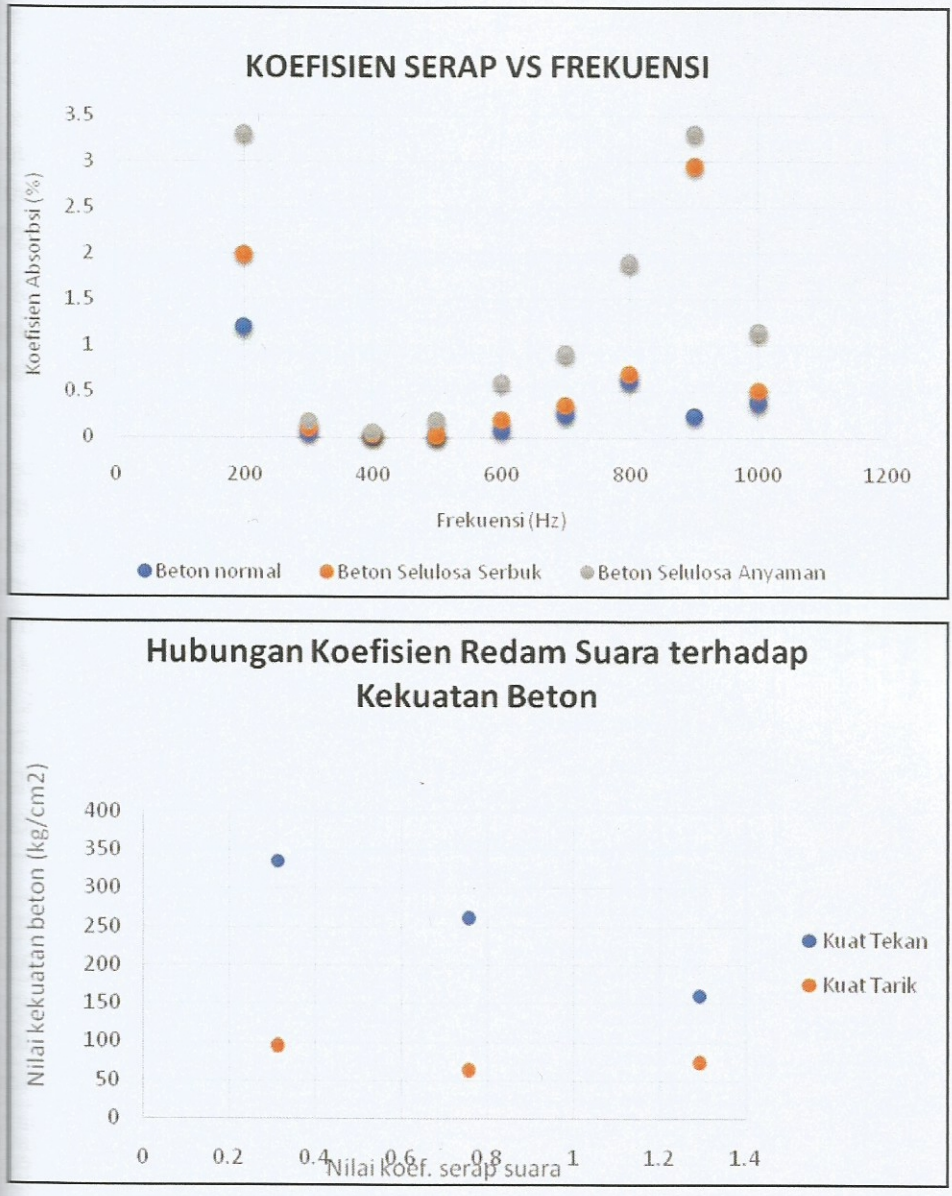
Tabel 4.9. *Level Intensitas Suara Datang*

200	67.8
300	92.2
400	83.7
500	86.1
600	80.1
700	83.5
800	78.6
900	81.2
1000	81.5



Grafik 4.11. *Hubungan Tingkat Penyerapan Suara Terhadap Frekuensi*

Pada table 4.11, dapat dilihat bahwa level intensitas suara dari sumber yang datang adalah berkisar 67,8 – 92,2. Sedangkan dari Grfik 4.11 dapat dilihat bahwa level intensitas suara yang terserap untuk beton normal berkisar 47 – 59, beton selulosa serbuk berkisar 50 – 64, dan beton selulosa anyaman berkisar 52 – 68.



Grafik 4.12. *Hubungan Koefisien Absorbsi Terhadap Frekuensi*

Grafik 4.12 menunjukkan hubungan koefisien penyerapan suara terhadap frekuensi dari beton normal, beton selulosa serbuk, dan beton selulosa anyaman. Dari gambar tersebut, terlihat bahwa beton selulosa anyaman memiliki sifat penyerapan suara yang paling baik dibandingkan

beton normal dan beton selulosa serbuk. Penyerapan suara yang baik masing-masing pada frekuensi 200 dan 900 Hz dengan tingkat penyerapan sebesar 2,95% dan 4,57 %.

Menurut Wilbert F. Stoecker, 1982, bahwa orde besaran koefisien penyerapan, α untuk batako berkisar antara 0,01 – 0,05 dan bahan akustik sekitar 0,2 – 0,8 atau 2-8 %. Dengan demikian beton selulosa anyaman dapat diterapkan sebagai bahan akustik peredam suara.

Terlihat bahwa beton anyaman gedebok pisang memiliki koefisien penyerapan suara yang paling baik dibandingkan beton normal dan beton serbuk serat gedebok pisang. Penyerapan suara yang baik masing-masing pada frekuensi 200 dan 900 Hz dengan tingkat penyerapan sebesar 3,1 %

Menurut Suharyani, 2014, pelepah pisang memiliki struktur serat berpori dan penyerapan yang baik sehingga baik untuk materi peredam suara. Hal ini dibuktikan dengan grafik 4.9 dimana penambahan serat gedebok pisang dapat meningkatkan koefisien serap suara. Beton normal memiliki sifat memantulkan suara, namun suara yang diterima tidak semuanya dipantulkan, ada sebagian suara yang terserap dan diteruskan ke bagian yang lain pada beton. Jika diberikan serat gedebok pisang maka sebagian suara yang tidak dipantulkan oleh beton akan terserap oleh serat gedebok pisang sehingga jumlah suara yang menembus beton akan berkurang.

Perbedaan koefisien serap suara antara serbuk dan anyaman serat gedebok pisang yang diberikan pada beton terjadi dikarenakan perbedaan cara penyerapan serat. Beton dengan anyaman gedebok pisang lebih tinggi penyerapan suaranya dikarenakan lapisan anyaman di tengah beton akan lebih besar permukaannya untuk menghadang suara dan kemudian diserap, berbeda dengan serbuk gedebok pisang yang memungkinkan suara melewati celah diantara serbuk sehingga koefisien serap suaranya lebih kecil dibandingkan anyaman gedebok pisang.

4.15 PENENTUAN JENIS BETON OPTIMUM

Penentuan jenis beton optimum sebagai material akustik dilakukan dengan metode perbandingan dan seleksi terhadap factor-faktor penguji beton, yaitu koefisien serap suara, kuat tekan dan kuat tarik. Tahap awal penentuan jenis

beton optimum adalah dengan seleksi nilai koefisien serap suara, karena untuk digunakan sebagai material akustik sebuah beton harus memiliki koefisien serap suara 2-8 %. Tahap selanjutnya adalah perbandingan antara beton yang lolos seleksi tahap awal pada factor uji serap suara, kuat tekan, dan kuat tarik.

4.16 SELEKSI NILAI KOEFISIEN PENYERAPAN SUARA

Menurut Wilbert F. Stoecker, 1982, bahwa orde besaran koefisien penyerapan, α untuk batako berkisar antara 0,01 - 0,05 dan bahan akustik sekitar 0,2 - 0,8 atau 2-8 %.

Setelah dilakukan pengujian redam suara dan dihitung koefisien redam suara didapatkan tabel koefisien redam suara tiap jenis beton pada frekuensi 200-1000 Hz sebagai berikut

Tabel 4.10. *Koefisien Serap Suara Pada Tiap Jenis Beton*

Frekuensi (Hz)	Koefisien Penyerapan Suara (%)		
	Beton Normal	Beton Serbuk Serat	Beton Anyaman Serat
200	1.202264435	1.995	3.311311215
300	0.050118723	0.093	0.181970086
400	0.024547089	0.029	0.0616595
500	0.018620871	0.026	0.186208714
600	0.075857758	0.191	0.602559586
700	0.239883292	0.347	0.912010839
800	0.616595002	0.692	1.905460718
900	0.234422882	2.951	3.311311215
1000	0.371535229	0.501	1.148153621

Dari Tabel 4.10 dapat terlihat bahwa pada koefisien penyerapan suara pada beton normal tidak ada yang mencapai 2-8 %, pada beton dengan serbuk terdapat 1 titik yang mencapai 2-8 % yaitu pada frekuensi 900 Hz, dan pada beton dengan anyaman gedebok pisang terdapat 2 titik yang mencapai 2-8 % yaitu pada frekuensi 200 dan 900. Sehingga dapat disimpulkan bahwa beton dengan serbuk dan anyaman gedebok pisang dapat digunakan sebagai material akustik.

4.17 PERBANDINGAN KUAT TEKAN, KUAT TARIK, DAN KOEFISIEN SERAP SUARA

Dua jenis beton yaitu beton serbuk serat gedebok pisang dan beton anyaman serat gedebok pisang yang layak digunakan sebagai material akustik akan dicari jenis beton yang paling optimum diantara keduanya.

Tabel 4.8 berikut adalah perbandingan antara jenis beton serbuk serat gedebok pisang dan beton dengan anyaman serat gedebok pisang

Tabel 4.11. *Penentuan Jenis Beton Optimum*

Jenis Beton	Faktor Penguji		
	α (2-8 %)	Kuat Tarik (kg/cm²)	Kuat Tekan (kg/cm²)
Serbuk Serat Gedebok Pisang	1 titik frekuensi	63,01	261,63
Anyaman Serat Gedebok Pisang	2 titik frekuensi	73,50	160,32

Dari Tabel 4.11 terlihat bahwa jenis beton serbuk serat gedebok pisang unggul pada nilai kuat tekan saja, sedangkan beton anyaman serat gedebok pisang unggul di dua faktor penguji yaitu koefisien serap suara (α) dan kuat tarik.

Penambahan serat gedebok pisang hasil delignifikasi SLS (*Sodium Lauryl Sulphate*) pada beton dapat menambah daya redam suara beton, hal ini dikarenakan pada proses delignifikasi selain mengurangi kandungan lignin, perendaman serat menggunakan SLS (*Sodium Lauryl Sulphate*) dapat merapatkan pori pada serat, sehingga apabila kombinasikan pada beton dapat meningkatkan kemampuan redam suara dari beton tersebut.

Sedangkan untuk sifat fisiknya, penambahan serat gedebok pisang hasil delignifikasi SLS (*Sodium Lauryl Sulphate*) diharapkan dapat meningkatkan nilai sifat mekanik nya salah satunya kuat tarik (Thiruchitrambalan,2009), namun pada penelitian ini nilai kuat tariknya mengalami penurunan, diakibatkan proses delignifikasi yang masih kurang baik sehingga selulosa pada serat ikut hilang.

4.18 PENGOLAHAN DAN PENGANYAMAN SERAT GEDEBOK PISANG

Pengambilan serat gedebok pisang dilakukan secara manual dan dengan bantuan alat. Teknik pengambilan serat gedebok pisang dibelah menjadi beberapa bagian tipis. gedebok pisang yang telah menjadi bagian tipisdikeringkan secara alami selama 10 hari.

Natrium hidroksida (NaOH) dikenal sebagai soda kaustik alkali. NaOH berbentuk serpihan, pelet, butirandan larutan cair. Menurut Achmadi (1990), NaOH merupakan larutan pemekar yang terbaik dibanding larutan LiOH dan larutan KOH dan pemberian perlakuanalkali pada bahan berligno selulosa biasanya mampu mengubah struktur kimia danpermukaan fisik serat. Sedangkan menurut Srekala *et al* (1997) perlakuan alkali akan memberikan stabilitas yang tinggi dan retensi kelembaban maksimum.

Serat gedebok pisang, berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Pramono dan Widodo (2012) mengenai uji tarik serat gedebok pisang dengan penambahan NaOH 5% berdasarkan lamanya perendaman yang telah ditentukan (0, 2, 4, 6 jam) menunjukkan bahwa semakin lama perendaman serat gedebok pisang kepok (*musaceae*) dengan 5% NaOH akan memberikan sifat yang mampu meningkatkan nilai elongasi serat gedebok pisang kepok tetapi kekuatan tariknya mengalami penurunan. Sesuai dengan prinsip dasar bahwa kekuatan tarik berbanding terbalik dengan luas penampang, sehingga semakin besar luas penampang akan semakin menurunkan kekuatan tarik. Ini diperkuat dengan hasil yang diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4.12. *Hasil pengujian tarik serat gedebok pisang kepok non perlakuan dan dengan perlakuan 5% NaOH variasi lama perendaman 2, 4, 6 jam*

No	Jenis Perlakuan	Minimal	Elongasi (%) maks	Rata-rata
1	Non Perlakuan	0.800	1.399	1.133
2	5% NaOH 2 jam	1.200	2.000	1.533
3	5% NaOH 4 jam	1.000	2.400	1.533
4	5% NaOH 6 jam	0.800	3.000	1.733

Tabel 4.13. *Kekuatan tarik serat gedebok pisang kepok non perlakuan dan perlakuan 5% NaOH dengan variasi lama perendaman 2, 4, 6 jam*

No	Jenis Perlakuan	Minimal	Elongasi (%) maks	Rata-rata
1	Non Perlakuan	1723,079	1837,951	1766,156
2	5% NaOH 2 jam	1212,838	2677,431	1801,756
3	5% NaOH 4 jam	683,188	1011,977	782,908
4	5% NaOH 6 jam	626,256	1011,977	799,497

Gedebok pisang yang telah kering direndem menggunakan larutan NaOH 0%, 5%, dan 10% selama 2 jam. Hasil dari rendeman tersebut diembunkan selama satu malam, disisihkan sebagian untuk yang tidak dianyam dan sebagian dianyam rapat lurus.

4.19. PEMBUATAN BETON

Bahan-bahan adukan untuk pembuatan beton seperti semen,pasir, kerikil, dan air disiapkan kemudian dimasukkan kedalam mesin molen hingga tercampur dengan baik. Hasil adukan dituang ke dalam kontainer untuk sementara waktu sebelum dilakukan uji slump (uji kekentalan adukan). Uji slump dilakukan untuk mengetahui apakah adonan layak untuk dicetak. Uji slump dilakukan dengan cara sebagian adukan beton dituang ke dalam kerucut abrams yang diletakkan diatas sebuah kontainer lain yang sebelumnya sudah diolesi oli sisi bagian dalamnya, dipadatkan, kemudian perlahan-lahan kerucut abrams diangkat agar adonan tertinggal di kontainer. Adukan beton dikatakan layak ketika penurunan ketinggian hasil cetakan kerucut abrams maksimal 2 cm. Untuk pembuatan 1 buah beton, adukan diisikan kedalam cetakan silinder. Adukan tersebut dipadatkan dengan tamper serta vibrator. Pemadatan dilakukan hingga permukaan atas cetakan rata dengan adukan. Adukan dibiarkan mengeras selama 24 jam. Cetakan dilepas, benda uji direndam ke dalam baik air atau di selimuti oleh karung basah. Beton diangkat, dibiarkan mengering selama 28 hari hingga siap untuk diuji.

-oo0oo-

5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan pembahahasan diatas dapat disimpulkan bahwa:

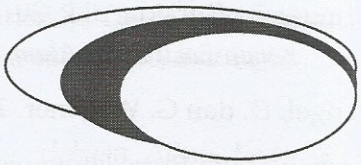
1. Proses delignifikasi pada bagas dapat meningkatkan sifat mekanik komposit Beton, temperatur terbaik pada proses delignifikasi bagas untuk meningkatkan sifat mekanik komposit p yaitu 80 °C dan konsentrasi larutan NaOH terbaik pada proses delignifikasi bagas untuk meningkatkan sifat mekanik komposit yaitu 40 %
2. Kandungan selulosa kedebok pisang yang dihasilkan sebesar 13,0388%, turun sebesar 15.9519% dibandingkan sebelumnya. Kandungan hemiselulosa turun yang pada awalnya sebesar 23,9392% menjadi 18,2796%, serta kandungan lignin yang pada awalnya 6,3292% turun menjadi 0,6684%. Penggunaan serat gedebok pisang pada campuran beton dengan variasi penambahan 0% dan 0,5% dari berat beton berdampak terhadap penurunan kekuatan beton. Beton serat dengan penambahan anyaman serat gedebok pisang pada rentang frekuensi pengukuran 200 – 1000 Hz menghasilkan intensitas peredaman suara (*sound level*) sekitar 52 – 68 dB. Beton serat dengan penambahan anyaman serat gedebok pisang sudah memenuhi syarat untuk digunakan sebagai material bangunan peredam suara. Grafik hubungan antara kekuatan beton dengan koefisien serap suara menunjukkan semakin besar penambahan serat gedebok pisang kekuatan beton semakin

menurun,tetapi pada koefisien serap bunyi semakin besar penambahan serat gedebok pisang semakin tinggi koefisien serap bunyi.

5.2 SARAN

Metode baru dan pengwmbangan lebih lanjut perlu dikakukan untuk menghasilkan kualitas komposit beton dengan serat alam

-oo0oo-



DAFTAR PUSTAKA

Achmadi, S. S. 1990. *Kimia Kayu.* Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

Direktorat Jenderal Tinggi. Pusat Antar - Universitas Ilmu Hayat IPB, Bogor.

Asparani, Monica. 2013. *Pengaruh Waktu Pemasakan Terhadap Pembuatan Pulp Pisang Menggunakan Proses Acetosoly.* Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.

Aziz, M. H. A. et al., 2012. *Continuous infusion vs. bolus dosing: implications for beta lactam antibiotics. Edizioni Minerva Medica,* 78(1), pp. 94-104.

Ban, Weiping et al. 2005. *Influence of Natural Biomaterials on the Elastic Properties of Starch-Derived Films: An Optimization Study.* Journal Of Applied Polymer Science 2006 vol. 100. United States.

Companion, A.L. 1991. *Ikatan Kimia. Edisi Kedua.* Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Dewi R K. 2011. *Pembuatan Biopolymer Selulosa Proses Basa.* Yogykarta.

Doelle, E, dan Leslie, L. 1993. *Akustik Lingkungan.* Erlangga. Jakarta.

Durant, L. G., 1960, *" Continuous Digester"* United States Patent, No. 2948336, United States Patent Office, New York.

Eniarti. 2010. *The Effect of Using Coconut Fiber as Supplementary Materials to Increasing Mechanical Properties of Normal Concrete.* Mataram. Spektrum Sipil Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Eriningsih, Rufaida, dkk. 2014. *Pembuatan dan Karakterisasi Peredam Suara dari Bahan Baku Serat Alam.* Balai Besar Tekstil. Bandung.

Fengel, D. dan G. Wegener. 1995. *Kayu : Kimia, Ultrastruktur dan Reaksi.*

Gadjah Mada Press University. Yogyakarta.

Haiyum, M, 2010, *Identifikasi Kekuatan Dan Keretakan Komposit Gipsum Terhadap Beban Impak Kecepatan Tinggi*, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Hohnholz, J. H. 1988. *Menuju Kelestarian Hutan.* Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.

Indryani, 2011, *"Teknologi Proses Bio- Ethanol"*, (online), (http:// indryani.wordpress.com Diakses 27 september 2016).

Iwanah. 2009. *Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Kayu Dalam Pembuatan Beton Ditinjau Dari Segi Mekanik.* Medan. Universitas Sumatera Utara.

Lee S, 2007; Rocha, 2011; Rabelo, 2011. Produksi Biohidrogen Dari Bagas Tebu melalui Kinerja Sinergis Enzim-Enzim Pendegradasi

Lignoselulosa Diikuti Fermentasi Menggunakan Enterobacter aerogenes. (http:/insentif. ristek.go.id)

Lehninger, A.L. 1993. *Dasar-dasar biokimia. Jilid 1, 2, 3. (Alih bahasa oleh; M. Thenawidjaja).* Erlangga, Jakarta.

Lewis, H.B and Dougals, H.B. 1993. *Industrial Noise Control Fundamentals and Aplications.* New York

Macdonald, R.G. dan J.N. Franklin, Ed. 1969. *Pulp and Paper Manufacture. Second Edition.* Mc. Graw-Hill Book Company, Inc. New York.

Mediastika, 2005, *Akustika Bangunan, Prinsip-prinsip dan Penerapannya di Indonesia*, Edisi I, Erlangga, Jakarta

Mediastika, 2009, *Material Akustik, Pengendali Kualitas Bunyi pada Bangunan*, Edisi I, Andi, Yogyakarta

Palonen, H., 2004. *Role Of Lignin In The Enzymatic Hydrolysis Of Lignocellulose VTT Biotechnology.* Helsinki University of Technology, Finland

Perez, J., Munoz-Dorado, J., Rubia, T.d.l., Martinez, J., 2002. *Biodegradation and Biological Treatments of Cellulose, Hemicellulose, and Lignin: an Overview. Int. Microbiology* 5, 53-63.

Pramono, C., dan S. Widodo, 2012. *Pengaruh Perlakuan Alkali Kadar 5%* dengan lama perendaman 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam Terhadap Sifat *Tarik Serat Pelepah Pisang Kepok.* Penelitian Inovasi: Vol.37 No.1: 1-13.

Prawati, Popphy. 2015. *Pembuatan Bioetanol Dari Tepung Ampas Tebu Melalui Proses Hidrolisis Termal Dan Fermentasi: Pengaruh Ph, Jenis Ragi Dan Waktu Fermentasi.* Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara.

Schwartz, M.M. 1984. *Composite Material Handbook.* Singapura. Mc Graw Hill.

Siswadi, Alfeatra Rapa. 2007. *Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Sisa Penggergajian terhadap Kuat Desak Beton.*Yogyakarta. Universitas Atma Jaya.

Sjostrom, E. 1995. *Kimia Kayu : Dasar-dasar dan Penggunaannya Edisi 2.* Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Smallman, RE. 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material.* Jakarta. Erlangga

Soehendro, B., 1999, *Pengaruh Pemakaian Fiber Secara Parsial pada perilaku dan kapasitas balok beton bertulang (Hasil "Full Scale Model Test"),* Seminar Mekanika Bahan Untuk Meningkatkan Potensi Bahan Lokal.

Sreekala, M. S, M. G Kumaran *and* S. Thomas. 1997. *Oil Palm Fiber:* Morphology, Chemical Composition, Surface Modification and *Mechanical Properties. Journal Of Applied Polymer Science.* 66 (3): 821 – 835, India.

Sudarmoko, 1990, *Beton Serat, Suatu Bentuk Beton Baru.* Yogyakarta. Seminar Permasalahan Mekanika Bahan Di Indonesia, Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik Universitas Gajah Mada.

Suharyani, 2014. *Pemanfaatan Limbah Pelepah Pisang Raja Susu Untuk Bahan Material Dinding Kedap Suara.* Surakarta. Symposium Nasional RAPI XIII.

Sukarta, I Nyoman. 2008. *Adsorpsi ion Cr3+ oleh serbuk gergaji kayu Albizia (Albizzia falcata): Studi pengembangan bahan alternatif penjerap limbah logam berat.* Bandung. ITB Repository.

Sumada K, Tamara PE. 2011. *"Isolation Study Of Efficient A Cellulose From Waste Plant Stem Manihot Esculenta Crantz".* Jurnal *Teknik Kimia* Vol.5, No.2.

Sun, Y., 2002, *"Enzymatic Hydrolysis of Rye Straw and Bermudagrass for ethanol Production"*, NC State University; Raleigh, NC.

Syafrudin. 2004. *Pengaruh Konsentrasi Larutan dan Waktu Pemanasan Terhadap Rendaman dan Sifat Fisis Pulp Batang Pisang Kepok (Musa Sp) Pascapanen.* Fakultas Kehutanan, Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada.

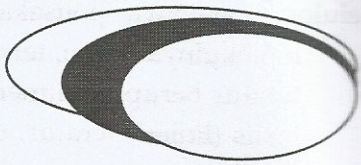
Thiruchitrambalan, M, dkk, 2009, *"Improving Mechanical Properties of Banana/ Kenaf Polyester Hybrid Composites Using Sodium Lauryl Sulphate Treatment"*, Material and Mechanics 8 : 165-173.

Tjokrodimulyo, Kardiono. 1996. *Teknologi Beton.* Yogyakarta.

Tjokrodimuljo, K. 1998. *Pengetahuan Dasar Beton Sebagai Bahan Bangunan Alternatif.* Prosiding Seminar Nasional Teknologi Beton dan Software Untuk Perancangan Bangunan Sipil, Yogyakarta, Pusat Antar Universitas IlmuTeknik, Universitas Gajah Mada (UGM)

Wilbert F. Stoecker, 2005. *Referigerasi dan Pengkondisian Udara,* Erlangga.

-oo0oo-



GLOSARIUM

Komposit: Material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda.

Bunyi udara (airborne sound)

Bunyi yang merambat lewat udara.

Bunyi struktur (structural sound)

Bunyi yang merambat melalui struktur bangunan

Material akustik: Komposit yang terdiri dari matrik dan penguat.F ungsi utamanya untuk menyerap suara/bising. Tiap-tiap material akustik memiliki nilai kemampuan penyerapan bunyi yang berbeda-beda.

Peredam insulasi suara, Merupakan bahan yang dapat menginsulasi perpindahan suara

Serat: Struktur berbentuk seperti rambut berasal dari serat atau rambut hewan, tumbuhan dan mineral. Secara komersial serat berdiameter antara 0,004 mm sampai dengan 0,2 mm.

Serat alam: Serat yang dapat langsung diperoleh dari tumbuh-tumbuhan dan hewan.

Selulosa: Senyawa polisakarida yang banyak terdapat di alam. Berat molekulnya tinggi, tersusun seluruhnya atas â-Dglukosa, strukturnya teratur berupa polimer yang linear. Selulosa terdiri dari rantai yang lurus (linier), teratur, tidak bercabang, dan tidak mempunyai ikatan asetil.

Hemiselulosa: Polimer dari sejumlah sakarida-sakarida yang berbeda-beda, yaitu D-silosa, L-arabinosa, D-glukosa, dan D-glukorunat. Susunan dari bahan-bahan tersebut di dalam rantai hemiselulosa sangat tidak teratur (heterogen). Ikatan di dalam rantai hemiselulosa juga banyak bercabang karena gugus b-glukosida di dalam molekul yang satu dapat berikatan dengan gugus hidroksil C_2, C_3, atau C_4 dari molekul yang lain. Berbeda dengan selulosa, hemiselulosa berbentuk amorf.

Lignin: Komponen makromolekuler dinding sel ketiga. Lignin tersusun dari satuan-satuan fenilpropan yang satu sama lain dikelilingi berbagai jenis zat pengikat

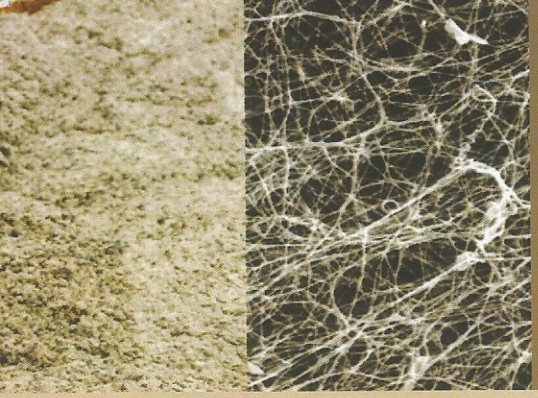
Ampas Tebu (bagase), Bahan sisa berserat dari batang tebu yang telah mengalami ekstaksi niranya dan banyak mengandung parenkim

Serabut kelapa: Merupakan salah satu hasil sampingan dari buah kelapa yang berupaserat-seratkasar.

Delignifikasi: Proses pengurangan lignin dan pemecahan lignoselulosa menjadi lignin, selulosa, dan hemiselulosa.

Densitas: Kerapatan dapat didefinisikan sebagai massa per satuan volume bahan. ñ = m/v, dimana m adalah massa silinder dan v adalah volume silinder.

-oo0oo-



APLIKASI SELULOSA SEBAGAI FILLER PADA KOMPOSIT BETON

Dalam ilmu komposit, diinginkan material yang lebih ringan namun memiliki kekuatan dan kualitas yang dapat menyamai bahkan melebihi material yang telah ada sebelumnya. Telah dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk selulosa-hemi selulosa terhadap kuat tarik, kuat tekan dan daya redam suara komposit beton.

Untuk mencapai tujuan tersebut, dilakukan pencampuran antara selulosa hemiselulosa dengan bahan adukan beton mutu K-275. Selulosa-hemiselulosa divariasikan dalam bentuk serbuk dan anyaman.

Edwin Azwar, S.T., Pg.D., M.T.A., Ph.D., lahir di Teluk Betung, 23 September 1969. Ia menyelesaikan pendidikan S-1 di Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Palembang, mengikuti program Magister di Nottingham University dan Universitas Lampung, serta Program Doktoral pada tahun 2012, di Royal Institute of Technology (KTH), Stokholm, Swedia. Ia bekerja sebagai dosen Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Lampung. Bidang keahliannya adalah Teknologi Dengan bidang keahlian Polymer Teknologi. Ia telah melakukan beberapa penelitian yang terkait dengan Teknologi Polymer, dan diterbitkan pada beberapa Jurnal nasional dan Internasional, dan mendapatkan dana hibah Kementrian Pendidikan Nasional, Pendidikan Tinggi tahun 2014-2016.

www.teknosain.com

ISBN: 978-602-6324-77-1

9 786026 324771

Diterbitkan Atas Kerjasama dengan

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT, UNIVERSITAS LAMPUNG