

PENGARUH PH LARUTAN DAN LAMA PERENDAMAN TERHADAP ELASTISITAS BAMBU

Sumanto

Dosen Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang

Abstrak

Bambu adalah tumbuhan yang tumbuh dalam rumpun yang jenisnya sangat banyak sekali. Dari kurang lebih 1.000 species bambu dalam 80 genera, sekitar 200 species dari 20 genera ditemukan di Asia Tenggara sedangkan di Indonesia ditemukan sekitar 60 jenis. Bambu dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai macam alat-alat yang dapat menunjang kehidupan mereka. Bambu dalam keadaan bulat dapat dimanfaatkan sebagai tiang penyangga rumah, jembatan, pipa air, tangga dan lain sebagainya. Bambu dalam keadaan terbelah dapat dimanfaatkan untuk membuat alat-alat rumah tangga (tempat nasi, kipas dan sebagainya), dinding (sesek), pagar, usuk atau reng (digunakan untuk menopang genting rumah/bangunan). Dalam penggunaannya bambu sering diawetkan terlebih dahulu yaitu dilakukan dengan cara merendamnya di dalam air mengalir, air tergenang, lumpur atau di air laut dan pengasapan serta pelaburan kapur dan kotoran sapi pada gedek dan bilik bambu. Di samping itu pengawetan juga dilakukan dengan bahan kimia. Dari banyaknya penelitian yang telah dilakukan sedikit sekali yang mengamati kekuatan bambu terhadap beban tekan setelah bambu diawetkan. Dalam penelitian ini bambu dibelah menjadi bagian-bagian kecil dengan panjang $\pm 8,5$ cm dan direndam dalam larutan dengan pH tertentu dan lamanya tertentu pula. Setiap minggu rendaman bambu diambil dan dibiarkan kering. Setelah itu specimen diuji di Laboratorium Uji Material Jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang dengan alat Micro Computer Universal Testing Machine sampai terjadi patahan pertama. Hasil analisis data dengan uji korelasi menunjukkan bahwa $r_{hitung} = 0.319 > r_{tabel(40;5\%)} = 0.312$, hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara pH larutan dan lama perendaman dengan elastisitas bambu. Di samping itu bambu yang direndam dalam larutan asam berubah menjadi lebih keras sedangkan yang direndam dalam larutan basa berubah menjadi lebih rapuh.

Kata kunci: asam, perendaman, elastisitas, bambu

Abstract

Bamboo is kinds of plant which grow many kinds in clump. It's about 1.000 bamboo species in 80 genera, about 200 species from 20 genera found in South-East Asia, while found about 60 kinds in Indonesia. Bamboo can be exploited by society to be assorted of appliance which can support their life. Bamboo in a state of circular can be exploited as house stanchion, bridge, water pipe, doorstep and others. Bamboo in a state of apart can be exploited to make the utensil and furniture (rice place, fan etcetera), wall (sesek), fence, usuk or reng (used to sustain the house roof / building). In its use bamboo is often conserved beforehand that is done by soaking under a stream of the water, suffused water, mud or under sea water and fumigation and also investing of calcify and ox dirt on gedek and bamboo room. Despitefully pickling is also done by chemicals. From the number of researches which have been done, a few of researches that observed bamboo strength to burden depress after bamboo conserved. In this research bamboo was cleaved become the parts about 8.5 cm's long and soaked in condensation by certain pH and certain duration also. Each week bamboo immersion taken and let drying. Afterwards specimen tested in Laboratory of Test The Material of Department of Engineering Technical Institute of National Technology Malang by Micro Computer Universal Testing Machine until the first breaking happened. The result of data analysis with the correlation test indicate that the $r_{test} = 0.319 > r_{table(40;5\%)} = 0.312$, this indicate that there are relation between condensation pH and duration of soaking with the bamboo elasticity. Despitefully bamboo soaked in acid solution of turn into harder while soaked in basa solution turn into more brittle.

Key words: acid, soaking, elasticity, bamboo

PENDAHULUAN

Bambu adalah tumbuhan yang tumbuh dalam rumpun yang jenisnya sangat banyak sekali. Dari kurang lebih 1.000 *species* bambu dalam 80 genera, sekitar 200 *species* dari 20 genera ditemukan di Asia Tenggara sedangkan di Indonesia ditemukan sekitar 60 jenis (Krisdianto, Ginuk Sumarni dan Agus Ismanto, 2003).

Bambu merupakan suatu bahan yang memegang peranan penting dalam kehidupan masyarakat kita terutama masyarakat pedesaan. Bambu dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai macam alat-alat yang dapat menunjang kehidupan mereka.

Bambu dalam keadaan bulat dapat dimanfaatkan sebagai tiang penyangga rumah, jembatan, pipa air, tangga dan lain sebagainya. Bambu dalam keadaan terbelah dapat dimanfaatkan untuk membuat alat-alat rumah tangga (tempat nasi, kipas dan sebagainya), dinding (*sesek*), pagar, *usuk* atau *reng* (digunakan untuk menopang genting rumah/bangunan).

Dalam penggunaannya di masyarakat, bahan bambu kadang-kadang menemui beberapa keterbatasan. Sebagai bahan bangunan, faktor yang sangat mempengaruhi bahan bambu adalah sifat fisik bambu yang membuatnya sukar dikerjakan secara mekanis, variasi dimensi dan ketidakseragaman panjang ruasnya serta ketidakawetan bahan bambu tersebut menjadikan bambu tidak dipilih sebagai bahan komponen rumah.

Usaha pengawetan bambu secara tradisional sudah dikenal oleh masyarakat pedesaan. Pengawetan itu dilakukan

dengan cara merendamnya di dalam air mengalir, air tergenang, lumpur atau di air laut dan pengasapan. Selain itu juga sering ditemukan cara pengawetan dengan pelaburan kapur dan kotoran sapi pada gedek dan bilik bambu.

Penelitian pengawetan bambu dengan menggunakan bahan kimia disertai metode yang tepat dan efisien terus dilakukan. Pengawetan bambu mempunyai tujuan untuk mencegah serangan jamur (pewarna dan pelapuk) maupun serangga (bubuk kering, rayap kayu kering dan rayap tanah). Beberapa pengrajin mebel bambu telah melaksanakan pengawetan dengan menggunakan boraks, campuran kapur barus dengan minyak tanah, atau pengasapan dengan belerang. Namun sejauh ini belum diketahui efektifitas bahan-bahan kimia yang digunakan dan metode pengawetan yang dilaksanakan.

Penelitian pengawetan bahan bambu dengan menggunakan pestisida pengawet kayu telah dimulai oleh Martawijaya (dalam Krisdianto, Ginuk Sumarni dan Agus Ismanto, 2003). Hasilnya menunjukkan bahwa bambu dapat diawetkan dengan mudah terutama jika menggunakan bahan pengawet yang dapat berdifusi dengan baik. Penggunaan senyawaan boron dalam pengawetan bambu apus dan bambu hitam dilakukan oleh Supriana (dalam Krisdianto, Ginuk Sumarni dan Agus Ismanto, 2003). Hasilnya menunjukkan bahwa bambu apus dan bambu hitam dapat diawetkan dengan proses rendaman dingin masing-masing selama satu dan tiga hari pada

konsentrasi tiga persen. Penelitian cara - pengawetan dengan cara rendaman dingin menggunakan larutan asam borat dan boraks (*boric acid equivalent*) 10% dan larutan Wolmanit CB 10% terhadap dua belas jenis bambu telah dilakukan oleh Abdurrochim (dalam Krisdianto, et al).

TINJAUAN PUSTAKA

Bambu

Bambu adalah tanaman jenis rumput-rumputan yang mempunyai batang berongga dan beruas-ruas dan banyak sekali jenisnya. Di dunia terdapat lebih dari 1.250 jenis bambu yang berasal dari 75 marga. Dari jumlah tersebut di Indonesia terdapat 39 jenis bambu yang berasal dari 8 marga. Bambu tergolong keluarga *Gramineae* (rumput-rumputan) disebut juga *Giant Grass* (rumput raksasa), berumpun dan terdiri dari sejumlah batang (buluh) yang tumbuh secara bertahap, dari mulai rebung, batang muda dan sudah dewasa pada umur 4-5 tahun.

Batang bambu berbentuk silindris, berbuku-buku, beruas-ruas berongga kadang-kadang masif, berdinding keras, pada setiap buku terdapat mata tunas atau cabang.

Menurut Rivai, Suryo Kusumo dan Nugoro (1994), kegunaan dan manfaat bambu bervariasi mulai dari perabotan rumah, perabotan dapur dan kerajinan, bahan bangunan serta peralatan lainnya dari yang sederhana sampai dengan industri bambu lapis, laminasi bambu, maupun industri kertas yang sudah modern. Budaya masyarakat menggunakan bambu dalam berbagai aktivitas kehidupan sehingga bambu dapat dikategorikan sebagai *multipurpose free*

species (MPTS = jenis pohon yang serbaguna). Pemanfaatan bambu secara tradisional masih terbatas sebagai bahan bangunan dan kebutuhan keluarga lainnya (alat rumah tangga, kerajinan, alat kesenian seperti angklung, calung, suling, gambang, bahan makanan seperti rebung dan lain lain).

Pada umumnya jenis-jenis bambu yang diperdagangkan adalah jenis bambu yang berdiameter besar dan berdinding tebal. Jenis-jenis tersebut diwakili oleh warga *Bambusa* (3 jenis), *Dendrocalalamus* (2 jenis) dan *Gigantochloa* (8 jenis).

Sifat fisis dan mekanis merupakan informasi penting guna memberi petunjuk tentang cara pengerjaan maupun sifat barang yang dihasilkan. Hasil pengujian sifat fisis dan mekanis bambu telah diberikan oleh Ginoga (1977) dalam taraf pendahuluan. Pengujian dilakukan pada bambu apus (*Gigantochloa apus*) dan bambu hitam (*Gigantochloa nigrocillata*). Beberapa hal yang mempengaruhi sifat fisis dan mekanis bambu adalah umur, posisi ketinggian, diameter, tebal daging bambu, posisi beban (pada buku atau ruas), posisi radial dari luas sampai ke bagian dalam dan kadar air bambu. Hasil pengujian sifat fisis mekanis bambu hitam dan bambu apus terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat fisis dan mekanis bambu hitam dan bambu apus

No.	Sifat	Bambu hitam	Bambu apus
1.	Keteguhan lentur static		
	a. Tegangan pada batas proporsi (kg/cm ²)	447	327
	b. Tegangan pada batas patah (kg/cm ²)	663	546
	c. Modulus elastisitas (kg/cm ²)	99000	101000
	d. Usaha pada batas proporsi	1,2	0,8

	(kg/dcm ³)		
	e. Usaha pada batas patah (kg/dm ³)	3,6	3,3
2.	Keteguhan tekan sejajar serat (tegangan maximum, kg/cm ²)	489	504
3.	Keteguhan geser (kg/cm ²)	61,4	39,5
4.	Keteguhan tarik tegak lurus serat (kg/cm ²)	28,7	28,3
5.	Keteguhan belah (kg/cm ²)	41,4	58,2
6.	Keteguhan pukul		
	a. Pada bagian dalam (kg/dm ³)	32,53	45,1
	b. Arah tangensial (kg/dm ³)	31,76	31,9
	c. Pada bagian luar (kg/dm ³)	17,23	31,5

Sumber : Ginoga (dalam Kridianto et al)

Sifat fisis dan mekanis jenis bambu lainnya telah diinformasikan Hadjib dan Karnasudirdja (1986). Pengujian dilakukan pada tiga jenis bambu, yaitu bambu andong (*Gigantochloa verticillata*), bambu bitung (*Dendrocalamus asper*) dan bambu ater (*Gigantochloa ater*) Hasilnya menunjukkan bahwa bambu ater mempunyai berat jenis dan sifat kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan bambu bitung dan bambu andong. Nilai rata-rata keteguhan lentur maksimum, keteguhan tekan sejajar serat dan berat jenis tidak berbeda nyata pada buku dan ruas, sedangkan antar jenis berbeda nyata. Nilai rata-rata sifat fisis dan mekanis bambu terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai sifat fisis dan mekanis bambu

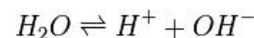
No.	Sifat fisis dan mekanis	Bambu ater kg/cm ²	Bambu bitung kg/cm ²	Bambu andong kg/cm ²
1.	Keteguhan lentur maksimum	533,05	342,47	128,31
2.	Modulus elastisitas	89152,5	53173,0	23775,0
3.	Keteguhan	584,31	416,57	293,25

tekan sejajar serat			
---------------------	--	--	--

Sumber : Hadjib dan Karnasudirdja (dalam Kridianto)

Derajad Keasaman

Derajad keasamaan suatu zat dinyatakan dengan pH. Nilai pH berkisar dari 0 hingga 14. Suatu larutan dikatakan **netral** apabila memiliki nilai pH=7. Nilai pH>7 menunjukkan larutan memiliki sifat basa, sedangkan nilai pH<7 menunjukan keasaman. Nama pH berasal dari *potential of hydrogen*. Secara matematis, pH didefinisikan dengan $pH = -\log_{10}[H^+]$. Nilai pH 7 dikatakan netral karena pada air murni ion H⁺ terlarut dan ion OH⁻ terlarut (sebagai tanda kebasaaan) berada pada jumlah yang sama, yaitu 10⁻⁷ pada kesetimbangan



Penambahan senyawa ion H⁺ terlarut dari suatu asam akan mendesak kesetimbangan ke kiri (ion OH⁻ akan diikat oleh H⁺ membentuk air). Akibatnya terjadi kelebihan ion hidrogen dan meningkatkan konsentrasinya.

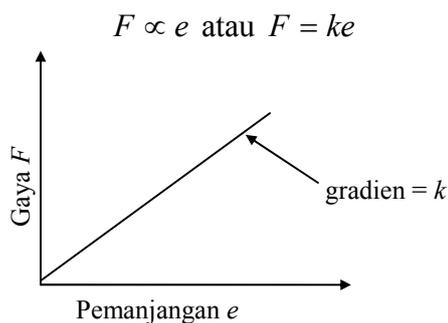
Umumnya indikator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah. Selain menggunakan kertas lakmus, indikator asam basa dapat diukur dengan pH meter yang bekerja berdasarkan prinsip elektrolit/konduktivitas suatu larutan.

Elastisitas

Meskipun benda padat memiliki struktur yang kaku, mereka tetap mengalami deformasi ketika dikenai beban (gaya). Deformasi ini mungkin sangat kecil,

tetapi harus dipertimbangkan keberadaannya.

Jika salah satu ujung dari sebuah kawat digantung dan ujung lain diberi berat, maka kawat tersebut akan melar (bertambah panjang). Batas pertambahan panjang tertentu tidak akan terlampaui, ini diperoleh bahwa pemanjangan e berbanding langsung dengan beban F yaitu,



Gambar 1. Grafik hubungan gaya dengan pemanjangan

Hasil ini pertama kali dikemukakan oleh Robert Hooke pada tahun 1697 sehingga dikenal dengan hukum Hooke. Suatu material yang memiliki sifat demikian disebut sebagai benda elastis. Konstanta kesebandingan k dikenal sebagai konstanta gaya atau konstanta pegas yang dinyatakan dengan satuan N/m. Konstanta ini bergantung pada ukuran fisik pegas atau kawat.

a. Tegangan (Stress) dan Regangan (Strain)

Ketika gaya bekerja pada suatu benda, biasanya benda akan mengalami perubahan bentuk searah dengan arah gaya. Benda ini dikatakan teregang. Besar dari deformasi suatu benda bergantung pada material yang digunakan, besar dan arah gaya dan luas bidang yang dikenai gaya. Jika suatu gaya yang sama bekerja pada

dua silinder yang berbeda, maka silinder yang memiliki luas penampang terkecil akan mengalami deformasi terbesar.

Tegangan (stress) didefinisikan sebagai gaya F persatuan luas A yang bekerja pada benda.

$$\text{Tegangan} = \sigma = \frac{F}{A}$$

Satuan dari tegangan adalah N/m^2 atau *pascal* (Pa)

Regangan (strain) adalah kuantitas tak berdimensi yang didefinisikan sebagai deformasi dari suatu benda, dirumuskan sebagai:

$$\text{regangan} = \frac{\text{deformasi}}{\text{panjang awal}} \quad \varepsilon = \frac{e}{L_0}$$

Tiga jenis dasar stress dan strain:

1. Ketika sebuah gaya F yang besarnya sama dan berlawanan arah bekerja tegak lurus terhadap luas area A sama sepanjang garis aksiyang sama, cenderung untuk meregang benda dan keadaan ini disebut tegangan teregang. Besar tegangan (stress) diberikan dengan:

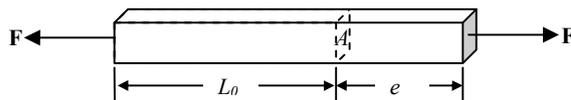
$$\text{tegangan} = \frac{\text{gaya}}{\text{luas tegak lurus}}, \quad \sigma = \frac{F}{A}$$

Peregangan (strain) adalah perbandingan pemanjangan (perubahan panjang) dengan panjang awal:

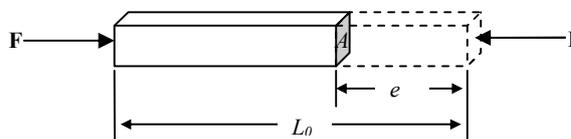
$$\text{regangan} = \frac{\text{perubahan panjang}}{\text{panjang awal}}, \quad \varepsilon = \frac{e}{L_0}$$

2. Benda dikatakan dalam kondisi tegangan kompresi ketika pasangan gaya dengan besar yang sama dan arah berlawanan bekerja segaris pada benda tegak lurus terhadap luas penampang, menyebabkan benda cenderung menjadi lebih pendek.

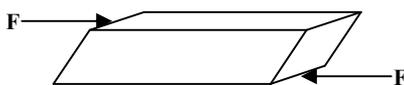
3. Tegangan geser (shear stress) diberikan pada suatu benda ketika dua gaya dengan besar sama dan arah berlawanan pada garis gaya yang berbeda menyebabkan benda mengalami perubahan bentuk tetapi volume benda tidak mengalami perubahan.



Gambar 2. Tegangan dan regangan teregang (*tensile*)



Gambar 3. Tegangan dan regangan kompresi



Gambar 4. Tegangan dan regangan geser

b. Modulus Young

Konstanta gaya pegas k dalam hukum Hooke bergantung pada bentuk fisik dari benda, tetapi kadang-kadang diinginkan sifat-sifat elastis dari suatu material yang tidak bergantung pada ukuran fisik material tersebut. Jika panjang awal L_0 dan luas penampang A mendekati konstan, hukum Hooke dapat dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut:

Dalam sebuah material yang elastis tegangan sebanding dengan regangan
 tegangan \propto regangan atau

$$\text{tegangan} = E \text{ regangan}$$

atau

$$E = \frac{\text{tegangan}}{\text{regangan}} = \frac{F/A}{e/L_0}$$

Konstanta kesebandingan E dikenal dengan modulus Young untuk suatu material. Konstanta ini tidak bergantung pada ukuran fisik.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini adalah metode eksperimen dengan sampel bambu apus yang direndam dalam larutan HCl (asam klorida) yang dicampur dengan NaOH (Natrium Hidroksida) sehingga menghasilkan pH: 1,4; 2,01; 3,01; 4,4; 5,2; 6,02; 7,02; 8,2; 9,13 dan 10,68. Masing-masing selama 2 minggu, 3 minggu, 4 minggu dan 5 minggu. Setelah terbentuk suatu specimen, maka specimen tersebut diuji tekan di Laboratorium Uji Material Institut Teknologi Nasional Malang. Specimen diberi beban dan diukur dengan alat *Micro Computer Universal Testing Machine* sampai terjadi patahan yang pertama.

Semua data dianalisis dengan statistic yaitu korelasi product moment dari Pearson dirumuskan dengan:

$$R_{y-12} = \sqrt{\frac{b_1 \sum x_1 y + b_2 \sum x_2 y}{\sum y^2}}$$

(Nurgiyantoro, dkk)

$$b_1 = \frac{(\sum x_2^2)(\sum x_1 y) - (\sum x_1 x_2)(x_2 y)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)}$$

$$b_2 = \frac{(\sum x_1^2)(\sum x_2 y) - (\sum x_1 x_2)(x_1 y)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)}$$

Keterangan:

- y : variabel kriterium = elastisitas bambu
- x_1 : variabel bebas 1 = lama rendaman
- x_2 : variabel bebas 2 = pH larutan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3 Data Penelitian

No	Lama (Minggu)	pH	Kuat Tekan (N/mm ²)
1	2	1.4	50.45
2	3	1.4	41.6
3	4	1.4	30.79
4	5	1.4	22.77
5	2	2.01	58.07
6	3	2.01	25.65
7	4	2.01	53.81
8	5	2.01	42.24
9	2	3.01	34.78
10	3	3.01	60.58
11	4	3.01	49.7
12	5	3.01	48.4
13	2	4.44	59.34
14	3	4.44	39.34
15	4	4.44	50.26
16	5	4.44	30.49
17	2	5.2	48.62
18	3	5.2	33.65
19	4	5.2	40.68
20	5	5.2	21.55
21	2	6.02	37.44
22	3	6.02	44.02
23	4	6.02	65.16
24	5	6.02	40.85
25	2	7.02	47.4
26	3	7.02	62.22
27	4	7.02	37.24
28	5	7.02	47.51
29	2	8.2	53.7
30	3	8.2	47.82
31	4	8.2	48.74
32	5	8.2	44.67
33	2	9.13	54.17
34	3	9.13	52.46
35	4	9.13	44.19
36	5	9.13	56.76
37	2	10.68	27.9
38	3	10.68	10.79
39	4	10.68	10.78
40	5	10.68	8.02

Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan program SPSS versi 10.0 diperoleh hasil sebagai berikut:

Dari output program SPSSversi 10.0 dalam *model summary* diperoleh $R_{hitung} = 0,319$ sedangkan $R_{tabel(40;5\%)} = 0,312$ maka $R_{hitung} > R_{tabel}$ sehingga terdapat hubungan (korelasi) antara pH larutan dan lama perendaman dengan kekuatan bambu menahan beban.

Koefisien determinasi (R square) sama dengan 0,102 atau 10,2%. Hal ini menunjukkan bahwa hanya 10,2% kekuatan tekan dipengaruhi oleh lama perendaman dan pH larutan, sementara 89,8% dipengaruhi oleh factor lain.

Semakin tinggi pH larutan yang digunakan untuk merendam bambu dan semakin lama bambu direndam, maka bambu tersebut akan mampu menahan beban semakin besar.

Kekuatan menahan tekanan sama dengan modulus Young dan sama dengan modulus elastisitas. Jadi semakin besar beban yang sanggup ditahan oleh bambu, maka semakin besar pula modulus elastisitas bambu. Dengan kata lain semakin besar beban yang sanggup ditahan oleh bambu, maka bambu tersebut semakin elastic. Sehingga semakin tinggi larutan untuk merendam bambu dan semakin lama bambu direndam, maka bambu tersebut semakin elastic.

Disamping mengubah elastisitas bambu, lama perendaman dan pH larutan yang digunakan untuk merendam bambu juga mampu mengubah sifat fisik yang lain yaitu bambu yang direndam dalam larutan asam dalam jangka waktu yang lama menjadi lebih padat dan kaku, sehingga elastisitas bambu semakin kecil.

Jika bambu direndam dalam larutan basa dalam jangka waktu yang lama, maka bambu tersebut menjadi tidak padat dan seratnya mudah terurai menjadi bagian lebih kecil (serat-seratnya mudah dipisahkan) tetapi lebih elastis. Sehingga semakin tinggi pH (semakin basa) larutan yang digunakan dan semakin lama bambu direndam pada larutan ini, maka bambu cenderung tidak padat dan serat-seratnya kelihatan rapuh.

Kesimpulan

1. pH larutan dan lama perendaman mempengaruhi elastisitas bambu, semakin tinggi pH dan semakin lama perendaman semakin bambu semakin elastis.
2. pH larutan dan lama perendaman bambu dapat mengubah sifat fisik bambu tersebut

DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmad, Mansur. **Analysis Of Calcutta Bamboo For Structural Composite Materials.**
<http://www.scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-08212000-10440027/unrestricted/Chapter2.pdf>
2. Ahmad, Mansur. **Analysis Of Calcutta Bamboo For Structural Composite Materials.**
<http://www.scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-08212000-10440027/unrestricted/Chapter5.pdf>

3. Batubara, Ridwanti. 2002. **Pemafaatan Bambu.** Digitized Library Universitas Sumatera Utara. Medan.
4. Burhan Nurgiyantoro dkk, 2000, **Statistik Terapan,** Yogyakarta: Penerbit Gajah Mada University Press
5. _____, **Derajat Keasaman,**
<http://id.wikipedia.org/wiki/PH>
6. Krisdianto dkk. **Sari Hasil Penelitian Bambu.**
<http://www.dephut.go.id/INFORMASI/litbang/teliti/bambu.htm>
7. Symon, Keith R, 1957, **Mechanic,** 2nd printing, Adison-Wesley Publishing Company, Inc, United Stated of America.