

STUDI PROSES BLEACHING SERAT KELAPA SEBAGAI REINFORCED FIBER

Achmad Wildan, Abdullah, Slamet Priyanto
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedharto, SH.
Kampus Tembalang, Semarang, 50239

Abstrak

Serat kelapa dapat dikembangkan menjadi produk yang lebih berkualitas. Saat ini sedang berkembang penelitian tentang serat alami sebagai bahan pengisi matriks komposit. Serat kelapa sebagai salah satu serat alami mempunyai kelebihan seperti kuat, elastisitas, tahan terhadap peruraian mikroba, tahan terhadap salinitas, biodegradable dan banyak tersedia di alam. Proses bleaching adalah salah satu proses yang sangat penting pada proses pembuatan serat kelapa. Perbedaan kondisi pada proses bleaching mempengaruhi kualitas produk serat kelapa yang dihasilkan seperti kuat tarik dan derajat kecerahan. Hidrogen peroksida mempunyai kelebihan yaitu sifatnya yang lebih ramah lingkungan dibandingkan oksidator lain karena peruraiannya hanya menghasilkan air dan oksigen. Tujuan penelitian ini adalah menentukan pengaruh konsentrasi H_2O_2 , pH dan suhu terhadap kuat tarik dan derajat kecerahan serta menentukan kinetika reaksi pada proses bleaching tersebut. Proses bleaching dilakukan dengan memasukkan serat kelapa kedalam larutan hidrogen peroksida dalam suasana basa. Hasil optimum didapat pada konsentrasi H_2O_2 3 %, pH 11 dan suhu 60 °C dengan harga derajat kecerahan dan kuat tarik masing-masing 82,10 dan 119,75 Mpa. Perubahan derajat kecerahan dan kuat tarik dari serat kelapa setelah dibleaching diharapkan dapat digunakan sebagai bahan baku reinforced fiber.

Kata kunci : serat kelapa, bleaching, konstanta kinetika reaksi, derajat kecerahan, kuat tarik.

PENDAHULUAN

Kelapa merupakan salah satu tanaman perkebunan yang sangat penting di Indonesia. Dari areal perkebunan seluas 14,05 juta hektar di Indonesia, luas perkebunan kelapa sendiri adalah 3,94 juta hektar atau 27 % dari total area. Menurut Biro Pusat Statistik (2008), total produksi kelapa Indonesia tahun 2008 mencapai 15 juta metrik ton, jika kandungan serabut kelapa adalah 35% dari berat kelapa dan dari serabut kelapa 30% adalah serat kelapa maka dapat diperkirakan sekitar 1,575 juta metrik ton serat kelapa dihasilkan per tahunnya (<http://www.bps.go.id/index.php/hasilperkebunan>). Selama ini produk olahan kelapa yang dihasilkan masih terbatas jumlah maupun jenisnya. Produk akhir yang sudah berkembang saat ini adalah *desicated coconut*, *coconut milk/cream*, *activated carbon*, *brown sugar* dan *nata de coco*. Coir atau serat kelapa sebagai salah satu produk akhir tanaman kelapa kurang berkembang. Serat kelapa hanya digunakan sebagai bahan bakar, pupuk atau dibuang percuma (<http://ditjenbun.deptan.go.id/cigraph/index.php/viewstat/komoditasutama/5-kelapa>)

Serat kelapa dapat dikembangkan menjadi produk yang lebih berkualitas. seperti bahan baku tali, bahan pengisi karpet, tikar, dan permadani (Van Daam, 2002; Subaida *et al.*, 2008). Saat ini sedang berkembang penelitian tentang serat alami sebagai bahan pengisi matriks komposit (Bathia, 2008) seperti komposit polietilen (Brahmakumar *et al.*, 2005), komposit epoksi (Sapuan, 2005) dan lain sebagainya. Serat kelapa sebagai salah satu serat alami mempunyai kelebihan seperti kuat, elastisitas, tahan terhadap peruraian mikroba, tahan terhadap salinitas, biodegradable dan banyak tersedia di alam (Khan *et al.*, 2003; Bismarck *et al.*, 2001). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Asasutrajit *et al.* (2005) serat kelapa memberikan peningkatan kekuatan dan elastisitas jika ditambahkan pada *cement board*. Menurut Van Daam (2002) serat yang mempunyai kualitas baik adalah serat yang mempunyai kekuatan, elastisitas dan derajat kecerahan tinggi. Sehingga salah satu cara untuk meningkatkan kualitas tersebut adalah dengan proses bleaching.

Proses bleaching adalah salah satu proses yang sangat penting pada proses pembuatan serat kelapa. Perbedaan kondisi pada proses bleaching seperti konsentrasi bahan pemutih (*bleaching agent*), pH, temperatur, katalis dan waktu mempengaruhi kualitas produk serat kelapa yang dihasilkan seperti kuat tarik dan derajat kecerahan. Selama ini proses bleaching banyak menggunakan senyawa klor seperti klorin atau klor dioksida. (Van Daam, 2002). Kelemahan senyawa klor sebagai *bleaching agent* adalah sifatnya yang beracun dan tidak ramah lingkungan (Bjorklund, 2008).

Hidrogen peroksida telah banyak digunakan sebagai pengganti senyawa klor pada proses bleaching pada industri Pulp. Hidrogen peroksida mempunyai kelebihan yaitu sifatnya yang lebih ramah lingkungan dibandingkan oksidator lain karena peruraiannya hanya menghasilkan air dan oksigen (Filho and Ulrich, 2002) dan kekuatan oksidatornya pun dapat diatur sesuai kebutuhan (Potucek and Milichovsky, 2000) , sehingga dalam penelitian ini digunakan hidrogen peroksida. Dari penelitian yang dilakukan oleh Tutus (2004), Proses bleaching dengan hidrogen peroksida meningkatkan derajat kecerahan dari pulp yang dihasilkan dibandingkan dengan klorin dioksida. Proses bleaching pulp dengan hidrogen peroksida memberi hasil optimal jika dalam keadaan basa yaitu pada pH 9 dengan menggunakan NaSiO_3 sebagai senyawa penstabil peroksida. Dari penelitian Darmanto dkk (2008), perlakuan alkali dengan NaOH 10% selama 30 menit akan meningkatkan kekuatan (*strenght*) dan daya mulur (*elongation*) dari serat tunggal daun pelepah kelapa secara optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kualitas serat kelapa sebagai *reinforced fiber*. Secara spesifik penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh konsentrasi hidrogen peroksida, suhu dan pH terhadap kecerahan dan kuat tarik serat kelapa pada proses bleaching.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan utama pada penelitian ini adalah serat kelapa yang diambil dari daerah Ungaran. Bahan lain yang digunakan adalah H_2O_2 p.a.(E. Merck), NaSiO_3 p.a.(E. Merck), NaOH p.a.(E. Merck), Aquadest.

Alat

Alat utama penelitian ini adalah reaktor tanki dengan waterbath . Sementara alat lain yang digunakan adalah mesin uji tarik serat TENSO LAB, Alat Chromameter model CR-400 Konika Minolta , oven, timbangan digital, termometer, dan pH meter

Cara Percobaan

Percobaan dimulai dengan menimbang serat kelapa sebesar 25 gram, selanjutnya dimasukkan dalam reaktor tangki. Ditambahkan hidrogen peroksida sebanyak 0,5 liter dengan variasi konsentrasi 0,5 %, 1 %, 2 % dan 3 %, NaSiO_3 sebanyak 2,5 gr. Selanjutnya proses bleaching dilakukan dengan variasi suhu 50, 60, 70 dan 80 °C. Selama percobaan juga akan divariasikan pH antara 9, 10, 11 dan 12 dengan ketelitian $\pm 0,1$. pH diatur dengan penambahan NaOH. Setiap 10 menit diukur pH dan diambil larutan hidrogen peroksida untuk dititrasi dengan KMnO_4 untuk mengetahui jumlah hidrogen peroksida sisa.

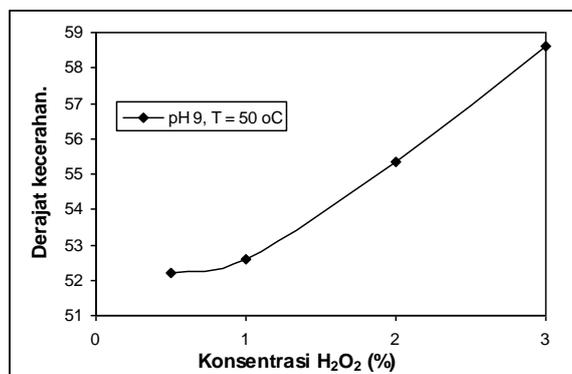
Analisa Hasil

Analisa hasil serat kelapa yang telah melalui proses bleaching antara lain analisa derajat kecerahan (*brightness*) dengan alat Chromameter model CR-400 Konika Minolta dengan sistem CIE 1976 L^* , a^* , b^* (CIELAB) (Melgosa, 1999) dan analisa kuat tarik (*tensile strenght*) dengan alat TENSO LAB tipe 168 E.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengaruh konsentrasi hidrogen peroksida terhadap kecerahan (*brightness*) serat

Proses bleaching dengan hidrogen peroksida dilakukan dengan konsentrasi bervariasi yaitu 0,5 %, 1%, 2% dan 3% sedangkan kondisi operasi yang dibuat tetap yaitu waktu proses bleaching 1 jam, pH: 9 serta suhu: 50 °C. Hubungan antara konsentrasi hidrogen peroksida terhadap derajat kecerahan disajikan pada Gambar 1.

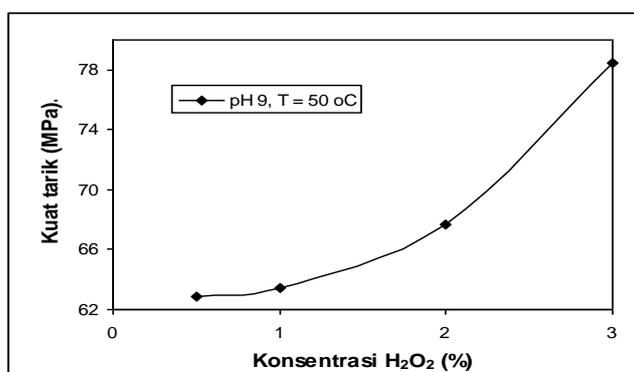


Gambar 1. Grafik hubungan konsentrasi H₂O₂ dengan derajat kecerahan serat (pH= 9, T = 50 °C)

Gambar 1 menunjukkan adanya peningkatan derajat kecerahan dengan semakin meningkatnya konsentrasi hidrogen peroksida yang dipakai. Derajat kecerahan yang tertinggi dicapai pada konsentrasi hidrogen peroksida 3 % yaitu sebesar 58,61. Selama proses bleaching terjadi penurunan pH yang sangat berarti yaitu ketika baru proses berjalan sekitar 10 menit pH menurun menjadi 7, hal ini disebabkan jumlah NaOH yang ditambahkan sedikit pada saat awal sedikit sehingga sebelum 1 jam OH⁻ sudah habis bereaksi dengan hidrogen peroksida dan jika dilanjutkan hingga akhir maka pH turun menjadi sekitar 6 (keadaan asam). Proses bleaching tidak efektif pada keadaan asam, karena hidrogen peroksida akan terdekomposisi menjadi air sehingga lambat bereaksi dengan gugus kromofor pada lignin, sehingga derajat kecerahan yang didapat rendah. Hal ini sesuai literatur (Van Daam, 2002) bahwa reaksi bleaching dengan hidrogen peroksida akan efektif pada keadaan basa antara pH 8 hingga pH 12.

Pengaruh konsentrasi hidrogen peroksida terhadap kuat tarik (*tensile strenght*) serat

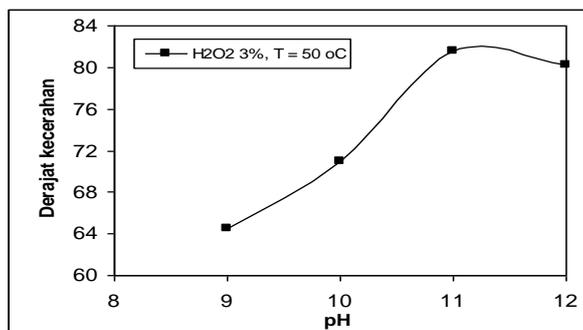
Hubungan antara konsentrasi hidrogen peroksida dengan kuat tarik disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan konsentrasi H₂O₂ dengan kuat tarik serat (pH 9, T = 50 °C)

Pengaruh pH terhadap derajat kecerahan (*brightness*) serat

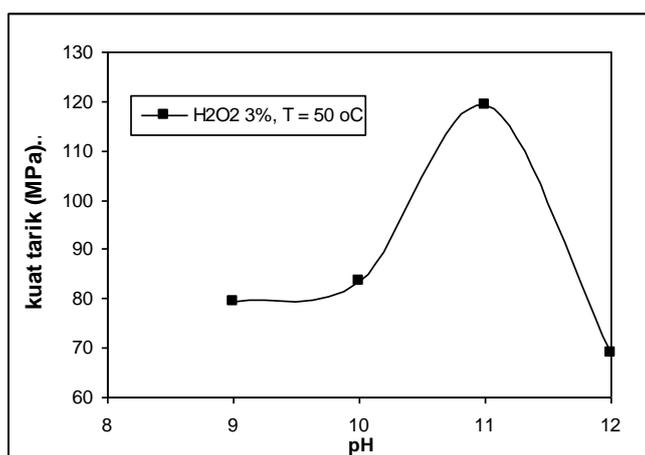
Pada percobaan ini dilakukan dengan memvariasi pH 9, 10, 11 dan 12 dengan konsentrasi H_2O_2 sebesar 3 % dan suhu $50\text{ }^\circ\text{C}$. Untuk mendapatkan pH tersebut dilakukan pengaturan pH dengan menggunakan larutan NaOH. Untuk mendapatkan nilai pH yang dikehendaki maka digunakan alat pH meter. Derajat kecerahan serat sangat dipengaruhi oleh pH (Tutus,2004). Semakin basa larutan maka jumlah gugus anion perhidroksil (OOH^-) yang terbentuk tiap waktu semakin banyak. Sehingga reaksi yang terjadi antara gugus anion perhidroksil (OOH^-) dengan gugus kromofor pada lignin semakin cepat. Derajat kecerahan tertinggi dicapai pada pH 11 yaitu 81,53. Hubungan antara pH dengan derajat kecerahan tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan pH larutan dengan derajat kecerahan serat (H_2O_2 3 % , $T = 50\text{ }^\circ\text{C}$)

Pengaruh pH terhadap kuat tarik (*tensile strenght*) serat

Proses bleaching yang dilakukan dalam kondisi alkali mempengaruhi kuat tarik serat. Menurut penelitian yang terdahulu (Prasad, dkk., 2005 dan Darmanto dkk, 2008) proses perendaman dalam larutan alkali dapat meningkatkan kuat tarik (*tensile strenght*) dari serat tersebut. Pada pH 11 menghasilkan kuat tarik yang terbesar yaitu 119,38 MPa. Sedangkan pada pH 12 mengalami penurunan kuat tarik menjadi 68,97 MPa. Hal ini disebabkan pada pH 12, adanya degradasi atau penurunan kekuatan karena kerusakan pada selulosanya, sehingga mengurangi kekuatan dari serat itu. Hal ini sesuai yang dikemukakan Lewin (2007). Hubungan antara pH dan kuat tarik tersaji pada Gambar 4.



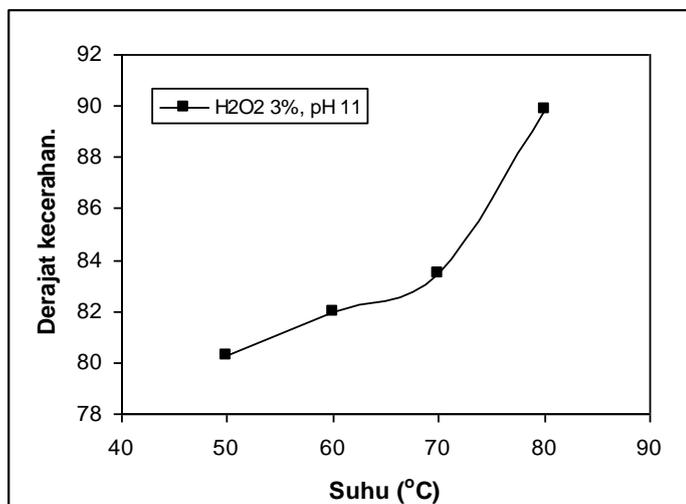
Gambar 4. Grafik hubungan pH dengan kuat tarik serat (H_2O_2 3 % , $T = 50\text{ }^\circ\text{C}$)

Pengaruh suhu terhadap derajat kecerahan (*brightness*) serat

Pada proses bleaching, semakin tinggi suhu maka proses pembentukan gugus anion perhidroksil (OOH^-) akan semakin cepat sehingga hal ini akan berpengaruh pada proses penghilangan gugus kromofor pada lignin serat tersebut.

Setelah dilakukan analisa dengan alat Chromameter CR-400 diperoleh hasil pada suhu antara $50 - 70\text{ }^\circ\text{C}$, derajat kecerahan yang didapat hampir sama, yaitu antara 81- 83 %. Sedangkan

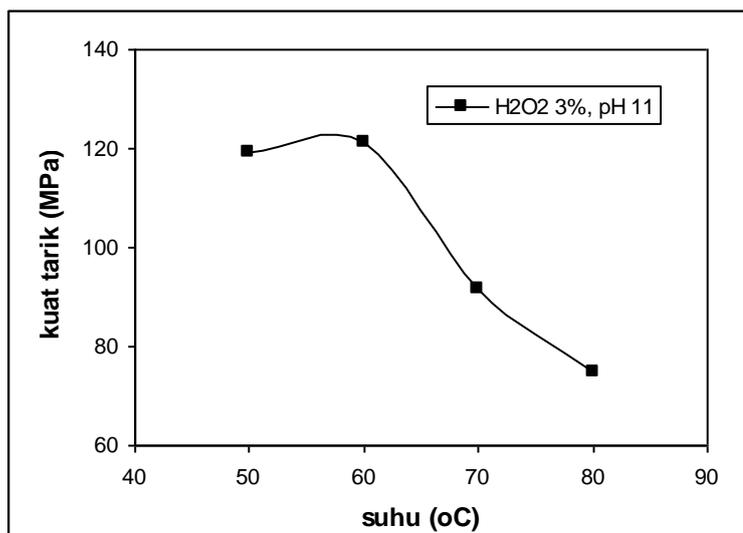
pada suhu 80 °C diperoleh derajat kecerahan yang sangat tinggi yaitu 89,89 %. Hal ini disebabkan dengan semakin meningkatnya suhu maka reaksi yang berlangsung semakin cepat. Hubungan antara suhu dengan derajat kecerahan tersaji pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan suhu dengan derajat kecerahan serat. (H_2O_2 3 %, pH 11)

Pengaruh suhu terhadap kuat tarik (*tensile strenght*) serat

Suhu berpengaruh terhadap kuat tarik serat. Hal ini disebabkan oleh reaksi yang terjadi antara gugus anion perhidroksil dengan lignin. Jika lignin telah habis bereaksi dengan gugus anion perhidroksil, maka gugus anion perhidroksil ini akan menyerang selulosa, sehingga akan mengurangi kekuatan dari serat tersebut. Pada suhu 50 - 60 °C kuat tarik serat relatif hampir sama yaitu 119,38 MPa dan 121,11. Tetapi pada suhu 70 °C mengalami penurunan kuat tarik serat menjadi 91,46 MPa dan pada suhu 80 °C menjadi 74,70 MPa. Hal ini menunjukkan semakin tinggi suhunya maka semakin banyak selulosa yang mengalami degradasi sehingga kuat tarik semakin menurun. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Lewin (2007). Hubungan antara suhu dengan kuat tarik tersaji pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik hubungan suhu dengan kuat tarik (H_2O_2 3 % , pH 11)

Kondisi Optimum

Kondisi optimum proses bleaching dicapai pada konsentrasi H_2O_2 , pH, dan suhu berturut – turut yaitu 3 %, 11, dan 60 °C. Derajat kecerahan dan kuat tarik serat kelapa sebelum dibleaching maupun setelah dibleaching disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisa serat kelapa sebelum dan setelah proses bleaching

Serat Kelapa	Derajat kecerahan (<i>Brightness</i>)	Kuat tarik (<i>Tensile Strenght</i>) MPa
Sebelum Proses Bleaching	47,78	59,99
Setelah Proses Bleaching (H_2O_2 3%, pH 11, T = 60 °C)	82,10	119,75

KESIMPULAN

Kondisi optimum yang dicapai pada proses bleaching serat kelapa adalah: konsentrasi H_2O_2 = 3 %, pH =11, dan suhu = 60 °C. Hasil ini dapat meningkatkan derajat kecerahan (*brightness*) dari 47,78 menjadi 82,10 dan kuat tarik (*tensile strenght*) dari 59,99 menjadi 119,75 MPa..

DAFTAR PUSTAKA

- Asasutjarit, C., Hirunlabh, J., and Khedari, J. (2005). *Development of Coconut Coir-Based Lightweight Cement Board*. Journal of Construction and Building Material, Vol 72 : 233-240
- Bathia, Sobha. (2008). *Bridging the Gap Between Engineering and the Global World: A Case Study of the Coconut (Coir) Fiber Industry in Kerala, India*. Morgan and Claypool Publisher: New York
- Bismarck, A., Mohanty, A. K., and Aranberri-askargotra, I. (2001). *Surface Characterization of Natural Fibers ; Surface Properties and The Water Up-take Behavior of Modified Sisal and Coir Fibers*. Journal Green Chemistry, Vol 3 : 100-107
- Bjorklund, M. (2008). *Bleaching of Pulp*. United States Patent no. 6.777.548 B1, 23 November 2008
- Brahmakumar, M., Pavithran, C., and Pillai, R. M. (2005). *Coconut Fibre Reinforced Polyethylene Composites : Effect of Natural Waxy Surface Layer of The Fibre on Fibre/Matrix Interfacial Bonding and Strength of Composites*. Journal of Composites Science and Technology, Vol 65 : 563-569.
- Darmanto, S., Umardhani, Y., Setyoko, B., dan Kusumayanti, H.. (2008). *Peningkatan Kualitas Pelepah Kelapa Sebagai Serat Komposit Otomotif dengan Perlakuan Kimia dan Fisik*. Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro : Semarang
- Filho, C., and Ulrich, H. (2002). *Hydrogen Peroxide in Chemical Pulp Bleaching*. Iberoamerican Congress on Pulp and Paper Research: Brasil
- Jones, Craig. (1999). *Application of Hydrogen Peroxide and Derivates*. RSC Publisher: Cambridge



- Khan, M., Siraj, M. S., and Rahman, M. (2003). *Improvement of Mechanical Properties of Coir Fiber (Cocus nucifera) with 2-Hydroxyethyl Methacrylate (HEMA) by Photocuring*. Journal Polymer-Plastics Technology and Engineering. Vol 42 : 253-267
- Lewin, Menachem. (2007). *Handbook of Fiber Chemistry 3rd Edition*. CRC Press Taylor and Francis Group: New York
- Liu, Shijie. (2003). *Chemical Kinetics of Alkaline Peroxide Brightening of Mechanical Pulps*. Journal of Chemical Engineering Science, Vol 58 : 2229-2244
- Melgosa, Manuel. (1999). *Testing CIELAB-Based Color-Difference Formula*. Journal Color Research and Application. Vol 25 : 49-55
- Nagiev, Tofik. (2007). *Coherent Synchronized Oxidation Reactions by Hydrogen Peroxide*. Elsevier B. V. : Amsterdam
- Potucek, F. and Milichovsky, M. (2000). *Kraft Pulp Bleaching with Hydrogen Peroxide and Peracetic Acid*. Journal Chem Papers, Vol 54 : 406- 411
- Sapuan, S. M.,. (2005). *Tensile strenghts of Coconut Spathe-fiber Reinforced Epoxy Composites*. Journal of Tropical Algculture. Vol. 43 : 63-65.
- Subaida, E., Chandrakaran, S., and Sankar, N. (2008). *Experimental Investigation on Tensile and Pullout Behavior of Woven Coir Geotextile*. Journal Geotextile and Geomembranes. Vol 26 : 384-392
- Tutus, Ahmed. (2004). *Bleaching of Rice Straw Pulps with Hidrogen Peroxide*. Pakistan Journal of Biological Sciences, Vol 8 : 1327-1329
- Van Dam, J.E.G. (2002). *Coir Processing Technologies: Improvement of Drying, Softening, Bleaching and Dyeing Coir Fibre/Yarn and Printing Coir Floor Coverings*. FAO and CFC: Netherlands

<http://ditjenbun.deptan.go.id/cigraph/index.php/viewstat/komoditasutama/5-kelapa> diakses tanggal

30 Maret 2010

<http://www.bps.go.id/index.php/hasilperkebunan> diakses tanggal 30 maret 2010