

THE EFFECT OF ANNEALING TEMPERATURE ON ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF CELLULOSE/Ag FILM SYNTHESIZED FROM WATER HYACINTH (*Eichornia Crassipes*)

Rizqi Nanda Mega Safitri, Markus Diantoro, Abdulloh Fuad

Jurusan FMIPA Universitas Negeri Malang

Email : meega89@gmail.com

ABSTRACT

Various cellulose fiber are observed in plants. One of the plants containing cellulose is water hyacinth (*Eichornia crassipes*). Most of the water hyacinth is used as a craft. In this research the water hyacinth can be used as a raw material for producing a thin film. Crystallinity and conductivity of this thin film can be controlled with doping and temperature annealing. Doping is the Ag has a conductivity of 6.8×10^5 miliohm.cm⁻¹ and high crystallinity. Before fabricated as thin film, water hyacinth was isolated pure cellulose through 5 process therefore the process of dewaxing process of bleaching, removal of hemicellulose, delignification and pure cellulose extraction. The next stage of the addition of doping and film fabrication on the glass substrate by spin coating method speed 1000 rpm for 1 minute and stages of annealing temperature variation at 170° C, 190°C, 210° C and 230° C. Crystallinity of cellulose-Ag in the form of amorphous because peak Ag merged in cellulose. The conductivity of cellulose-Ag with variations in annealing temperature had varied results there are $8,02 \times 10^{-11}$ (Ω.m)⁻¹, $4,37 \times 10^{-9}$ (Ω.m)⁻¹, $7,74 \times 10^{-9}$ (Ω.m)⁻¹ and $5,58 \times 10^{-9}$ (Ω.m)⁻¹ From the result it is known that the the effect of the annealing temperature lowers the value of conductivity and materials are insulators.

Keywords: temperature annealing, cellulose-Ag, conductivity, crystallinity, spin coating method

PENDAHULUAN

Perkembangan serat selulosa dalam kurun waktu satu dekade terakhir sangat pesat (Anastysya, 2014). Selulosa adalah komponen bahan organik yang banyak sekali terdapat di muka bumi. Selulosa merupakan polimer dari glukosa yang tergabung bersama dengan ikatan glikosidik β-1,4. Diperkirakan 50% dari biomassa adalah selulosa jumlahnya sekitar 50 milyar ton (Ambriyanto, 2010). Selulosa mempunyai susunan molekul terakumulasi sebagai rantai mikrofibril yang menyerupai benang-benang mikro membentuk bundel dan klaster yang disebut fibril dan sel-sel fibril (Romansyah, 2015). Selulosa tanaman berada pada dinding sel membentuk struktur kompleks dengan hemiselulosa, lignin dan berbagai senyawa impuritas lainnya.

Selulosa mempunyai sifat yang unggul seperti sifat mekanik yang baik, densitas yang rendah, ramah lingkungan, kelimpahan yang banyak, mudah didegradasi dan termasuk dalam sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Selain itu senyawa yang berwarna putih, tidak larut dalam air dan pelarut organik ini memiliki gugus OH yang banyak. Hal ini yang membuat selulosa berpotensi untuk dikembangkan lebih jauh bukan hanya sebagai bahan olahan makanan atau minuman, tetapi juga digunakan untuk industri-industri penting seperti membran separasi, produksi karbon film elektrokonduktif, dan alat optik. Menurut hasil penelitian di Jepang bahwa selulosa telah dikembangkan untuk keperluan

peralatan-peralatan yang berteknologi tinggi, misalnya untuk membran *sound system*. Tetapi ada beberapa masalah dalam pembuatan bahan tersebut yaitu residu cair serta toksin yang dilepaskan dari selulosa (Chen dkk, 2010). Oleh karena itu perlu dicari bahan sebagai sumber alternatif dalam pembuatan selulosa sehingga dalam proses produksi elektronik tidak menyebabkan polusi.

Konduktivitas listrik yang tinggi diperlukan selulosa agar dapat menghantarkan arus listrik dengan baik. Sifat konduktivitas listrik selulosa dapat diubah dengan melakukan penambahan materi lain (doping). Penambahan materi doping tersebut dapat meningkatkan pembawa mayoritas elektron atau lubang (hole) suatu material tergantung materi doping yang ditambahkan.

Penelitian sebelumnya dilakukan pendapatan selulosa menggunakan limbah tahu (*whey*) dengan doping Kalium (K) sebagai bahan dasar semikonduktor organik. Hasil yang diperoleh merupakan selulosa semikonduktor tipe-n dengan kestabilan nilai konduktivitas listrik pada range 0,7 sampai 1,8 volt tegangan dc sebesar $4,7 \times 10^{-3} (\Omega \cdot \text{meter})^{-1}$. Selain itu pemberian frekuensi tinggi ke frekuensi rendah tidak mempengaruhi hambatan yang dimiliki oleh selulosa dari limbah tahu (*whey*) sesudah didoping Kalium (Nurlaily, 2009).

Eceng gondok merupakan tumbuhan rawa atau air, yang mengapung di atas permukaan air. Di ekosistem air, eceng gondok ini merupakan tanaman pengganggu atau gulma yang dapat tumbuh dengan cepat (3% per hari). Pesatnya pertumbuhan eceng gondok ini mengakibatkan berbagai kesulitan seperti terganggunya transportasi, penyempitan sungai, dan masalah lain karena penyebarannya yang menutupi permukaan sungai/perairan (O'Sullivan, 2010).

Komposisi kimia eceng gondok tergantung pada kandungan unsur hara tempatnya tumbuh, dan sifat daya serap tanaman tersebut. Eceng gondok mempunyai sifat-sifat yang baik antara lain dapat menyerap logam-logam berat, senyawa sulfida, selain itu mengandung protein lebih dari 11,5%. Kandungan kimia serat eceng gondok terdiri atas 60% selulosa, 8% hemiselulosa, dan 17% lignin (Ahmed, 2012). Kandungan selulosa yang tinggi, penanganan pasca panen eceng gondok yang mudah dan hasilnya bermanfaat juga bernilai ekonomis tinggi serta solusi dalam menyelamatkan ekosistem perairan membuat eceng gondok berpotensi sebagai alternatif pembuatan pelapis elektronik dari bahan polimer alam.

Pada penelitian ini, difokuskan untuk memperoleh polimer konduktif selulosa eceng gondok dilakukan dengan pendopingan Ag. Logam Ag memiliki sifat kelistrikan yang baik maka hal ini dapat dimanfaatkan untuk memodifikasi sifat polimer agar terbentuk polimer konduktif (Ali et al, 2013). Ag memiliki konduktivitas listrik $630.5 \text{ mohm} \cdot \text{cm}^{-1}$, nilai ini paling tinggi diantara logam-logam Cu, Au, Pb, Pd, Pt, Ni, Cr, Mo, W dan Al.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *spin coating*. Pembuatan lapisan tipis menggunakan metode *spin coating* memiliki beberapa keuntungan antara lain biaya murah, tidak menggunakan ruang dengan kevakuman tinggi, komposisinya homogen, ketebalan lapisan bias dikontrol dan struktur mikronya cukup baik (Ahzan, 2012).

METODE EKSPERIMEN

Sintesis selulosa eceng gondok diawali dengan proses ekstraksi penghilangan zat lilin, kemudian proses *dewaxing*, *bleaching*, penghilangan hemiselulosa dan terakhir pendapatan selulosa murni.

Setelah didapatkan selulosa murni, selulosa di doping dengan perbandingan rasio Ag (3:1). Proses sintesis selulosa-Ag terlebih dahulu selulosa dilarutkan dengan kloroform dan selanjutnya proses *blending* dengan Ag dan PVA pada suhu 60°C sampai berubah fasa menjadi gel.

Selulos-Ag yang terbentuk sebelumnya dilakukan uji FTIR untuk mengetahui gugus fungsi dan selanjutnya proses fabrikasi di atas substrat kaca menggunakan metode *spin coating* dengan kecepatan 1000 rpm selama 1 menit. Lapisan selulosa-Ag di-*annealing* pada temperatur 170C, 190C, 210C dan 230C dengan penahanan selama 3 jam.

Sampel yang terbentuk dikarakterisasi dengan FTIR, XRD, SEM dan konduktivitas. Ukuran partikel ditentukan dengan memakai persamaan Scherrer (Khan, 2011):

$$L = \frac{0,94 \lambda}{\beta \cos \theta} \quad (1)$$

Nilai konduktivitas bahan ditentukan dengan persamaan

$$V = RI \quad (2)$$

$$R = \rho \frac{s}{A} \quad (3)$$

$$\rho = 2\pi R s \quad (4)$$

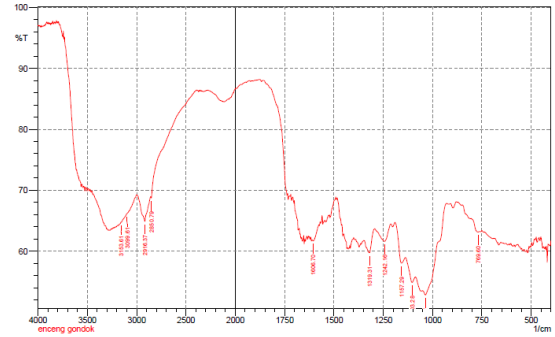
$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (5)$$

dengan V merupakan tegangan(volt), I kuat arus (ampere), R resistansi (Ω), ρ resistivitas (Ω.m), s jarak antar titik (m) dan A luas permukaan elektroda (m³).

HASIL DAN PEMBAHASAN

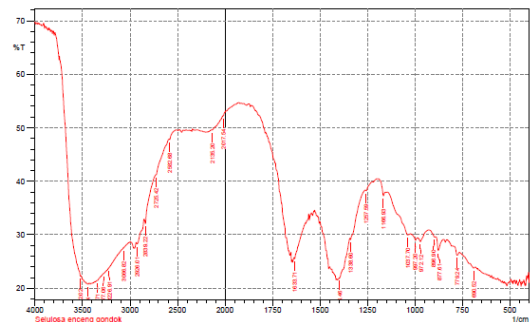
Hasil Karakterisasi Selulosa Eceng Gondok

Uji FTIR dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang dapat digunakan untuk mengenal struktur senyawa selulosa-Ag. Pada penelitian ini gugus fungsi yang dicari diantaranya gugus fungsi C-H dan O-H yang menunjukkan struktur utama selulosa.



Gambar 1. Hasil Uji FTIR Eceng Gondok

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa pada hasil spektrum IR eceng gondok terdapat puncak pada panjang gelombang 1606,7 cm⁻¹ yang menunjukkan keberadaan gugus C=C pada aromatik lignin (Skoog, 2007). Pada puncak gelombang 2850,79 cm⁻¹ terdapat gugus fungsi C-H yang menunjukkan adanya struktur utama selulosa. Sehingga dapat diketahui struktur penyusun eceng gondok dan dapat dilakukan proses penghilangan senyawa lignin dan pengotor lain yang tidak dibutuhkan dalam penelitian.

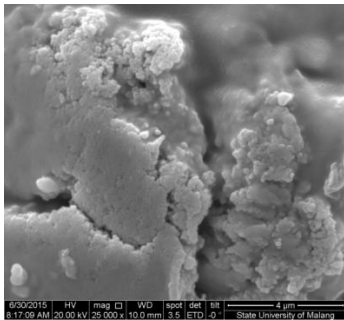


Gambar 2 Hasil Uji FTIR Selulosa Eceng Gondok

Setelah dilakukan proses isolasi selulosa maka struktur selulosa eceng gondok dapat diketahui melalui spektrum FTIR selulosa eceng gondok seperti pada Gambar 2. Dari Gambar 2 didapatkan adanya puncak pada 2926,01 cm⁻¹ dan 3522,02 cm⁻¹ menunjukkan adanya vibrasi ikatan grup C-H dan O-H. Dimana kedua puncak tersebut merupakan gugus utama

selulosa yang berasal dari peregangan ikatan hidrogen dan pembengkokan dari grup hidroksil (OH) pada struktur selulosa (Putera,2012). Ikatan terbentuk antara atom hidrogen dari kelompok hidroksil suatu monomer glukosa dan atom oksigen dari gugus hidroksil lain pada monomer glukosa dalam rantai polimer paralel selulosa. Pada puncak 1633.71 cm^{-1} menunjukkan adanya penyerapan air.

Keberadaan asetil dan ester pada rantai gugus karboksil yang menandakan adanya lignin dan hemiselulosa berada pada puncak $1734,08\text{ cm}^{-1}$ (Richa,2013). Jika dilihat dari hasil FTIR gambar 10 tidak terdapat puncak yang berada disekitar panjang gelombang $1734,08\text{ cm}^{-1}$ yaitu gugus fungsi C=O. hal ini menandakan bahwa ligin dan hemiselulosa pada eceng gondok telah hilang dengan adanya perlakuan kimiawi. Hemiselulosa dan lignin telah larut pada pelarut yang digunakan. Hasil SEM selosa eceng godok menunjukkan struktur selulosa yang halus dan butiran-butiran selulosa yang kecil seperti pada gambar 3.

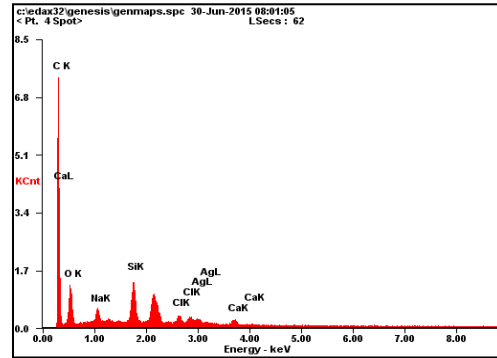


Gambar 3. Morfologi Selulosa Eceng Gondok

Selain itu juga dikarakterisasi EDX dengan tujuan mengenali jenis atom di permukaan material yang mengandung multi atom. Hasil EDX untuk selulosa ditunjukkan pada tabel di bawah.

Tabel 1. Hasil EDX selulosa eceng gondok

Element	Wt%	At%
CK	56.79	71.07
OK	24.42	22.94
NaK	02.03	01.33
AlK	00.44	00.25
SiK	02.40	01.29
ClK	02.86	01.21
AgL	09.46	01.32
CaK	01.60	00.60



Gambar 4 Grafik prosentase kandungan unsur dalam selulosa eceng gondok.

Grafik di atas menjelaskan banyaknya kandungan utama yang terdapat pada selulosa eceng gondok yaitu unsur C, O, Cl dan Si.

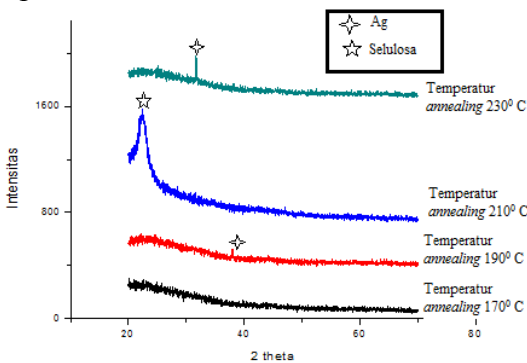
Hasil Karakterisasi Film Selulosa-Ag

Pembuatan film selulosa-Ag dilakukan dengan melarutkan selulosa eceng gondok dengan kloroform kemudian didoping menggunakan Ag. Pendapatan Ag menggunakan metode reduksi kimia dari serbuk AgNO_3 direduksi menggunakan senyawa NaBH_4 dan penyetabil MSA.

Selulosa yang telah dilarutkan dengan kloroform kemudian direaksikan dengan Ag dan polimer PVA. Campuran *diblending* dengan *magnetic stirrer* pada suhu 60°C sampai berubah menjadi gel dan diperoleh warna perak. Selulosa-Ag kemudian difabrikasi pada substrat kaca yang sebelumnya kaca dicuci dengan detergen dan disonikasi pada larutan alkohol selama 1 jam. Fabrikasi lapisan tipis serat

eceng gondok dilakukan dengan metode *spin coating* dengan kecepatan putar 1000 rpm selama 1 menit. Selanjutnya dilakukan variasi temperatur *annealing* yaitu suhu 170°C, 190°C, 210°C dan 230°C. Temperatur *annealing* yang berbeda dimungkinkan akan mempengaruhi struktur kristal, ukuran butir morfologi dan konduktivitas selulosa-Ag.

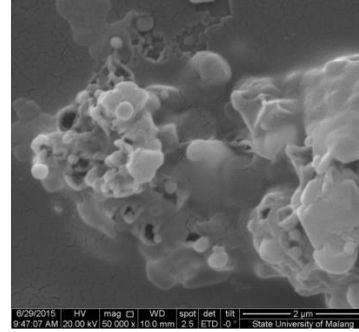
Pola XRD selulosa-Ag dengan variasi suhu *annealing* ditunjukkan pada Gambar 5. Berdasarkan gambar 5 dapat dilihat penambahan suhu *annealing* tidak menyebabkan kemunculan puncak yang mengindikasikan adanya Ag, dikarenakan struktur rongga dalam selulosa dapat mengasorpsi logam berat seperti Cu dan Ag (Wardani,2012). Tetapi efek penambahan suhu *annealing* berpengaruh pada intensitas tiap sudut 2θ.



Gambar 5. Pola XRD selulosa-Ag variasi temperatur *annealing*

Hasil penelitian terdahulu puncak Ag dengan reduktor NaBH₄ dengan penyetabil gelatin muncul pada 2θ = 37,87°; 43,91°; 64,18° dan 76,88°(Ahmad,2011). Pada temperatur *annealing* 190°C terdapat satu puncak kristalin pada 2θ 37,99°. Puncak ini mengindikasikan adanya puncak Ag. Hal ini juga terjadi pada variasi temperatur *annealing* 230°C pada puncak 2θ 31,7° dan 38,2°. Pada temperatur *annealing* 210°C menghasilkan puncak kristalin pada 2θ 22,4°. Menurut Yetty (2012) puncak 2θ 22,4° sudah identik dengan penelitian selulosa diasetat sebelumnya. Puncak Ag

bergabung pada daerah amorf selulosa sehingga tidak muncul pada pola XRD.



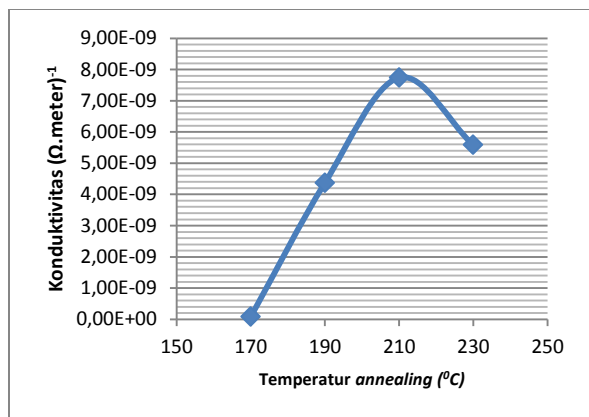
Gambar 6 Morfologi Selulosa-Ag

Gambar 6 menunjukkan foto permukaan selulosa-Ag menggunakan alat SEM dengan perbesaran 50000 kali. Bagian yang lebih terang menunjukkan adanya nanopartikel perak. Ketika sampel selulosa dikenai berkas elektron bagian yang terdapat nanopartikel akan menunjukkan interaksi dengan electron yang lebih kuat dibanding dengan bagian yang tidak terdapat nanopartikel perak (Kusumastuti, 2014). Oleh karena itu pada hasil SEM bagian yang telah terdeposit nanopartikel perak menunjukkan warna terang. Hasil SEM yang tidak merata dan terlihat retakan dikarenakan pada proses *annealing* yang kurang baik.

Tabel 5. Hasil EDX film selulosa-Ag

Element	Wt%	At%
OK	7.8	26.88
NaK	8.17	19.58
SiK	3.59	07.04
ClK	5.19	08.06
AgL	75.25	38.44

Pada selulosa-Ag dapat dilihat bahwa prosentase kandungan di dalam film adalah O 7,8%, Na 8,17%, Si 3,59%, Cl 5,19% dan Ag 75,25 %. Volume atom (At) film selulosa-Ag yaitu untuk O sebesar 26,88%, Na 19,58%, Si 07,4%, Cl 8,06% dan Ag 38,44%.



Gambar 8 Konduktivitas sebagai fungsi Temperatur Annealing

Gambar 8 merupakan grafik pengaruh temperatur *annealing* terhadap nilai konduktivitas. Nilai konduktivitas film selulosa-Ag dengan menggunakan persamaan (3.4) didapatkan sebesar $4,4 \times 10^{-9}$ (Ω.meter)⁻¹. Nilai ini termasuk dalam range nilai konduktivitas listrik untuk isolator. Hal ini sesuai dengan hasil XRD yang menunjukkan bahwa film selulosa-Ag bersifat amorf. Sehingga nilai konduktivitas bahan yang bersifat amorf adalah isolatif. Pada penelitian Nurlaily (2009) menyatakan bahwa selulosa yang didoping dengan asam kuat akan menurunkan nilai konduktivitas.

Kesimpulan

Telah berhasil dilakukan sintesis selulosa eceng gondok doping Ag dengan variasi temperatur *annealing*. Struktur kristal eceng gondok pada film serat eceng gondok bersifat amorf karena keteraturan strukturnya yang rendah. Temperatur *annealing* mempengaruhi struktur kristal film serat eceng gondok. Pada temperatur *annealing* 190°C terdapat satu puncak kristalin pada 2θ 37,99° (puncak Ag). Sedangkan pada temperatur *annealing* 210°C dan 230°C menghasilkan puncak selulosa pada 2θ 22,4° serta 31,2°. Perbedaan ini disebabkan karena pada proses pendeposisian nanopartikel perak kurang homogen serta proses *annealing*

yang kurang stabil. Konduktivitas film selulosa-Ag bertambah dengan naiknya temperatur *annealing*. Rerata konduktivitas sebesar $4,96 \times 10^{-9}$ (Ω.m)⁻¹. Nilai tersebut merupakan nilai konduktivitas pada rentang bahan isolator.

DAFTAR RUJUKAN

- Achmadi. 1990. *Kimia Kayu*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Adriani, Deka Muthia, berlian Sitorus, lia Destriati. 2013. *Sintesis Material Konduktif Polianilin-Selulosa dari Tanah Gambut*. JKK. Vol 2 (3). 17-132
- Ahmed, A.F., Moahmed A, Abdel Naby. 2012. Pretreatment and enzymic saccharification of water hyacinth cellulose: *Carbohydrate Polymers*.
- Ali, Yasir et al. 2013. Surface Modification of Polyaniline Nanofiber Using Silver Nanoparticle to Enhance Sensing Properties. *Advanced Materials Journal*: 368-372.
- Anas, Argo Khoirul., Eli Rohaeti, Dewi Yuanita Lestari. 2014. *The Effect of Chitosan addition For Mechanical Properties of acerial cellulose Based coconut Water (Cocos nucifera)*. Jurnal Online UNY
- Casey, J. 1980. *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology* (Vol. IA). New York : Willey Interscience Publisher.
- Chasanah, Alif Fitria, Markus Diantoro, Nasikhudin. 2014. *Fabrication of Silver Nanoparticles Film By Coprecipitation Process and Spin Coating Method and Their Characterization of structure and Conductivity*. Jurnal Online UM
- Fathoni, Imam et al. 2013. *Studi Pengaruh Temperatur Annealing terhadap Penumbuhan Kritisl Timbal Zirkonat Titanat Pb(Zr_xTi_{1-x})O₃ yang*

- disintesis dengan Metode Gel*.Jurnal Online UB
- Jimmy, mariana B.Malino, Berlian Sitorus.2014.*Analisa Morfologi Selulosa Kristalin Serbuk kayu belian (Eusideroxylon Zwageri)*.Prisma Fisika (II).55-58
- Kurniasari, Rizky nurul, Karim Theresih.2014.*Funtional Group and Mechanical properties of Bacterial Cellulose From Coconut water Which is Doped With Silver Nanoparticle*.Jurnal Online UNY
- Kusumaningtyas, Ayu Perdana., Suandi , Karim Theresih.2012.*Antibacterial activity of Bacterial cellulose From rice Waste Water Doped With Silver Nanoparticle*.Jurnal Online UNY
- Kusumastusti, Hesty, Eli Rohaeti.2014.*Characteristic of arterial Cellulose From Liquid waste of Sweet Potatao (Ipomoea Batatas) Deposited By Silver Nanoparticle*.Jurnal Online UNY
- Lehninger, A.L, D L Nelson, M M Cox.1993.*Principles of Biochemistry (Second Edition)*.New York; Pp 1013
- Lesbani, aldes et al. 2015.*Study adsorption Desorption of Manganese (II) Using Impregnated Chitin-cellulose as Adsorbent*.Internat.J.Sci.eng,Vol 8(2).104-108
- Malik, Putri Awaliayati, Eli Rohaeti.2014.*Mechanical Properties of Cellulose From Cassava (Manihot utilisma Pohl.) wastewater Was Deposited With silver Nanoparticle*.Jurnal Online UNY
- Nahari, Nisfi.,Markus Diantoro,Abdulloh Fuad, Nasikhudin. 2014.*The Influence Of Silver On Crystalinity And Electric Conductivity Of Flavonoid Angsana's Latex (Pterocarpus Indicus Willd) Film*.Jurnal Online UM
- Nurlaily, Elly.2009.*Analisis Sifat Konduktivitas Listrik dan Selulosa Mikrobial dari Limbah Tahu (Whey) dengan Doping Kalium (K)*.SKRIPSI.Universitas Indonesia
- O'Sullivan C, Rounsefell B, Grinham A, William C, Udy J.2010. *Anaerobic digestion harvested aquatic weeds: water hyacinth (Eichhornia crassipes), cabomba (Cabomba Caroliniana) and savinia (Salvinia molesta)*. Ecol Eng; Inggris.
- Putera, Rizky Dirga Harya.2012.*Ekstraksi Serat Selulosa Dari Tanaman Enceng Gondok (Eichornia Crassipes) Dengan Variasi Pelarut*.Depok:Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Rachmawaty, Richa., Metty Meriyani & Ir. Slamet Priyanto, M. S. 2013.*Sintesis Selulosa Dasetat Dari Eceng Gondok (Eichornia crassipes) dan Potensinya Untuk Pembuatan Membran*.*Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2(3): 8-16
- Saputra, Eko, Berlian Sitorus, Harlia.2013.*Sintesis Komposit Polianilina-Selulosa Menggunakan Matriks Selulosa dari Tandan Kosong Sawit*.JKK, volume 2(1).58-64
- Sari, Dian Cipta.,Eli Rohaeti, Marfuatun.2012.*Synthesis of Cellulose Acetate From Rice Straw for Lithium Ion Battery Application*.Jurnal Online UNY
- Sautter, B.P. (2005, Januari).*Countinuous Polymer Nanofiber Using Electrosinning*. University of Illinois, Chicago.
- Sitorus, Berlian., Veirnard Suendo & Ferdinand Hidayat.2011.*Sintesis Polimer Konduktif sebagai Bahan Baku untuk Perangkat Penyimpan Energi Listrik*. *Jurnal ELKHA*,3 (1) : 43-47

- Skoog et al. 2007. *Principles of Instrumental Analysis Sixth Edition*. Canada: Thomson's books.
- Taherzadeh, M. J. a. K., K. (2007). Acid-Based Hydrolysis Processes for Ethanol from Lignocellulosic Materials :A Review. *Biosources*, 2 (3), 472-499.
- Wardani, Ardi Yuli, Winda Nirmala. 2012. *Pemanfaatan Daun Nanas (Ananas comosus) sebagai Adsorben Logam Ag dan Cu pada Limbah Industri Perak di Kota Gede Yogyakarta*. Pelita, Volume VII (1).
- Wendorff, Joachim. H, Seema Agarwal, Andreas Greiner. 2012. *Electrospinning: Materials, Processing and Application*. Wiley-VCH. Jerman
- Wibisono, S. d. (2002). *Buku Kerja Praktek di PT Kertas Lecces Persero*. Probolinggo.
- Zubaidi. (2008). *Nanofiber dan Elektrospinning serta Pemanfaatannya dalam Pembuatan Tekstil Masa Depan*. Balai Besar Tekstil. Bandung