

## PEMANFAATAN SELULOSA BAKTERIAL *Nata de coco* SEBAGAI ADSORBAN LOGAM CU(II) DALAM SISTEM BERPELARUT AIR

Afrizal\*, Agung Purwanto

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Rawamangun 13220, Jakarta

\*Corresponding author:

### Abstrak

Selulosa bakterial *nata de coco* merupakan hasil fermentasi *Acetobacter xylinum* dalam substrat air kelapa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi awal larutan dan lamanya waktu kontak terhadap proses adsorpsi Cu(II) pada selulosa bakterial *nata de coco*. Karakterisasi gugus fungsi selulosa bakterial *nata de coco* dengan FT-IR menunjukkan adanya puncak serapan pada daerah bilangan gelombang  $3433,60\text{ cm}^{-1}$  yang mengindikasikan adanya gugus OH. Sedangkan pada daerah  $2922,10\text{ cm}^{-1}$  dan  $1428,90\text{ cm}^{-1}$ ,  $1372,84\text{ cm}^{-1}$  dan  $1337,87\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus OH dan CH. Bilangan gelombang pada daerah  $1060,25\text{ cm}^{-1}$ ,  $1034,61\text{ cm}^{-1}$ ,  $1112,93\text{ cm}^{-1}$  dan  $1163,5\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-O. Hasil spektrum FTIR selulosa bakterial *nata de coco* secara umum mirip dengan spektrum FTIR selulosa komersial. Uji pemanfaatan selulosa bakterial *nata de coco* sebagai bahan adsorban logam Cu(II) dalam sistem berpelarut air diamati bahwa konsentrasi awal larutan dan lamanya waktu kontak mempengaruhi besarnya adsorpsi Cu(II) oleh selulosa bakteri *Nata de coco*. Kapasitas adsorpsi mencapai maksimum yaitu sebesar  $1,905\text{ mg/g}$  pada saat konsentrasi awal larutan  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   $10\text{ mM}$  dan waktu kontak 30 menit.

**Kata Kunci :** selulosa bakterial, nata de coco, adsorpsi Cu(II)

### 1. Pendahuluan.

Air kelapa secara tradisional umumnya digunakan sebagai bahan dasar pembuatan cuka, alkohol, serta pembuatan kecap. Salah satu produk yang cukup berkembang berasal dari olahan air kelapa adalah nata de coco. Pembuatan nata de coco yaitu berasal dari hasil fermentasi air kelapa menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum*. Nata de coco atau dikenal juga sebagai *bacterial cellulose* merupakan salah satu sumber alternatif bagi penyediaan selulosa. Nata de coco lebih mudah dibuat, diolah, diperoleh, dan biaya produksi yang lebih murah. Penelitian terhadap nata de coco untuk berbagai bidang aplikasi sangat diperlukan untuk meningkatkan nilai tambah bagi produksi nata de coco dan tak terbatas pada pemanfaatannya sebagai produk makanan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya diperoleh hasil bahwa nata de coco dapat menjadi salah satu alternatif sumber bahan baku selulosa. Afrizal (2003) telah melakukan penelitian tentang selulosa bakterial nata de coco diperoleh hasil melalui spektrum FT-IR menunjukkan bahwa

selulosa bakterial nata de coco adalah selulosa. Pemanfaatan nata de coco sebagai alternatif bahan baku selulosa memiliki beberapa keuntungan, yaitu : pemanfaatan limbah buangan air kelapa, pembuatannya mudah dan murah, dan bersifat *biodegradable* (dapat diuraikan oleh mikroba).

Afrizal dkk (2007) melaporkan bahwa selulosa bakterial nata de coco dapat digunakan sebagai adsorban logam Cr(III) dalam sistem berpelarut air. Bilal & Mehmet (2001) menyatakan bahwa partikel kayu atau komponennya seperti selulosa, lignin, dan hemiselulosa dapat digunakan sebagai adsorben logam berat dalam zat warna tekstil, untuk menangani limbah industri tekstil. Selain itu penelitian yang lain juga menyatakan bahwa salah satu polisakarida, yaitu selulosa kayu (dalam bentuk bubuk) dapat digunakan untuk mengadsorpsi Cu(II) dari larutan berpelarut air.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dalam penelitian ini akan dipelajari

pemanfaatan selulosa bakterial nata de coco sebagai adsorban logam Cu(II) dalam sistem berpelarut air. Pengamatan yang akan dilakukan meliputi pengaruh konsentrasi awal larutan dan lamanya waktu kontak antara selulosa bakterial nata de coco dengan logam Cu(II).

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1 Bahan dan alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi nata de coco,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  PA, akuades,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ammonia 25%, indikator universal dan kertas Whatman No.42. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari Spektrofotometer (Biospec- 1601 Shimadzu), Spektrofotometer FTIR Paragon 200, Perkin Elmer, Mikroskop optik (Zeiss Metallurgy Microscopy Matification 50-500 X), neraca analitik, labu ukur, spatula, erlenmeyer, pengaduk magnetik, *hot plate*.

### 2.2 Metode

Metode penelitian ini adalah eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Penelitian Kimia FMIPA UNJ. Adapun langkah/prosedur kerjanya adalah sebagai berikut :

#### *Pembuatan Adsorban Nata de Coco*

Nata de coco yang berbentuk seperti dadu dengan ukuran 2 X 2 cm, ditiriskan dan direbus sebanyak 2 kali. Kemudian nata de coco dihancurkan sampai menjadi bubur dengan menggunakan blender dan dikeringkan dengan oven pada suhu kurang dari  $95^\circ\text{C}$  selama  $\pm 8$  jam. Nata de coco yang sudah kering, dihaluskan hingga menjadi bentuk serbuk, dan serbuk yang dihasilkan disebut sebagai serbuk selulosa nata de coco.

#### *Uji pengaruh Waktu Kontak logam Cu(II) dengan adsorban selulosa bakterial nata de coco pada proses adsorpsi*

Dua puluh lima militer larutan  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  dengan konsentrasi 10 mM, dicampur dengan serbuk selulosa nata de coco sebanyak 0,25 g dalam erlenmeyer 250 mL, kemudian diaduk dengan pengaduk magnetik pada kecepatan konstan dengan

waktu kontak 10 menit. Perlakuan yang sama juga dilakukan untuk waktu kontak masing-masing 20, 30, 40, dan 50 menit.

Setelah proses adsorpsi, suspensi dalam erlenmeyer disaring dengan kertas Whatman 42. Filtrat yang diperoleh ditambahkan dengan ammonia 1:1 dan kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 608 nm (panjang gelombang maksimum). Besarnya konsentrasi Cu dalam filtrat diperoleh dengan cara mengalurkan nilai absorbansi pada kurva larutan standar. Jumlah Cu(II) yang teradsorpsi pada permukaan selulosa dihitung dengan mengurangi konsentrasi ion Cu(II) larutan akhir yang diperoleh setelah uji adsorpsi dari konsentrasi awal ion Cu(II) untuk masing-masing waktu perlakuan.

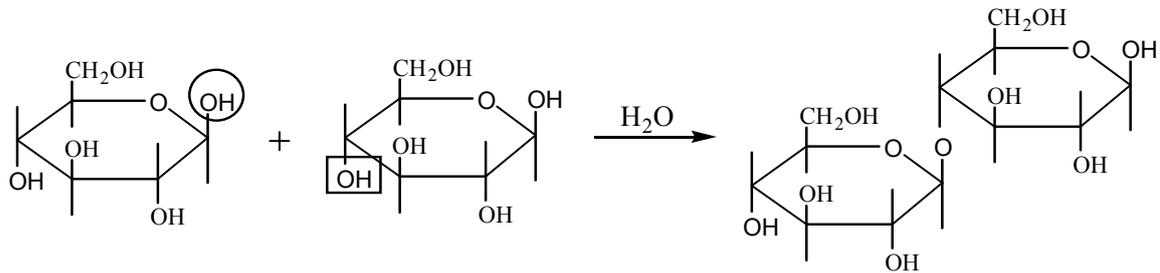
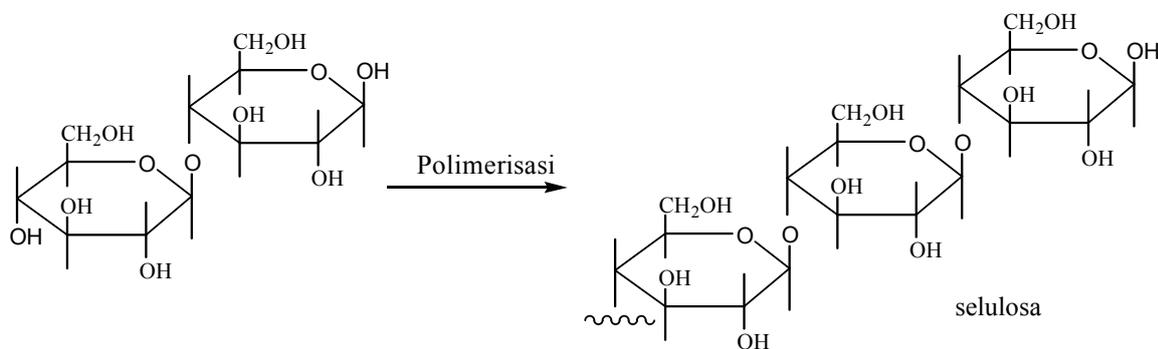
$$[\text{Cu(II)}]_{\text{yang teradsorp}} = [\text{Cu(II)}]_{\text{awal}} - [\text{Cu(II)}]_{\text{akhir}}$$

#### *Uji Pengaruh Konsentrasi awal Larutan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ pada proses adsorpsi*

Dua puluh lima militer larutan  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  dengan konsentrasi 2,5 mM; 5,0 mM; 7,5 mM; 10 mM dan 12,5 mM, masing-masing dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL dan dicampur dengan serbuk selulosa nata de coco sebanyak 0,25 g. Pencampuran yang terus menerus dilakukan selama 30 menit pada kecepatan konstan dengan menggunakan pengaduk magnetik.

Setelah proses adsorpsi, suspensi dalam erlenmeyer disaring dengan kertas Whatman 42. Filtrat yang diperoleh ditambahkan dengan ammonia 1:1 dan kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 608 nm (panjang gelombang maksimum). Besarnya konsentrasi Cu dalam filtrat diperoleh dengan cara mengalurkan nilai absorbansi pada kurva larutan standar. Jumlah Cu(II) yang teradsorpsi pada permukaan selulosa dihitung dengan mengurangi konsentrasi ion Cu(II) larutan akhir yang diperoleh setelah uji adsorpsi dari konsentrasi awal ion Cu(II) untuk masing-masing waktu perlakuan.

$$[\text{Cu(II)}]_{\text{yang teradsorp}} = [\text{Cu(II)}]_{\text{awal}} - [\text{Cu(II)}]_{\text{akhir}}$$

Gambar 1. Pembentukan ikatan 1,4  $\beta$ -glikosida

Gambar 2. Reaksi pembentukan selulosa melalui proses polimerisasi

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pembuatan Adsorban Selulosa Bakterial Nata de coco

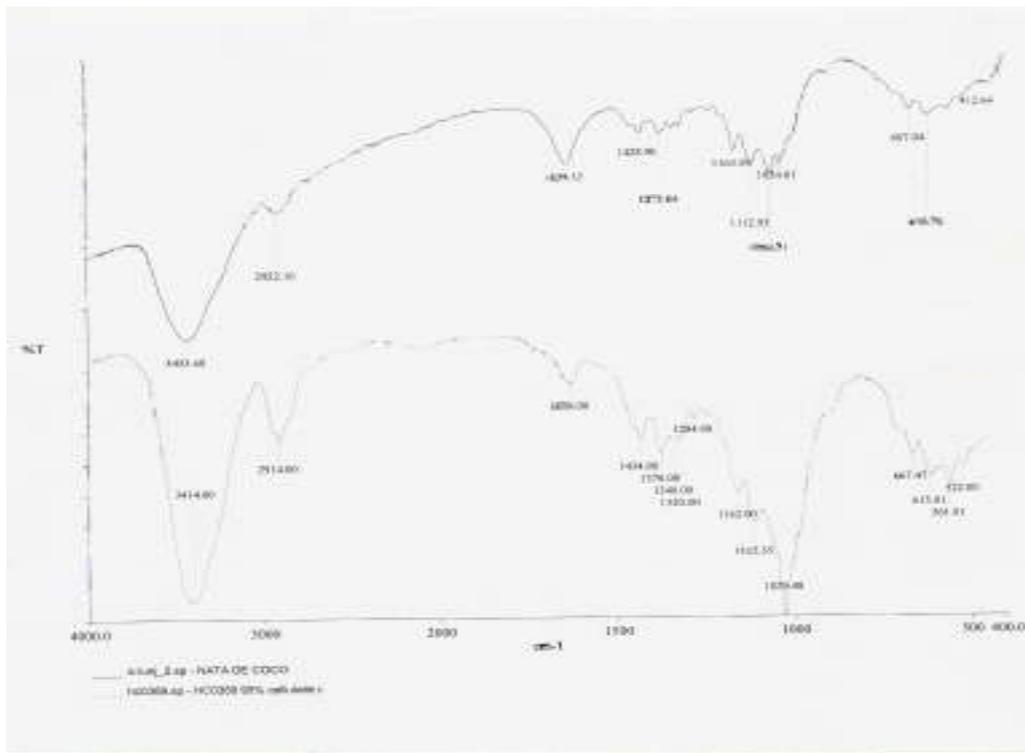
Pembuatan selulosa bakterial nata de coco menggunakan bahan baku air kelapa, gula, dan urea. Proses fermentasi selama 7 hari membentuk gel yang disebut *pellicle*. Proses terbentuknya *pellicle* merupakan rangkaian aktifitas bakteri *acetobacter xylinum* dengan nutrisi yang ada pada media cair. Nutrisi yang berperan adalah nutrisi yang mengandung glukosa yaitu air kelapa dan gula pasir.

Glukosa yang berperan dalam pembentukan selulosa adalah glukosa dalam bentuk  $\beta$  sehingga semua glukosa yang ada dalam bentuk  $\alpha$  akan diubah dalam bentuk  $\beta$  melalui enzim *isomerase* yang berada pada bakteri *acetobacter xylinum*.

Tahap berikutnya glukosa berikatan dengan glukosa yang lain melalui ikatan 1,4  $\beta$ -glikosida. Ikatan ini terjadi antara gugus OH pada atom C-1 ( ) dari satu glukosa  $\beta$  dengan gugus OH pada atom C-4 (O) dari glukosa  $\beta$  yang lain.

Tahap terakhir adalah tahap polimerisasi yaitu pembentukan selulosa. Polimerisasi ini terjadi melalui enzim polimerisasi yang ada pada bakteri *acetobacter xylinum*. Secara fisik pembentukan selulosa adalah terbentuknya *pellicle* (gambar 2).

Pellicel nata de coco melalui proses pengeringan pada oven akan diperoleh serbuk nata de coco. Produk *pellicle* nata de coco sebanyak 25.561,56 g dihasilkan serbuk selulosa nata de coconya sebanyak 122,26 g. Serbuk nata de coco ini selanjutnya akan dipakai sebagai adsorban untuk proses adsorpsi logam Cu(II).



Gambar 3. Spektrum Infra merah Selulosa Nata de coco dan selulosa komersial

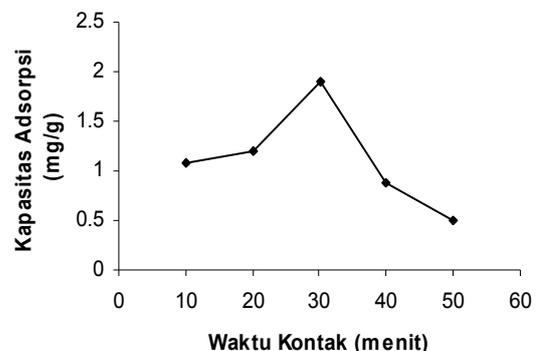
### 3.2 Karakterisasi Selulosa Nata de coco Dengan Spektrofotometer FTIR

Spektrum FTIR selulosa nata de coco dan selulosa komersial dapat dilihat pada gambar 3. Berdasarkan spektrum tersebut dapat dilihat adanya serapan lebar pada daerah  $3433,60\text{ cm}^{-1}$  hal ini menunjukkan adanya gugus OH. Regang C-H ditunjukkan oleh serapan pada daerah  $2922,10\text{ cm}^{-1}$  dan lentur C-H ditunjukkan oleh serapan pada daerah  $1428,90\text{ cm}^{-1}$ ,  $1372,84\text{ cm}^{-1}$  dan  $1337,87\text{ cm}^{-1}$ . Pada spektrum tersebut juga terlihat adanya serapan pada daerah  $1060,25\text{ cm}^{-1}$ ,  $1034,61\text{ cm}^{-1}$ ,  $1112,93\text{ cm}^{-1}$  dan  $1163,5\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus C-O. Spektrum FTIR selulosa nata de coco memberikan hasil yang mirip dengan spektrum yang ditunjukkan oleh selulosa komersial.

### 3.3 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Proses Adsorpsi

Pengaruh lamanya waktu kontak antara adsorban selulosa nata de coco dengan adsorbat logam Cu(II) dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Grafik hubungan antara kapasitas adsorpsi selulosa nata de coco dengan waktu kontak dapat dilihat pada gambar 4. Grafik tersebut menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi selulosa nata de coco meningkat dengan bertambahnya waktu kontak dan 10-30 menit dan kemudian kapasitas adsorpsi menurun dengan bertambahnya waktu kontak. Peningkatan kapasitas adsorpsi pada waktu kontak 10-30 menit dikarenakan ion Cu(II) yang yang berinteraksi dengan pusat aktif pada adsorben semakin bertambah dengan meningkatnya waktu kontak.

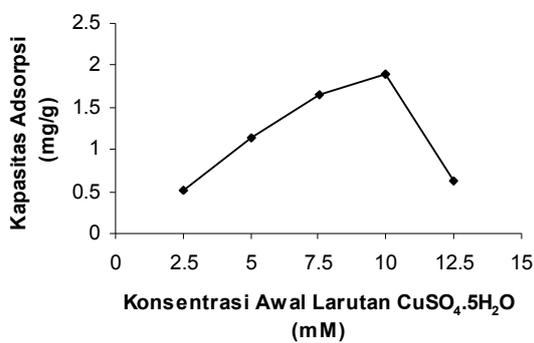


Gambar 4. Grafik Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Adsorpsi Cu(II) oleh Selulosa Nata de coco

Pada waktu kontak 40-50 menit terjadi penurunan kapasitas adsorpsi hal ini diperkirakan karena ion Cu(II) yang telah teradsorpsi pada permukaan adsorben mengalami proses desorpsi. Adsorpsi Cu(II) mencapai optimum pada menit ke-30, dengan kapasitas adsorpsi sebesar 1,905 mg/g.

### 3.4 Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ Terhadap Proses Adsorpsi

Hasil penelitian pengaruh variasi konsentrasi awal larutan  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  terhadap proses adsorpsi oleh selulosa nata de coco disajikan pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan Terhadap Adsorpsi Cu(II) oleh Selulosa Nata de coco

Berdasarkan gambar tersebut tampak bahwa konsentrasi awal larutan mempengaruhi besarnya adsorpsi Cu(II) oleh selulosa nata de coco. Kenaikan konsentrasi awal larutan  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  dari 2,5 mM hingga 10 mM meningkatkan jumlah ion Cu(II) dalam larutan, sehingga frekuensi tumbukan antara adsorbat dengan adsorben juga semakin meningkat. Hal ini menyebabkan jumlah ion Cu(II) yang teradsorpsi semakin bertambah, dengan kapasitas adsorpsi mencapai 0,508mg/g hingga 1,905 mg/g.

Peningkatan konsentrasi awal larutan menyebabkan adsorpsi Cu(II) semakin bertambah sampai batas konsentrasi tertentu, dan penambahan konsentrasi selanjutnya (12,5 mM) tidak menaikkan nilai serapan selulosa nata de coco. Hal ini diperkirakan karena permukaan adsorben yang telah jenuh oleh adsorbat dan karena interaksi yang terjadi sesama ion Cu(II) yang mengakibatkan ion Cu(II) yang telah teradsorpsi menjadi lepas

(terdesorpsi). Selain itu diperkirakan karena luas permukaan adsorben yang digunakan pada proses adsorpsi dengan konsentrasi awal 10 mM lebih besar dibandingkan dengan proses adsorpsi pada konsentrasi awal 12,5 mM. Proses adsorpsi yang terjadi dipelajari dengan menggunakan pendekatan isotherm adsorpsi Langmuir.

### 3.5 Analisis Morfologi Selulosa Bakterial Nata de coco

Proses adsorpsi yang terjadi pada serbuk selulosa bakterial nata de coco dapat diamati morfologinya secara kualitatif menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 50 X. Hasil foto mikroskopik optiknya dapat dilihat pada gambar 11 dan 12. Pada gambar 6 adalah hasil foto mikroskopik optik untuk selulosa bakterial nata de coco sebelum proses adsorpsi. Secara umum pada foto tersebut terlihat adanya beberapa rongga. Sedangkan pada gambar 7 adalah hasil foto mikroskopik optik untuk selulosa bakterial nata de coco sesudah proses adsorpsi. Pada foto di gambar 7 rongga pada selulosa nata de coco sebelum teradsorpsi tidak terlihat lagi atau sudah tertutup.



Gambar 6. Foto Mikroskop Optik Serbuk Selulosa Nata de coco Sebelum Adsorpsi



Gambar 7. Foto Mikroskop Optik Serbuk Selulosa Nata de coco Sesudah Adsorpsi

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu: selulosa nata de coco dapat mengadsorpsi Cu(II) dari larutan berpelarut air, dengan kapasitas adsorpsi mencapai 1,905 mg/g, kenaikan konsentrasi awal larutan dan waktu kontak meningkatkan kapasitas adsorpsi selulosa

nata de coco sampai pada nilai tertentu, kondisi optimum dicapai pada saat konsentrasi awal larutan  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  10 mM dan waktu kontak 30 menit, berdasarkan uji dengan mikroskop optik, diketahui bahwa terdapat perbedaan morfologi antara serbuk selulosa nata de coco sebelum dengan sesudah proses adsorpsi.

#### Daftar Pustaka

- Acemioglu Bilal dan Mehmet Hakki Alma. 2001. Equilibrium Studies on Adsorption of Cu(II) From Aqueous Solution Onto Cellulose. *Journal of Colloid and Interface Science* 243,81-84.
- Atkins, P.W. 1999. *Kimia Fisika* Edisi 4 Jilid 2. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- BhaI, B.S. 1997. *Essential of Physical Chemistry*. S. Chand and Company. New Delhi
- Fessenden, Raip J, dan Joan S Fessenden. 1992. *Kimia Organik*, Edisi 3 Jilid 2. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Gunawan. 2000. Adsorpsi  $\text{Pb}^{+2}$  dan  $\text{Zn}^{+2}$  oleh *Sacharomyces cerevisiae* dan Limbah Pabrik Alkohol. Tesis. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. Tidak dipublikasikan.
- Jiu, Yi Li, Bo Xiang dan Ya Ming Ni. 2004. Removal of Cu(II) from Aqueous Solution by Chelating Starch Derivates. *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 92, 3881-3885
- Juanita, Rachma. 2004. Adsorpsi Nitrobenzena pada Karbon Aktif dan Larutan Encer. Jakarta: Seminar Kimia yang tidak diterbitkan. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta.
- Muktiningsih, Moersilah dan Suhartono. 2001. Pembuatan Nata de coco. LPM Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.
- Oscik, J. 1982. Adsorption. John wiley and Sons. New York.
- Purwanto, Agung. 1998. Impregnasi 2-merkaptobenzotiazol pada Tanah Diatome dan Pemanfaatannya sebagai Adsorben Raksa(II) dalam Medium Air. Tesis. Universitas gajah mada. Yogyakarta. Tidak dipublikasikan
- Rahmawati, F., Pranoto, dan N. Ita Aryuni. 2003. Adsorpsi Zat Warna Tekstil Remazol Yellow FG pada Limbah Batik oleh Eceng Gondok dengan Aktivator NaOH. *Alchemy* 2 (2): 10-18
- Sawyer, L.C dan D. T. Grubb. 1987. *Polymer Microscopy*. Chapman ann hall. New York
- Vogel, A.I. 1990. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. PT. Kalman Media Pusaka. Jakarta: 315 hlm.
- www. wikipedia.com. Copper. (23 November 2005 Jam 15.37)
- Yanuar, A., Eka R, dan Effionora A. 2003. Preparasi dan karakterisasi Selulosa Mikrokristal dari Nata de coco untuk Bahan Pembantu Tablet. *Istech Journal* VI: 71-78