

Volume 9, Nomor 1, April 2004

ISSN: 1412-3991

**JURNAL PENELITIAN**  
**S a i n t e k**

**Penerbit:**

Lembaga Penelitian Universitas Negeri Yogyakarta

**Pemimpin Umum/Penanggung Jawab:**

Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Yogyakarta

**Redaksi:**

Ketua: Dr. Wardan Suyanto, M.A.

Sekretaris: Dr. dr. BM Wara Kushartanti, M.S.

Redaktur Ahli: 1. Prof. Dr. Wuryadi, M.S. (UNY)

2. Ir. Samsul Kamal, Ph.D. (UGM)

3. Dr. Yateman Aryanto (UGM)

Redaktur Pelaksana: Drs. Suparno, Mapp., Sc.

Anggota Redaktur: 1. Dr. Nurfinaz Aznam, Apt., S.U.

2. Drs. Agus Budiman, M.Pd., MT.

3. Dr. Zamzani, M.Pd.

**Tata Usaha/Pelaksana:**

Dra. Sri Ningsih

**Setting dan Tata Letak:**

Drs. Dulgani

**Alamat Redaksi/Tata Usaha:**

Lembaga Penelitian Universitas Negeri Yogyakarta

Gedung LPM Lantai II – Ka. Ngmalang, Yogyakarta. 55281

Telepon (0274) 586168 pesawat 242, 262, Fax (0274) 518617

http: //www.lemlit-uny.org dan http: //www.penelitian-uny.or.id

e-mail: sekretar@lemlit-uny.org

Jurnal Penelitian Sainstek merupakan lanjutan dari

Jurnal Penelitian Iptek dan Humaniora

Frekuensi terbit: tengah tahunan

Semua tulisan yang ada dalam Jurnal Penelitian Sainstek bukan merupakan cerminan sikap dan/atau pendapat Dewan Redaksi. Tanggung jawab terhadap isi dan/atau akibat dari tulisan tetap terletak pada penulis.

Jurnal Penelitian Sainstek. Vol. 9. No. 1. April 2004

Volume 9, Nomor 1, April 2004

ISSN: 1412-3991

**JURNAL PENELITIAN**  
**S a i n t e k**

**DAFTAR ISI**

	<b>Halaman</b>
Daftar Isi .....	i
Perancangan Sistem Perlengkapan Kerja dan Sistem Kemudi dengan Sistem Hidrolis <i>Oleh: Heri Wibowo</i> .....	1-18
Perkiraan Umur Simpan Keripik Garut dengan Metode Accelerated Test <i>Oleh: Ichda Chayati</i> .....	19-30
Pengaruh Variasi Konsentrasi Alginat dan Konsentrasi Lipase Terhadap Aktivitas Hidrolisis dan Aktivitas Spesifik Lipase Amobil pada Proses Amobilisasi Lipase dari <i>Rhizopus delemar</i> <i>Oleh: Nani Ratnaningsih</i> .....	31-50
Pengaruh Perendaman Pasir Malelo dengan HNO <sub>3</sub> Terhadap Efisiensi Penjerapan Kromium <i>Oleh: Siti Sulastri</i> .....	51-68
Analisis Tegangan Elemen Fotovoltaik dengan Variasi Daya dan Jarak Sumber Cahaya <i>Oleh: Edi Istiyono</i> .....	69-82

## **PENGARUH PERENDAMAN PASIR MALELO DENGAN HNO<sub>3</sub> TERHADAP EFISIENSI PENJERAPAN KROMIUM**

**Oleh:**  
**Siti Sulastri, Susila Kristianingrum dan**  
**Retno Arianingrum**  
**Staf Pengajar FMIPA UNY**

### **Abstract**

*The objective of this study was to investigate the effect of soaking nitrate acid of Malelo sand to adsorption efficiency of chromium (Cr). The Malelo sand was prepared by soaking in nitric acid with variation of concentration were 17,5; 35 and 70% for 24 hours at room temperature. The adsorption efficiency of chromium was determined based on concentration of chromium residue after adsorption, which measured using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The characterization of Malelo sand determined using FTIR and XRD. The result indicated that the mean of adsorption efficiency of chromium on Malelo sand without preparation and soaking in nitrate acid with variation concentration 17,5; 35 and 70% were 91,36; 92,40; 92,72 and 94,004% respectively.*

*Key words: soaking, Malelo sand, nitrate acid, efficiency of adsorption, and Chromium*

### **PENDAHULUAN**

Dewasa ini kontaminan logam berat di lingkungan menjadi permasalahan besar karena keberadaannya di tanah, air dan udara semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya kegiatan-kegiatan industri seperti pertambangan minyak, emas, batubara, pembangkit tenaga listrik, peleburan logam, pabrik pupuk dan industri lainnya. Kromium (Cr) merupakan salah satu dari 14 (empat belas) logam berat yang paling berbahaya. Tingkat oksidasi

kromium antara +2 sampai +6, tetapi hanya Cr (III) dan Cr (VI) yang mempunyai kestabilan tinggi, sedangkan bentuk oksida +2, +4 dan +5 sangat tidak stabil dan mudah dioksidasi menjadi +3 dan +6 (Suhendrayatna, 2001: 4). Secara umum kromium dapat bersumber dari pabrik logam non besi, baja, kimia organik, petrokimia, pulp dan kertas, *electroplating*, penyamakan kulit, semen, pupuk, dan lain-lain (Radojevic dan Bashkin, 1999: 360).

Sifat toksisitas Cr (VI) lebih tinggi dibanding Cr (III), karena merupakan agen pengoksidasi kuat dan dengan mudah dapat menembus membran serta bersifat karsinogenik bagi manusia, sedangkan Cr(III) dapat menghambat sistem enzim dan bereaksi dengan molekul organik. Kromium masuk ke dalam tubuh manusia melalui jalur pernapasan dan dalam level tinggi dapat menimbulkan kerusakan ginjal dan paru-paru, disfungsi enzim, dan penyakit paru-paru (*pulmonaeoedema, bronkhitis*). EPA (*Environmental Protection Agency*) memberi batas maksimum 100 µg/L untuk kandungan Cr(III) dan Cr(VI) dalam air minum (Irwin, 1997: 6 – 10 dan Suhendrayatna, 2001: 4).

Salah satu upaya untuk mengurangi pencemaran logam-logam berat adalah dengan mengelola limbah dengan cara adsorpsi menggunakan padatan tertentu yang disebut adsorben. Adsorpsi sangat efektif untuk pemurnian air dan limbah, karena dapat

menjerap kontaminan pada kisaran 1 ppb – 100 ppm, disamping penggunaannya untuk pemisahan dalam kapasitas besar (Ias, 2004).

Dewasa ini karbon aktif dan resin sintesis banyak diaplikasikan secara luas pada industri, dan dimanfaatkan untuk pemurnian air maupun limbah cair. Di sisi lain, penggunaan resin sintesis seperti silika gel dan alumina membutuhkan biaya mahal, sehingga pemanfaatan adsorben lain yang potensial sangat perlu dikembangkan. Berbagai adsorben dari alam seperti zeolit alam, lempung, serta tanah diatomae telah banyak diteliti dan terbukti dapat digunakan untuk mengadsorpsi logam berat.

Oleh karena itu tidak menutup kemungkinan untuk mengembangkan adsorben lainnya seperti pasir Malelo yang banyak dijumpai di desa Karangwuni, Glagah, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Penelitian yang dilakukan oleh Siti Sulastri dan Sutiman (1997) menunjukkan hasil bahwa beberapa jenis tanah liat setelah diberi perendaman, pencucian dan pemanasan sampai 400°C dapat digunakan sebagai adsorben ion-ion logam besi, kromium, dan timbal dengan efisiensi penjerapan yang cukup tinggi. Hasil penelitian Siti Sulastri, dkk. (2001) menunjukkan pula bahwa pada beberapa jenis tanah akan mengalami kenaikan harga efisiensi penjerapan terhadap ion krom dan timbal, jika diberi perlakuan dengan asam oksidator, asam non oksidator dan juga asam pelarut

senyawa silika. Kenaikan harga efisiensi tertinggi diperoleh jika diberi perlakuan asam yang bersifat oksidator. Dalam penelitian ini akan diamati bagaimana pengaruh perendaman pasir Malelo dengan asam oksidator kuat  $\text{HNO}_3$  terhadap efisiensi penjerapan ion logam kromium.

Penjerapan adalah proses dimana molekul-molekul dari fase gas atau cair terikat pada permukaan padatan. Molekul-molekul yang terikat disebut adsorbat, sedangkan zat yang mengikat adsorbat disebut adsorben (Masel, 1996: 108).

Adsorben dikarakterisasi terutama pada sifat permukaannya seperti luas permukaan dan polaritas. Luas permukaan yang besar sangat baik dalam memberi kapasitas adsorpsi yang besar, tetapi untuk memperbesar luas permukaan internal dihambat oleh adanya sejumlah besar ukuran pori-pori yang kecil pada permukaan serapan. Ukuran mikropori menentukan kemampuan permukaan serapan dalam menahan adsorbat, sehingga distribusi ukuran pori pada mikropori merupakan sifat penting lainnya dalam mengkarakterisasi adsorptivitas adsorben. Polaritas permukaan berhubungan dengan gaya tarik menarik dengan senyawa polar seperti air atau alkohol. Adsorben polar bersifat hidrofilik, contohnya silika-alumina, zeolit, silika gel, alumina, sedangkan adsorben non polar bersifat hidrofobik (Ias, 2004).

Pasir termasuk kategori tanah, sehingga kemungkinan juga mempunyai sifat permukaan yang hampir sama seperti sifat permukaan lempung. Adanya gejala penjerapan dan pertukaran kation berkaitan dengan terbentuknya situs aktif pada permukaan tanah, yaitu rangkaian Si-O-Si yang membentuk tipe permukaan siloksan, gugus Si-OH yang membentuk tipe permukaan silanol dan Al-OH yang membentuk tipe permukaan aluminol. Pasir mempunyai luas permukaan spesifik yang rendah dan tidak menunjukkan sifat-sifat koloidal maupun reaktif terhadap reaksi kimia, namun mereka terlibat dalam sejumlah reaksi dan menunjukkan suatu fenomena jerapan (Kim, 1991: 95).

Menurut Siti Sulastrri dan Susila K (2003), terjadinya proses penjerapan kation oleh suatu bahan dapat dijelaskan dengan berbagai teori, salah satunya adalah sifat asam keras basa keras-asam lunak basa lunak (*hard and soft acid base*), dimana asam-asam keras memilih bersenyawa dengan basa-basa keras dan asam-asam lunak memilih bersenyawa dengan basa-basa lunak. Ion-ion kromium (III) dan kromium (VI) termasuk asam keras, sedangkan gugus -OH yang terdapat dalam gugus silanol (Si-OH) termasuk basa keras, sehingga memungkinkan adanya suatu penjerapan kation oleh situs aktif silanol pada permukaan adsorben.

Untuk mengidentifikasi mineral dalam suatu bahan dapat dilakukan dengan spektrometer inframerah. Frekuensi tertinggi

yang diamati pada mineral adalah frekuensi getaran regang gugus hidroksil -OH yang dijumpai pada  $3700-2000\text{ cm}^{-1}$ . Getaran-getaran lengkung terjadi pada frekuensi yang lebih rendah, yaitu  $1630-400\text{ cm}^{-1}$  (Kim, 1991: 142-145). Pada senyawa silikon, siloksan menghasilkan pita kuat pada  $1130-1000\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan regangan asimetris Si-O-Si. Grup Si-OH menyerap pada daerah  $3700-3200\text{ cm}^{-1}$  dan regangan Si-O untuk Si-OH menghasilkan pita kuat pada  $910-830\text{ cm}^{-1}$  (Stuart, 1996: 110).

## **CARA PENELITIAN**

Sebagai subyek dalam penelitian ini adalah pasir Malelo dari desa Karangwuni, Kecamatan Glagah, Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta, sedangkan obyek penelitian adalah efisiensi penjerapan ion logam kromium. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah konsentrasi larutan  $\text{HNO}_3$ , yaitu 70%; 35% dan 17,5 % dan sebagai variabel terikat adalah efisiensi penjerapan ion logam kromium.

Proses penjerapan diawali dengan mengaktivasi pasir menggunakan larutan  $\text{HNO}_3$  pada konsentrasi yang bervariasi, yaitu: 70%, 35% dan 17,5%. Konsentrasi larutan ion Cr(III) yang dijerap sebesar 0,5 ppm yang dibuat dari kristal  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Waktu kontak larutan ion kromium dengan pasir berlangsung selama 24 jam pada suhu kamar dan sebelumnya dilakukan

pengadukan selama 60 menit. Larutan ion kromium sesudah penjerapan diukur konsentrasinya dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dan ditentukan penjerapan optimalnya yaitu penjerapan maksimal dimana konsentrasi ion logam kromium yang tersisa seminimal mungkin. Karakterisasi dengan FTIR dilakukan pada pasir murni, pasir setelah pengaktifan dari penjerapan optimum, sedangkan karakterisasi XRD dilakukan pada pasir murni. Selain itu dilakukan pula analisis kimia unsur-unsur yang terdapat di dalam pasir Malelo murni. Skema kerja dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Penelitian**

Analisis kimia terhadap pasir Malelo dilakukan di Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungapian Yogyakarta (BPPTK) yang hasilnya tertera dalam Tabel 1 sebagai berikut:

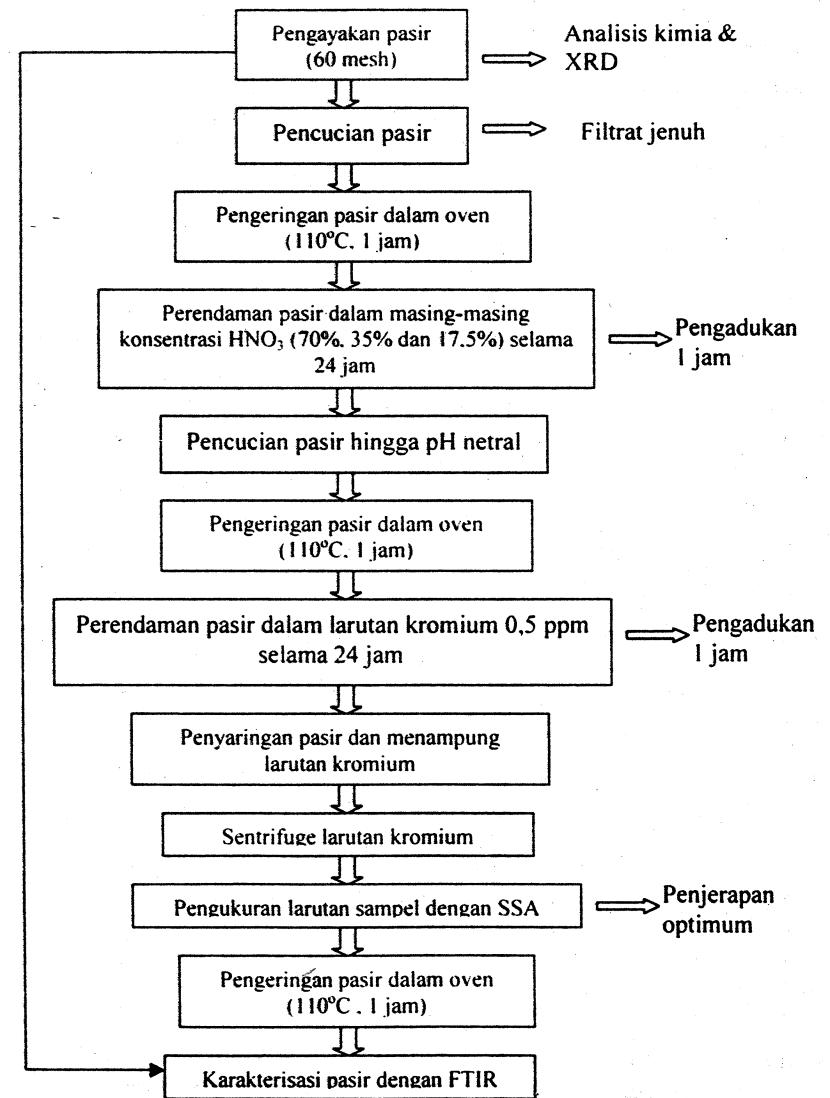
Tabel 1. Komposisi Kimia Pasir Malelo (%) b/b

Unsur	% (b/b)
SiO <sub>2</sub>	10,69
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	66,20
CaO	4,49
MgO	6,13
Na <sub>2</sub> O	0,28
K <sub>2</sub> O	0,10
MnO	0,67
TiO <sub>2</sub>	5,45
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,47
H <sub>2</sub> O	0,22
HD	0,00

Keterangan : \* sesuai data XRD

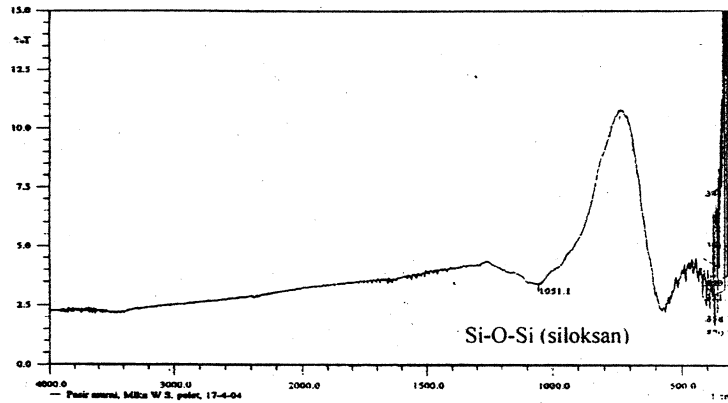
Analisis tersebut dilakukan untuk memperoleh gambaran yang jelas tentang unsur-unsur yang terkandung di dalam pasir Malelo.

Pengaruh Perendaman Pasir Malelo dengan HNO<sub>3</sub> Terhadap Efisiensi Penjerapan Kromium (Siti Sulastri)

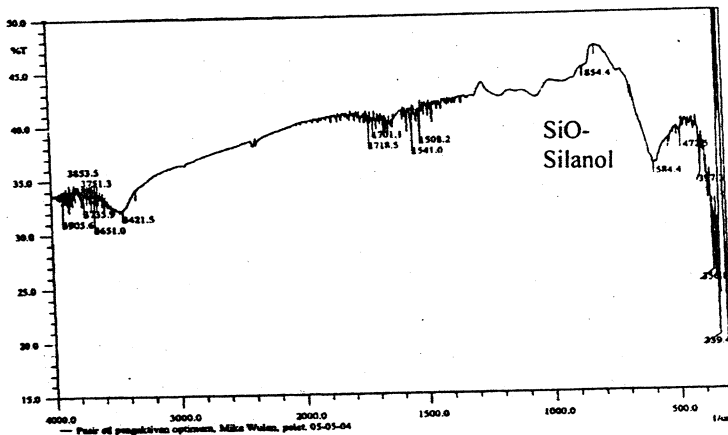


Gambar 1. Skema prosedur kerja

Spektra FTIR dari Pasir Malelo yang murni atau yang tidak diberi perlakuan dapat dilihat pada gambar 2, sedangkan spektra FTIR dari penjerapan optimum ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Spektra FTIR pasir Malelo murni



Gambar 3. Spektra FTIR pasir Malelo setelah pengaktifan optimum

Data Harga d dan intensitas difraksi sinar X pasir murni dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Harga d dan intensitas difraksi sinar X pasir murni

No	2θ (derajat)	d (Å)	Intensitas (%)
1	23,7196	3,74888	15
2	27,1	3,28775	12
3	27,8214	3,20412	56
4	28,54	3,12506	13
5	30,096	2,96694	49
6	31,9185	2,80156	26
7	33,1505	2,70021	14
8	35,4659	2,52905	100
9	42,0633	2,14638	13
10	42,9950	2,10200	20
11	49,7050	1,83281	11
12	52,1978	1,75099	29
13	56,8875	1,61727	24
14	62,5179	1,48447	32

Pasir Malelo yang diberi perlakuan perendaman dengan larutan HNO<sub>3</sub> 70%, 35% dan 17,5 % serta yang tidak diberi perlakuan ditentukan efisiensi penjerapannya terhadap ion logam Cr(III). Penentuan efisiensi dilakukan dengan analisis kadar Cr(III) dalam larutan simulasi Cr(III) 0,5 ppm sebelum dipakai untuk merendam pasir dan sesudah dipakai untuk merendam pasir selama 24 jam dengan pengadukan selama 1 jam. Data efisiensi penjerapan dapat dilihat pada tabel 3.

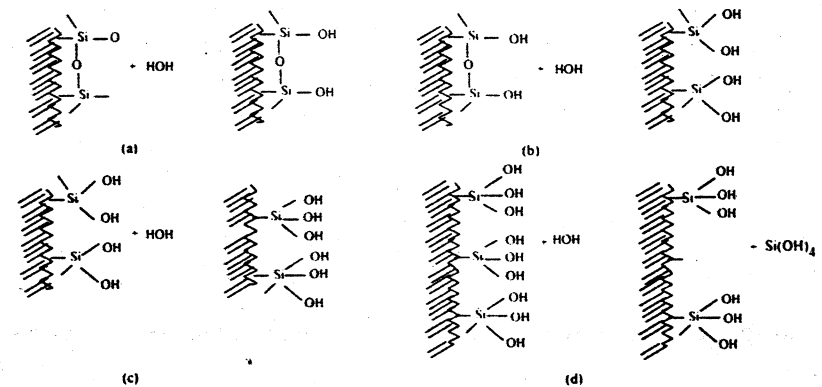
Tabel 3. Data efisiensi penjerapan pasir Malelo tanpa dan dengan perlakuan terhadap larutan simulasi Cr(III) 0,5 ppm.

Pasir	Perlakuan	Efisiensi Penjerapan (%)	Rerata Efisiensi Penjerapan (%)
A	Tanpa perlakuan	90,60	91,36
		91,20	
		91,00	
		92,20	
		91,80	
B	HNO <sub>3</sub> 17,5%	92,60	92,40
		91,60	
		93,40	
		92,60	
		91,80	
C	HNO <sub>3</sub> 35%	92,80	92,72
		92,80	
		92,00	
		92,80	
		93,20	
D	HNO <sub>3</sub> 70%	93,80	94,04
		93,60	
		93,80	
		94,20	
		94,80	

**Pembahasan**

Berdasarkan spektra FTIR pasir Malelo murni menunjukkan adanya serapan yang terlihat jelas pada bilangan gelombang 105.1 cm<sup>-1</sup> (gambar 2) yang menyatakan adanya gugus fungsi Si-O-Si (siloksan). Spektra FTIR untuk pasir yang diberi perlakuan dengan larutan HNO<sub>3</sub> 70% memberikan serapan pada bilangan gelombang 854,4 cm<sup>-1</sup>, yaitu pada daerah vibrasi SiO- (gambar 3). Perlakuan dengan larutan HNO<sub>3</sub> 70% memberikan efisiensi penjerapan yang

optimum. Dari kedua karakter spektra tersebut dapat dinyatakan bahwa adanya perlakuan akan menyebabkan perubahan struktur/gugus fungsi. Penjerapan logam Cr (III) terjadi melalui gugus silanol. Gugus tersebut dapat terbentuk akibat perendaman pasir yang mengandung gugus Si-O-Si dalam larutan Cr(III). Ketika silika dikontakkan dengan air, maka akan terjadi hidrolisis pada bagian permukaan dan akan segera membentuk gugus silanol. Apabila berinteraksi cukup lama dengan air, maka permukaan cenderung terhidrolisis lebih lanjut membentuk = Si(OH)<sub>2</sub> dan - Si(OH)<sub>3</sub>. Hidrolisis selanjutnya akan menghasilkan pemutusan ikatan membentuk asam silikat Si(OH)<sub>4</sub> dalam larutan dan memunculkan permukaan silika yang baru (Somasundaran & Zhang, 1998). Hidrolisis pada spesies permukaan silika disajikan pada gambar 4.

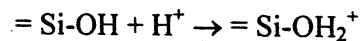
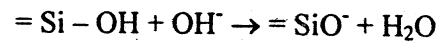


Gambar 4. Hidrolisis pada spesies permukaan silika



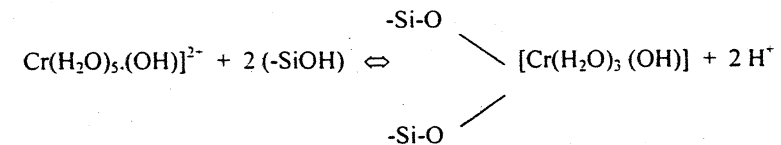
Perbedaan antara permukaan silika dengan permukaan silikat terletak pada jumlah situs yang dapat terion per atom silikon, yang menyebabkan permukaan silikat mempunyai muatan permukaan negatif yang lebih banyak dibanding permukaan silika. Penjerapan yang dilakukan selama 24 jam, kemungkinan merupakan waktu optimum karena dapat menghasilkan efisiensi penjerapan yang maksimum. Proses terjadinya hidrolisis pada permukaan silika hingga terbentuk permukaan silikat dapat dilihat pada gambar 4.

Pasir yang telah direndam dengan larutan asam, kemudian dicuci hingga mendekati pH netral, hal ini disebabkan permukaan silika akan bermuatan positif jika berada pada pH yang sangat asam (< PZC, *Point of Zero Charge*/muatan titik nol) karena terjadi protonasi pada permukaan silanol. Sebaliknya pada lingkungan sekitar pH netral atau asam lemah, pemutusan proton yang terjadi pada permukaan silanol mengakibatkan silika menjadi bermuatan negatif (Kosmulski, 1998). Protonasi dan disosiasi proton pada permukaan silanol dapat dilihat pada reaksi berikut:



Pada penelitian ini, kristal  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  menghasilkan warna hijau pada larutan setelah dilarutkan dalam akuades. Menurut Vogel, A.I. (1990: 271), Cr(III) dalam larutan hijau umumnya terdapat sebagai kompleks heksaakuoklorokromat (III),

$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^{2+}$  dan mudah terhidrolisis membentuk hidrat  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{2+}$ . Reaksi pertukaran ion logam kromium dengan gugus silanol digambarkan dalam reaksi berikut (El Shafei, 1998):



Interaksi dipol antara gugus silanol yang bermuatan parsial negatif dengan kompleks hidrokso logam yang bermuatan positif bersifat reversibel yang tergantung pada konsentrasi larutan, sifat alamiah ion yang terlibat, temperatur, waktu kontak larutan dengan penukar sehingga tercapai kesetimbangan dengan hasil akhir diperolehnya jumlah yang ekuivalen antara ion-ion yang dipertukarkan.

Pola difraksi sinar X (XRD) untuk pasir murni menunjukkan bahwa unsur utama dalam pasir Malelo adalah magnetite ( $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Hal tersebut didasari munculnya puncak tertinggi dengan intensitas 100% pada posisi 2.52905 Å, dimana pada harga d tersebut terdapat kesamaan dengan intensitas dan harga d standar  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang diperoleh dari program *Powder X-ray*. Disamping itu terdapat  $\text{SiO}_2$  dalam pasir Malelo sebagai  $\text{SiO}_2$  quartz dan senyawa titan sebagai  $\text{TiO}_2$  (*rutile*).

Berdasarkan data-data penelitian ini dapat dinyatakan bahwa karakter pasir Malelo dipengaruhi oleh perlakuan dengan cara direndam dalam HNO<sub>3</sub>. Perlakuan perendaman akan memberikan karakter yang menyatakan efisiensi penjerapan maksimum jika dipakai HNO<sub>3</sub> pekat atau dengan konsentrasi 70%. Karakter dalam penelitian ini adalah spektra FTIR yang menyatakan jenis gugus fungsi dan dihubungkan dengan efisiensi penjerapan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan dalam berbagai bidang, antara lain untuk memperoleh alternatif bahan penjerap bahan beracun berbahaya (B<sub>3</sub>), khususnya ion Cr(III) dalam bahan lingkungan. Untuk pemakaian sebagai bahan penjerap jenis bahan beracun berbahaya yang lain, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Kecuali itu, hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan dalam bidang analisis kimia, khususnya untuk memberikan alternatif bahan untuk kolom pada kromatografi.

## SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian, maka dapat dirumuskan kesimpulan bahwa makin tinggi kadar asam nitrat yang digunakan untuk perendaman pasir Malelo, makin tinggi efisiensi penyerapannya terhadap kromium, dengan nilai maksimum pada konsentrasi asam nitrat 70%.

## DAFTAR PUSTAKA

- El Shafei, G.M. (1998). Silica Surface Chemical Properties. *Adsorption on Silica Surface*. Surfactant Science Series. (90): 36 – 58
- Ias. (22 Januari 2004). Adsorption Phenomena. <http://ias.vub.ac.be/General/Adsorption.htm>
- Irwin, R.J. (1997). *Environmental Contaminants Encyclopedia Chromium III and Chromium VI Entry*. Colorado: National Park Service Water Resources Divisions.
- Kim, H.T. (1991). *Dasar-dasar Kimia Tanah*. (Terjemahan, didiek H.G). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kosmulski, M. (1998). Sorption on Heavy Metal Cation on Silica. *Adsorption on Silica Surface*. Surfactant Science Series (90): 400-438.
- Masel, R.I.(1996). *Principles of Adsorption and Reaction on Solid Surface*. New York:: John Wiley & Sons, Inc.
- Rodojevic, M. and Bashkin, V. (1999). *Practical Environmental Analysis*. Cambridge: The Royal Society Chemistry.
- Siti Sulastrri dan Susila, K. (2003). Karakterisasi Tanah Diatomae dari Desa Sangiran dan Hubungannya dengan Penjerapan Unsur Berbahaya dalam bahan Lingkungan. *Proceeding Seminar*. Jurusan Pendidikan Kimia UNY, Yogyakarta.
- Siti Sulastrri, Susila K., Eddy S., Suwardi, Endang D.S. (2001). *Pengaruh Asam pada Berbagai jenis Tanah dan Hubungannya dengan Peningkatan Manfaat*. UNY, Yogyakarta
- Siti Sulastrri dan Sutiman. (1997). *Pemanfaatan Tanah Liat Sebagai Penjerap Unsur Berbahaya dalam Bahan Lingkungan (Laporan Penelitian)*, UNY, Yogyakarta

- Somasundaran, P. dan Zhang, L. (1998). Modification of Silica-Water Behavior. *Adsorption on Silica surface*.90: 442 – 452
- Stuart, B. (1996). *Modern Infrared Spectroscopy*. John Willey & Sons., Inc, Chichester.
- Suhendrayatna. (2001). Bioremoval Logam Berat Dengan Menggunakan Microorganisme : Suatu Kajian Kepustakaan. *Seminar on-Air Bioteknolog untuk Indonesia Abad 21*. Departmen of Applied Chemistry and Chemichal Engineering Faculty of Engineering Kagoshima University, Japan.
- Vogel. (1990). *Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis*. (Terjemahan : L. Setiono, A. Hadyana Pudjattmaka). Kalman Media Pustaka, Jakarta.

## **ANALISIS TEGANGAN ELEMEN FOTOVOLTAIK DENGAN VARIASI DAYA DAN JARAK SUMBER CAHAYA**

**Oleh:**  
**Edi Istiyono**  
Staf Pengajar FMIPA UNY

### **Abstract**

*The purposes of this experiment is to observe relationship between power and light some distance toward diode voltage result on some kinds of lamp. Sample of the experiment is photo diode S2387-1010R and the lamps are Dop, Philips, and Eterna. Voltage of photo diode is measured directly with voltmeter. Based on analyzing of data, it found that increasing of power of light sources cause-increasing voltage of photovoltaic element. The increasing of light source brings out decreasing voltage of photovoltaic element. The Eterna lamp is better than Philips, and Philips is better than DOP.*

*Key words: power, distance, photo diode, and voltage of photovoltaic element.*

### **PENDAHULUAN**

Menurut salah satu perkiraan inti matahari merupakan suatu tungku termonuklir bersuhu 100 juta derajat celcius. Setiap detik matahari mengkonversi lima ton materi menjadi energi yang dipancarkan ke angkasa luar sebanyak  $6,41 \cdot 10^7$  W/m<sup>2</sup>. (Abdul Kadir, 1995:15). Kerapatan radiasi surya saat memasuki atmosfer bumi diperkirakan 560 kW/m<sup>2</sup>. Jika angka perkiraan itu benar, dengan luas sebesar 2 juta km<sup>2</sup> dan efisiensi 10%, Indonesia akan