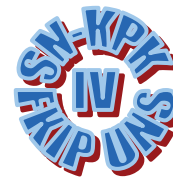


MAKALAH PENDAMPING : PARALEL B



SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA IV
"Peran Riset dan Pembelajaran Kimia dalam Peningkatan Kompetensi
Profesional"
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS
Surakarta, 31 Maret 2012



PREPARASI SILIKA GEL DARI ABU SEKAM PADI SEBAGAI ADSORBEN LOGAM NIKEL (Ni) DALAM LIMBAH ELEKTROPLATING

Ihda Mar'atus.S^{1,*} dan Agung Nugroho Catur Saputro²

¹Mahasiswa S₁ Pendidikan Kimia, UNS, Surakarta, Indonesia

²Dosen Pendidikan Kimia, UNS, Surakarta, Indonesia

Telp : 0856 – 42367267, idaidut@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian tentang preparasi silika gel dari abu sekam padi sebagai adsorben logam nikel (Ni) dalam limbah elektroplating telah dilakukan dengan tujuan mengetahui apakah silika gel dari abu sekam padi dapat digunakan sebagai adsorben logam nikel dalam limbah elektroplating, untuk mengetahui sifat adsorpsi logam nikel dalam limbah elektroplating. Penelitian ini menggunakan metode proses sol gel yang mengikuti metode Sriyanti dkk. Sekam padi yang sudah dibersihkan dari pengotornya di panaskan pada suhu 700^oC, kemudian diekstraksi dengan NaOH basah 1,5 N dengan perbandingan abu : NaOH 1:6 lalu diasamkan dengan asam kuat 6N hingga ph 7, selanjutnya dicuci lalu dikeringkan pada suhu 80^oC selama 18 jam. Silika gel yang telah dibuat dikarakterisasi dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) untuk mengetahui kadar logam Ni teradsorpsi dan karakterisasi FTIR. Hasil dari isolasi silika gel dari abu sekam padi ini mempunyai puncak serapan yang hampir mirip dengan Kiesel Gel 60 dari Merck. Dalam uji sifat adsorpsi terhadap logam Ni dalam limbah elektroplating, silika gel ini merupakan adsorpsi fisika.

Kata kunci : Silika Gel, Abu Sekam Padi, adsorben, Logam Ni

PENDAHULUAN

Aktivitas produksi industri di Indonesia saat ini telah berkembang sangat pesat diikuti dengan semakin meningkatnya penggunaan logam berat dalam bidang industri. Salah satunya adalah industri elektroplating, industri ini memanfaatkan logam nikel untuk proses finishing logam. Nikel dilapiskan ke dalam barang-barang seperti besi, baja, perunggu, seng, plastic, aluminium dan magnesium, setelah itu barang-barang tersebut dilapisi dengan sedikit khrom untuk menambah kekerasan dari barang tersebut (Hartomo dan Kaneko, 1995:51).

Keberadaan logam Ni dengan konsentrasi melebihi ambang batas dapat memberikan dampak negatif bagi siklus biologi yang normal di lingkungan.

Akumulasi Ni dalam tubuh dengan jumlah berlebih dapat menimbulkan kerusakan hati, gangguan pernafasan meliputi bronchitis, pengurangan fungsi paru-paru, ginjal, anemia dan gangguan kecerdasan pada keturunan (Teguh Sulistyio Hadi, 2004: 9-10). Mengingat begitu bahayanya logam Ni dalam kehidupan, maka perlu dilakukan usaha pengolahan limbah dengan cara-cara tertentu sehingga aman untuk lingkungan.

Salah satu alternatif sistem pengolahan menggunakan bahan murah untuk memisahkan logam berat dan buangnya adalah metode proses sol gel dengan prekursor natrium silikat dari abu sekam padi. Natrium silikat dari sekam padi memiliki banyak keuntungan antara lain :

harga sekam yang sangat murah, mudah diperoleh, silika dari sekam padi dapat diperoleh dengan cara yang sangat sederhana dengan menggunakan ekstraksi alkalis (Kalapathy et al., 2000a; Daifullah et al., 2003) atau dengan pengabuan (Hamdan et al., 1997; Singh et al., 2002).

Pembuatan silika dilakukan melalui proses sol gel memiliki keunggulan antara lain: pembuatannya mudah, dapat disimpan dalam waktu lama, dapat digunakan kembali, memiliki daya tahan yang baik terhadap perubahan-perubahan pelarut kimia, bersifat inert, sifat adsorpsi dan pertukaran ion yang baik, serta dapat digunakan untuk prekonsentrasi atau pemisahan analit karena proses pengikatan analit pada permukaan silika yang bersifat reversible, karakteristik fasanya dapat diatur dengan suhu sintering untuk mendapatkan fasa amorf, kristobalit, dan tridimit.

Indonesia merupakan negara agraris yang subur dengan tingkat produksi padi sekitar 50 juta ton per tahun. Dari proses penggilingan padi diperoleh sekam sekitar 72% beras, 5-8% dedak dan 20-22% sekam (Prasad, dkk., 2001). Sekam padi merupakan residu pertanian dengan jumlah melimpah di Indonesia. Jika sekam dibakar akan menghasilkan abu sekam padi sekitar 20-22% (Yalcin dan Sevinc, 2001). Hasil pembakaran abu sekam padi menghasilkan silika (SiO_2) yang mencapai 90-99% dan sejumlah kecil alkali dan logam pengotor. Apabila kandungan silikanya mendekati atau di bawah 90% kemungkinan disebabkan oleh adanya sampel sekam padi yang telah terkontaminasi oleh zat lain yang kandungan silikanya rendah (Houston, 1972; Prasad, dkk., 2001). Dengan memanfaatkan sisa penggilingan padi (Rice Husk) yang biasanya hanya dibuang sia-sia ke areal sawah akan memberikan nilai tambah pada sekam padi tersebut.

PROSEDUR PERCOBAAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sekam padi dari daerah Jaten, Karanganyar, NaOH p.a (e-Merck), HCl p.a (e-Merck) dan aquadest. Peralatan utama yang dipakai antara lain tungku pembakaran, oven WTC Binder, kertas saring wathman 42, ayakan 200 mesh, shaker, furnace Thermolyne 48000, spektrofotometer FTIR Shimadzu, pH meter digital pH meter Lutron, AAS Shimadzu 6650 F.

Pembuatan Silika Gel dengan Proses Sol Gel Mengikuti Metode Sriyanti dkk.

Preparasi Abu Sekam Padi

Sekam padi dari daerah Jaten, Karanganyar dibersihkan dari kotoran, lalu direndam dalam air panas selama ± 2 jam lalu dikeringkan dibawah sinar matahari. Sekam padi dimasukkan ke dalam kaleng yang telah dilubangi bagian bawahnya lalu dibakar dalam kaleng hingga menjadi arang. Selanjutnya arang dipanaskan pada suhu 700°C selama 4 jam. Abu yang dihasilkan di ayak dengan ayakan 200 mesh.

Ekstraksi Abu Sekam Padi

NaOH 1,5 N sebanyak 240 ml dididihkan dengan abu sekam padi 40 gram sambil mengaduknya selama ± 1 jam. Setelah dingin disaring, residunya ditambah lagi dengan NaOH 1,5 N sebanyak 240 ml lalu dididihkan sambil diaduk ± 1 jam. Selanjutnya filtrat I dicampur dengan filtrat yang ke-2. Filtrat yang dihasilkan ini sebagai larutan natrium silikat.

Pengasaman Natrium Silikat

Larutan natrium silikat ditambah dengan HCl 6 N bertetes-tetes sambil diaduk hingga terbentuk gel pada pH 7. Gel yang dihasilkan disaring lalu di cuci dengan aquadest panas sampai terbentuk gel yang berwarna putih. Selanjutnya gel di oven pada suhu 80°C selama 18 jam. Silika gel kering yang terbentuk digerus dan di ayak hingga lolos ayakan 200 mesh.

Persiapan Logam Nikel pada Limbah Elektroplating

Konsentrasi logam nikel pada limbah elektroplating diuji dengan Spektrofotometer Serapan Atom. Limbah tersebut diencerkan sampai konsentrasinya termasuk rentang larutan standar logam Nikel.

Penentuan Waktu Kontak Optimum

Sebanyak 10 ml limbah elektroplating yang mengandung logam Ni dikontakkan dengan silika gel sebanyak 100 mg lalu dishaker dengan variasi waktu kontak 15, 30, 45 dan 60 menit. Setelah itu, larutan disaring kemudian volumenya di samakan dengan volume awal. Selanjutnya diuji dengan AAS.

Penentuan Konsentrasi

Sebanyak 10 ml limbah logam Ni dengan variasi konsentrasi 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm dan 4 ppm dikontakkan dengan silika gel sebanyak 100 lalu dishaker dengan waktu optimum yaitu 45 menit. Setelah itu disaring kemudian volumenya di samakan dengan volume awal. Selanjutnya diuji dengan AAS.

Pembuatan Larutan Standar

1. Pembuatan Larutan Ni (II) 50 ppm

Sebanyak 2,5 mL larutan induk Ni (II) 1000 ppm dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Selanjutnya ditambah dengan HNO₃ 0,1 M sampai tanda batas.

2. Pembuatan Larutan Standar Ni (II) dengan Konsentrasi 0 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm.

- Sebanyak 0 ml, 1 mL, 2 mL, 3 ml, 4 mL dan 5 mL larutan induk, dimasukkan ke dalam labu ukur yang 50 mL untuk masing-masing volume dan menambahkan HNO₃ 0,1 M sampai tanda batas.
- Masing-masing larutan diukur absorbansi dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom (AAS) untuk mendapatkan kurva kalibrasi.

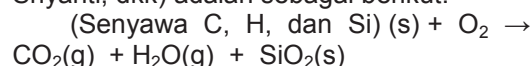
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini digunakan sekam padi yang diperoleh dari petani di Desa Jaten, Kecamatan Jaten, Kabupaten Karanganyar sebagai bahan baku dalam pembuatan silika gel. Langkah pertama yaitu sekam padi dibersihkan dari kotoran-kotorannya. Setelah bersih direndam dalam air panas ± 2 jam lalu dijemur dibawah terik matahari. Tujuan perendaman dengan air panas untuk mengekstrak bahan organik yang larut dalam air sehingga bahan ini tidak menjadi pengotor dalam proses ekstraksi silika. Pengerian ini bertujuan untuk mengeliminasi kandungan air dalam bahan dengan menguapkan air dari permukaan. Selanjutnya sekam padi dibakar dengan bara api. Dalam proses pengarangan ini dihasilkan sebanyak 850 gram.

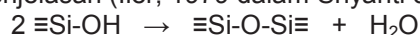
Arang yang dihasilkan kemudian difurnace dengan suhu 700°C selama ± 4 jam. Pemanasan tersebut juga bertujuan untuk menghilangkan fraksi organik dari sekam padi, sehingga yang tertinggal hanya fraksi anorganiknya saja. Selain itu aktivasi fisik dengan cara pemanasan bertujuan untuk membuka dan menambah pori-pori pada karbon aktif untuk meningkatkan luas permukaan karbon

aktif sehingga kapasitas penyerapannya menjadi bertambah besar. Dari pemanasan tersebut dihasilkan abu berwarna putih keabu-abuan selanjutnya didinginkan pada suhu kamar, kemudian dihaluskan dengan mortar dan alu, diperoleh abu yang halus dan lembut. Abu tersebut diayak dengan ayakan 200 mesh untuk mendapatkan ukuran yang sama dan untuk memperluas permukaan dari silika gel. Abu yang dihasilkan sebanyak 240 gram.

Reaksi pengabuan yang terjadi menurut (Nuryono, dkk., 2004 dalam Sriyanti, dkk) adalah sebagai berikut:

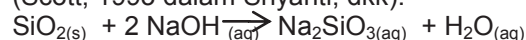


Dimungkinkan juga terjadi kondensasi gugus silanol ($\equiv\text{Si-OH}$) seperti penjelasan (Iler, 1979 dalam Sriyanti dkk) :



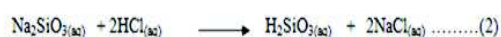
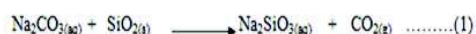
Hasil ayakan abu diekstraksi basah secara kimia dengan merendamnya ke dalam NaOH 1,5N sebanyak 240 ml sambil dididihkan dan diaduk ± 1jam. Pada proses ekstraksi basah ini diperoleh larutan antrium isilikat yang berwarna coklat pekat.

Pada ekstraksi silika dari abu sekam hingga terbentuk larutan natrium silikat mengikuti reaksi sebagai berikut (Scott, 1993 dalam Sriyanti, dkk):



Proses aktivasi kimia diatas bertujuan untuk mengurangi pembentukan pengotor dan produk samping. Selain itu bahan pengaktif juga berfungsi menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan pada proses karbonisasi dan melindungi permukaan karbon sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi dapat dikurangi.

Proses sol gel dimulai dengan mengasamkan larutan natrium silikat sampai terbentuk gel pada pH 7. Penambahan HCl bertujuan untuk mendapatkan silika hidrosol (H₂SiO₃) selanjutnya dikeringkan akan membentuk silika gel. Dalam proses pemurnian ini digunakan larutan HCl dikarenakan HCl merupakan asam pencuci yang bersifat non oksidator sehingga tidak dapat mengoksidasi bahan-bahan organik, dalam hal ini adalah abu sekam padi. Apabila digunakan asam lain maka dapat mengoksidasi abu sekam padi sehingga abu tersebut akan habis dan tidak dapat dilakukan proses pemurnian menjadi silika. Berikut reaksi yang terjadi saat natrium silikat ditambahkan dengan larutan HCl.



(Vogel, 1990).

Setelah gel terbentuk pada kondisi pH 7, gel disaring dan dicuci dengan akuadest panas. Pembentukan gel dilakukan pada pH 7 dikarenakan silika mempunyai kelarutan yang tinggi pada pH > 9. Pada pH < 9, silika gel memiliki kelarutan rendah yaitu hanya 100-140 mg/L dan pada pH > 9 kelarutan silika gel akan meningkat dengan kenaikan derajat ionisasi dari asam monosilikat. Menurut hasil percobaan yang telah dilakukan, bahwa pengasaman natrium silikat dengan HCl menyebabkan pembentukan gel yang sangat cepat pada pH 7-9, dan jika HCl terus menerus ditambahkan maka gel akan melarut kembali. Hal ini kemungkinan disebabkan ion logam Na akan terjebak ke dalam matriks gel dan tidak larut dengan pencucian. Hal ini sejalan dengan pendapat Kalapathy dkk (2000), bahwa penggunaan HCl pada pengasaman langsung menghasilkan silika gel dengan kandungan Na yang tinggi (> 4%). Pengendalian proses pembentukan gel dilakukan dengan mengamati perubahan gel itu sendiri.

Pencucian dengan akuadest panas bertujuan untuk mengurangi impuritis pada produk sehingga menghasilkan silika gel dengan kemurnian tingkat tinggi dan untuk menghilangkan kelebihan asam. Selanjutnya silika gel yang terbentuk dikeringkan dengan oven pada suhu $80^\circ\text{C} \pm 4$ jam. Pengovenan bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam silika gel sehingga diperoleh silika gel yang benar-benar kering. Silika gel kering yang diperoleh dikarakterisasi dengan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung didalamnya.

Hasil karakterisasi FTIR dari sampel diperoleh beberapa spektrum yang menunjukkan adanya gugus fungsi yang sama yang dimiliki oleh silika Kiesel Gel 60. Puncak utama yang berkaitan dengan gugus fungsi pada silika adalah pada bilangan 3417.86 cm^{-1} . Puncak ini merupakan puncak yang khas untuk vibrasi ulur gugus -OH (gugus hidroksil) dari silanol. Puncak 1635.64 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur Si-O dari Si-OH. Pada pita serapan 2978.09 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus alkil CH_3 dan pada pita 2924.09 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus alkil CH_2 . Puncak kedua dengan pita serapan kuat dan lebar pada 1095.57 cm^{-1}

yang diyakini menunjukkan gugus fungsi silika menunjukkan vibrasi rentangan asimetrik Si-O dari siloksan (Si-O-Si). Pita serapan pada 956.69 cm^{-1} menunjukkan vibrasi rentangan Si-O dari silanol (Si-OH). Adanya puncak pada 794,67 cm^{-1} , yang timbul akibat deformasi ikatan Si-O pada SiO_4 . Gugus fungsi Si-O-Si diperkuat dengan adanya puncak pada bilangan gelombang 470,63 cm^{-1} , yang menunjukkan ikatan Si-O.

Sedangkan serapan puncak pada silika gel (Kiesel gel 60) muncul pada bilangan gelombang 3448,5 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya vibrasi -OH dari Si-OH, serapan lebar dan tajam pada 1101,3 cm^{-1} mengindikasikan adanya vibrasi ulur simetri Si-O dari Si-O-Si, dan pada 1637,5 cm^{-1} mengindikasikan vibrasi ulur Si-O dari Si-OH, serta serapan di 800,4 cm^{-1} mengindikasikan adanya vibrasi ulur simetri Si-O dari Si-O-Si (Sriyanti dkk, 2005). Menurut Hamdan (1992), serapan di 472,5 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi tekuk dari Si-O-Si. Sehingga dari perbandingan spektra diatas dapat disimpulkan bahwa sekam padi yang berasal dari daerah Jaten, Karanganyar dapat diisolasi menjadi silika gel.

Silika gel memiliki ukuran pori-pori yang besar sehingga silika gel merupakan adsorben alami. Zat ini memiliki "ruang pengunci" (interlocking cavities) yang memberikan media dengan luas permukaan yang besar. Struktur inilah yang memberikan kemampuan silika gel sebagai media pengabsorb.

Dalam proses adsorpsi dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti waktu kontak, karakteristik adsorben, pH, kelarutan adsorbat, temperatur dan massa adsorben. Dalam penelitian ini akan ditentukan waktu kontak optimum ditinjau dari banyaknya ion logam Ni yang dapat terserap oleh adsorben silika gel.

Waktu kontak merupakan hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi, karena waktu kontak memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik kecuali setelah mencapai optimum. Hal ini karena semakin lama waktu kontak maka secara logika zat yang teradsorpsi juga semakin banyak sehingga dimungkinkan dalam penelitian ini ion logam Ni yang terserap juga semakin banyak. Proses penempelan berlangsung dengan baik seiring bertambahnya waktu dan kemudian tercapai waktu optimum yaitu 45 menit dengan persen penyerapan sebesar

89,85%. Hal ini menunjukkan adsorben silika gel cukup efektif digunakan sebagai adsorben ion logam berat Ni. Adsorpsi meningkat pada kisaran waktu 15-45 menit, karena situs aktif dinding silika gel belum jenuh oleh ion Ni^{2+} . Pada kisaran waktu kontak 45-60 menit kapasitas penyerapan ion logam Ni oleh silika gel mengalami penurunan terlihat bahwa persen penyerapannya mulai menurun. Penurunan jumlah serapan ini mengindikasikan bahwa silika gel telah berada dalam kondisi jenuh oleh ion logam Ni dan akhirnya sedikit demi sedikit situs aktif mulai melepaskan ion logam Ni kembali ke dalam larutan. Hal ini dikarenakan sifat adsorpsi ini terjadi secara fisika yang ikatannya tidak kuat sehingga ion logam Ni yang semula terikat oleh adsorben silika gel menjadi terlepas lagi. Keadaan jenuh tersebut disebabkan hampir seluruh pusat aktif dinding silika gel telah jenuh oleh ion logam Ni sehingga dengan penambahan waktu kontak tidak lagi dapat meningkatkan penyerapan logam ion Ni.

Pada penelitian ini konsentrasi limbah tidak dapat diperoleh kondisi yang optimum. Hal itu diketahui dari grafik yang diperoleh, tampak bahwa grafik tersebut hanya grafik kecenderungan naik, sehingga tidak diperoleh titik optimum. Dari data diatas juga dapat ditentukan model isoterm adsorpsinya. Data tersebut juga bermanfaat untuk mengetahui apakah adsorben yang digunakan dapat diregenerasi ulang atau tidak.

Dari data grafik isoterm dapat dilihat dari harga R^2 . Harga R^2 untuk isoterm adsorpsi Langmuir sekitar 0,9283. Isoterm Langmuir mengasumsikan bahwa tempat-tempat adsorpsi bersifat homogen dan adsorbat teradsorpsi dengan bentuk lapisan tunggal (monolayer). Sedangkan untuk isoterm adsorpsi Freundlich diperoleh R^2 0,9498. Isoterm adsorpsi Freundlich terjadi pada lapisan multilayer dan ikatannya tidak kuat. Dengan melihat harga R^2 dari kedua isoterm, maka dapat disimpulkan bahwa adsorpsi logam Ni oleh adsorben silika gel memiliki kecenderungan ke isoterm fisika dikarenakan logam terperangkap dalam struktur silika yang berpori. Silika gel tergolong sebagai silika yang amorf yang terdiri dari partikel-partikel dalam bentuk polimer (SiO_2)_n.

Silika gel memiliki ukuran pori-pori yang besar sehingga silika gel merupakan adsorben alami. Zat ini memiliki "ruang pengunci" (interlocking cavities) yang memberikan media dengan luas permukaan yang besar. Hal itu

menyebabkan timbulnya Gaya van der Waals. Gaya van der Waals terjadi dimana ketika gaya tarik molekul antara larutan dan permukaan media lebih besar daripada gaya tarik substansi terlarut dan larutan. Pada suatu jarak yang dekat tetapi belum sampai bersentuhan maka molekul netral akan saling tarik menarik. Pada jarak yang lebih dekat lagi sehingga kedua partikel tersebut bersentuhan akan timbul suatu tarikan dan tolakan. Gaya tarik menarik antar molekul timbul akibat fluktuasi dari distribusi muatan dalam silika gel dan ion logam Ni. Pergerakan elektron menyebabkan molekul mempunyai momen dipol yang tidak sama dengan nol pada setiap saat. Dipol dalam suatu molekul akan menginduksi dipol dalam molekul tetangganya sehingga akan timbul gaya tarik menarik antar dipol dan akhirnya menimbulkan gaya tarik menarik.

Pada data spektra FTIR silika mempunyai gugus aktif yang memungkinkan untuk menyerap logam melalui mekanisme pertukaran ion. Gugus aktif tersebut ditunjukkan pada gugus Si-O-Si dan Si-OH di dalam silika. Menurut Adam et al, 2006 dalam Kamisah dkk, menunjukkan bahwa pada daerah $964,3\text{ cm}^{-1}$ terjadi ikatan antara Si-O dengan logam. Namun, pada sintesis silika gel ini terdapat daerah $956,69\text{ cm}^{-1}$ dengan intensitas puncak yang sangat lemah. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pada sintesis silika gel ini menunjukkan ikatan antara Si-O dengan logam tidak begitu kuat. Sehingga pada sintesis silika gel ini cenderung mengalami isoterm adsorpsi secara fisika.

KESIMPULAN

1. Silika gel yang terdapat dalam abu sekam padi dapat digunakan untuk mengadsorpsi logam nikel dalam limbah elektroplating. Hal ini diketahui penurunan konsentrasi logam Ni dari 5,0724 ppm menjadi 0,5144 ppm dengan persentase kadar terserap sebesar 89,85 % pada waktu optimum 45 menit.
2. Sifat adsorpsi logam Ni oleh adsorben silika gel dominan ke isoterm fisika.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Agung Nugroho Catur Saputro, S.Pd, M.Sc, Bapak Drs.Haryono,

DAFTAR RUJUKAN

- [1]Anton J. Hartomo dan Tomijiro Kaneko. 1995. Mengenal Pelapisan Logam (Elektroplating). Yogyakarta: Andi Offset.
- [2]Atkin, P. W. 1999. Kimia Fisika Jilid 2. Terjemah: Dra. Irma I Kartohadiprodjo. Jakarta : Erlangga.
- [3]Daifullah, A. A. M., Girgis, B. S., Gad, H. M. H. 2003. "Utilization of Agro-Residues (Rice Husk) in Small Waste Water Treatment Plants" Material Letters, 57, 1723-1731.
- [4]Day R.A. dan Underwood A.L. 2002. Analisa Kimia Kuantitatif Edisi Ke -6. Terjemah: Aloysius Hadyana Pudjaatmaka Ph D. Jakarta: Erlangga.
- [6]Goksungup, Y. S. Uren, U. Guvenc. 2002. Biosorption of Copper Ions by Caustic Treated Waste Baker's Yeast. Biomass Applied Food Engineering.
- [7]Hamdan, H., Nazlan, M., Muhid, M., Endud, S., Listiorini, E and Ramli, Z. 1997.29 Si MAS NMR, XRD and FESEM studies of rice husk silica for the synthesis of zeolites. Journal of Non-Crystalline Solids. 211: 126-131.
- [8]Hamdan, H. 1992. Introduction to Zeolites: Syntesis, Characterization and Modification. Kuala Lumpur: Universitas Teknologi Malaysia
- [9]Iller, R.K., 1979, The Chemistry of Silica. New York.: Jhon Wiley and Sons.
- [10]Kalapathy, U., A. Proctor, and J. Schultz. 2000a. A simple method for production of pure silica from rice hull ash. Biores. Technol. 73:257.
- [11]Kamisah D Pandiangan, Irwan Ginting Suka, Mita Rilyanti, Sony Widiarto, Dian Anggraini, Syukri Arief, Novesar Jamarun. Karakteristik Keasaman Katalis Berbasis Silika Sekam Padi yang Diperoleh dengan Teknik Sol-Gel. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008. Universitas Lampung, 17-18 November 2008.
- [14]Prasad C.S., Maiti K,N., Venugopal R., (2001), "Effect of rice husk ash in whiteware compositions", Ceramic International, 27, 629-635.
- [16]Schubert,U.dan N.Husing.2000. Synthesis of Inorganic Material, Willey-VCH Verlaq GmbH, D-69469 Wernbeim,Federal Republic of Germany.
- [17]Sriyanti, Taslimah, Nuryono dan Narsito. 2004. Selektivitas Silika Gel Termodifikasi Gugus Tiol untuk Adsorpsi Kadmium(II) dan Tembaga(II). Proceeding Seminar Nasional Hasil Penelitian MIPA 2004. FMIPA Undip. Semarang.
- [19]Sriyanti, Taslimah, Nuryono dan Narsito. 2005. Sintesis Bahan Hibrida Amino-Silika dari Abu Sekam Padi melalui Proses Sol-Gel. Semarang: FMIPA UNDIP.
- [19]Teguh Sulistyio Hadi. 2004. Biosorpsi Ion Logam Nikel (II) oleh Biomassa Saccaromyces Cerevisiae dengan Perlakuan NaOH. Skripsi. Universitas Sebelas Maret: Prodi Kimia Fakultas MIPA UNS.
- [20]Wahyu Widowati dkk. 2008. Efek Toksik Logam. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [21]Yalcin, N., Sevinc, V., (2001), "Studies on silica obtained from rice husk", Ceramic International ,27, 219 – 224.
- [22]Zulkipli. 2007. Optimasi Penggunaan Adsorben pada Proses Pemisahan Karotenoid dari Metil Ester Kasar Minyak Sawit dengan Metode Kromatografi Kolom Adsorpsi. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.

LAMPIRAN

Tabel 1. Data Absorbansi Kurva Standar Larutan Ni.

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi			Rata-rata
	1	2	3	
0	0.0000	0.0002	0.0003	0.0002
1	0.0938	0.0879	0.0901	0.0906
2	0.1862	0.1794	0.1838	0.1831
3	0.2689	0.2646	0.2673	0.2669
4	0.3443	0.3538	0.3584	0.3522
5	0.4421	0.4508	0.4450	0.4460

Tabel 2. Data Waktu Kontak terhadap Absorbansi Limbah Ion Logam Ni.

Waktu kontak (menit)	Absorbansi Konsentrasi Awal			Rata-rata	Konsentrasi sisa (ppm)	Konsentrasi Terserap (ppm)	Kadar Terserap (%)
	1	2	3				
15	0.57	0.59	0.56	0.57	0,57	4,49	88,7
30	0.53	0.53	0.54	0.53	0,53	4,54	89,5
45	0.49	0.54	0.51	0.51	0,51	4,55	89,7
60	0.57	0.56	0.57	0.57	0,57	4,50	88,7

Tabel 3. Data Konsentrasi Limbah Logam Ni Terhadap Absorbansi Larutan.

Konsentrasi (ppm)	Adsorbansi			Rata-rata	Konsentrasi setimbang (ppm)	Konsentrasi terserap (ppm)	Massa terserap (mg)
	1	2	3				
1	0.66	0.63	0.64	0.64	0.64	0.35	0.000034
2	1.48	1.52	1.45	1.48	1.48	0.51	0.000052
3	2.16	2.12	2.15	2.16	2.15	0.84	0.000084
4	3.05	2.99	2.89	2.97	2.97	1.02	0.000103

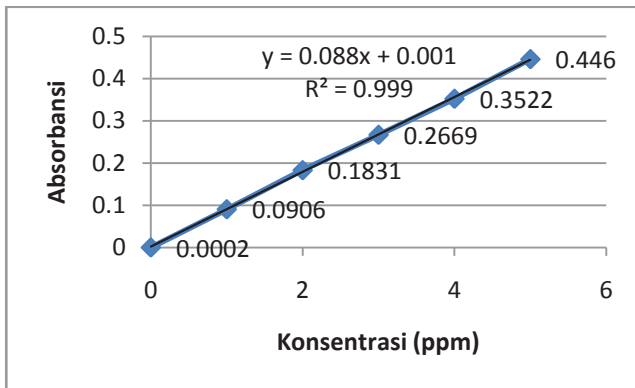
Tabel 4. Data Penentuan Isoterm Langmuir

Massa Terserap, Q_e (mg)	Konsentrasi Setimbang, C_e (ppm)	$1/Q_e$	$1/C_e$
0,0000357	0,643	28011,20448	1,555209953
0,00005169	1,4831	19346,10176	0,674263367
0,00008416	2,1584	11882,12928	0,463306153
0,00010262	2,9738	9744,689144	0,336270092

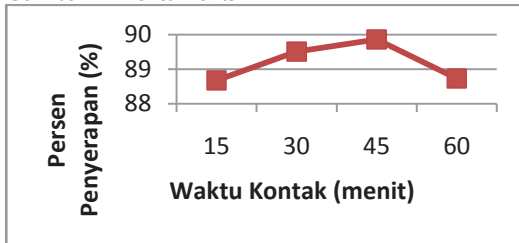
Tabel 5. Data Penentuan Isoterm Freundlich

Konsentrasi Terserap, Q_e (mg)	Konsentrasi Setimbang, C_e (ppm)	$\log Q_e$	$\log C_e$
0,0000357	0,643	4,447331784	0,191789027
0,00005169	1,4831	4,286593468	0,171170435
0,00008416	2,1584	4,074894273	0,334131932
0,00010262	2,9738	-3,98876799	0,473311757

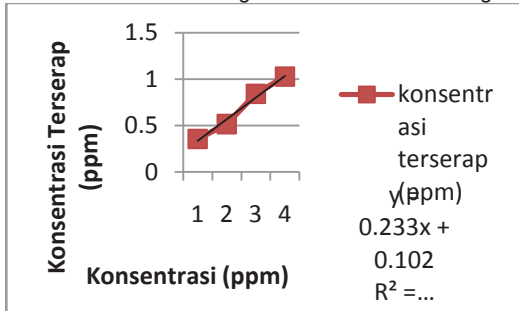
Gambar 1. Grafik Kurva Standar



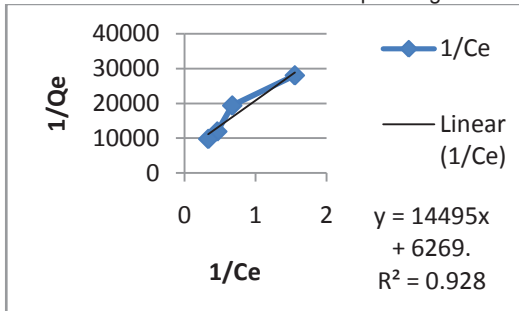
Gambar 2. Waktu Kontak



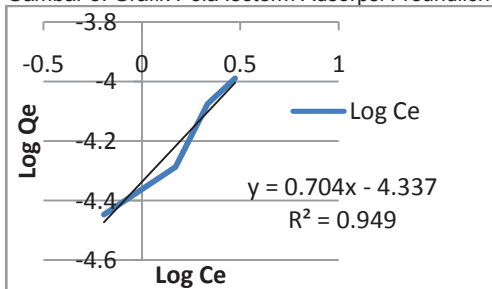
Gambar 3. Grafik hubungan konsentrasi awal dengan konsentrasi limbah logam Ni yang terserap



Gambar 4. Grafik Pola Isoterm Adsorpsi Langmuir



Gambar 5. Grafik Pola Isoterm Adsorpsi Freundlich



Gambar 6. Spektra FTIR Silika Gel Hasil Sintesis

