

**PENYISIHAN Cr(VI) DENGAN ZEOLIT ALAM DIAKTIVASI ASAM SULFAT
DALAM KOLOM ADSORPSI**

SKRIPSI

**Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**



**ULUL AZMI
NIM. 145061100111014**

**ULUL AZMI
NIM. 145061100111016**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN
PENYISIHAN Cr(VI) DENGAN ZEOLIT ALAM DIAKTIVASI ASAM SULFAT
DALAM KOLOM ADSORPSI

SKRIPSI
TEKNIK KIMIA

Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Ulul Azmi

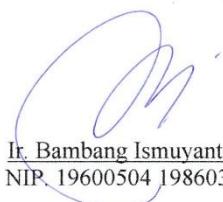
145061100111014

Ulul Azmi

145061100111016

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 16 Mei 2018

Dosen Pembimbing I



Ir. Bambang Ismuyanto, MS.
NIP. 19600504 198603 1 003

Dosen Pembimbing II



A.S. Dwi Saptati N.H., ST., M.T.
NIK. 201201 830827 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Ir. Bambang Poerwadi, M.S.
NIP. 19600126 198603 1 001

IDENTITAS TIM PENGUJI

JUDUL SKRIPSI :

**PENYISIHAN Cr(VI) DENGAN ZEOLIT ALAM DIAKTIVASI ASAM SULFAT
DALAM KOLOM ADSORPSI**

Nama Mahasiswa / NIM : Ulul Azmi / 145061100111014

Ulul Azmi / 145061100111016

Program Studi S1 : Teknik Kimia

TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji 1 : Ir. Bambang Ismuyanto, MS

Dosen Penguji 2 : Ir. Bambang Poerwadi, MS

Dosen Penguji 3 : Vivi Nurhadianty, ST., MT.

Tanggal Ujian : 2 Mei 2018

SK Penguji : 904/UN10.F07/SK/2018

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah Skripsi ini adalah asli daripemikiran saya. tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsurunsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, April 2018

Mahasiswa,



Ulul Azmi

NIM 145061100111014

TURNITIN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 78/UN10.F07.18/PP/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :

ULUL AZMI

Dengan Judul Skripsi :

**Penyisihan Cr(VI) dengan Zeolit Alan Diaktivasi Asam Sulfat dalam Kolom Adsorpsi
(Cr(VI) Removal with Natural Zeolite Activated Sulfuric Acid in Adsorption
Column)**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan
dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 17 Maret 2018

Ketua Program Studi Teknik Kimia



Ir. Bambang Poerwadi, MS
NIP. 19600126 198603 1 001



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah Skripsi ini adalah asli daripemikiran saya. tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsurunsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, April 2018

Mahasiswa,



Ulul Azmi

NIM 145061100111016

TURNITIN



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI



Nomor : 79/UN10.F07.13/PP/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :

ULUL AZMI

Dengan Judul Skripsi :

**Penyisihan Cr(VI) dengan Zeolit Alam Diaktivasi Asam Sulfat dalam Kolom Adsorpsi
(Cr(VI) Removal with Natural Zeolite Activated Sulfuric Acid in Adsorption
Column)**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan
dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 17 Maret 2018

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Ir. Bambang Poerwadi, MS
NIP. 19600126 198603 1 001

“The Best Things Need More Struggle and Break The Limit”

*Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.
Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.*

(2. S. Al-Tasyirah: 5-6)

Teruslah berjuang dalam hidup yang singkat ini dan tunjukkan bahwa kita ini adalah memang makhluk paling sempurna dan makhluk yang paling tangguh di seluruh alam semesta, bukankah malaikat saja tidak diamanahi kesempatan untuk menjalani kehidupan dunia sebagai mana kita?

Akankah kita hanya terus menerus mengeluh dan meratap saja padahal Allah sudah mempercayai kita untuk menjalani Ujian berat ini yang sudah pasti sebenarnya tidak mungkin Dia memberi ujian yang melebihi kadar kekuatan diri kita

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas karunia, nikamt, rahmat, taufiq, hidayah, dan inayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu prasyarat untuk menyelesaikan studi di Jurusan Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya dengan judul “Penyisihan Cr(VI) dengan Zeolit Alam Diaktivasi Asam Sulfat dalam Kolom Adsorpsi”. Skripsi yang penulis ajukan dapat terselesaikan dengan baik berkat bantuan dan dorongan dari semua pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih atas segala bimbingan dan bantuan kepada:

1. Ir. Bambang Poerwadi, M.S., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
2. Ir. Bambang Ismuyanto, M.S., selaku Dosen Pembimbing I mata kuliah Skripsi Rekayasa Lingkungan Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
3. A.S. Dwi Saptati N.H., S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II mata kuliah Skripsi Rekayasa Lingkungan Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
4. Agustina Rahayu, A.Md selaku PLP Laboratorium Sains Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
6. Seluruh staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya serta semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi.
7. Orang tua, saudara-saudara Kami, atas doa, bimbingan, perhatian, serta kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
8. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2014 yang selalu mendukung selama ini.

Penulis mengharapkan masukan berupa saran dari semua pihak demi kebaikan penelitian ini. Demikian laporan ini dibuat, semoga dapat bermanfaat bagi semua pihak dan penulis sendiri. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Malang, Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
RINGKASAN.....	xvi
SUMMARY	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kromium	5
2.2 Adsorpsi	7
2.2.1 Definisi Adsorpsi	7
2.2.2 Jenis Adsorpsi	8
2.2.3 Adsorben	9
2.2.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi	11
2.3 Proses Adsorpsi.....	12
2.4 Kesetimbangan Adsorpsi	13
2.5 Zeolit	15
2.5.1 Pengertian Zeolit	15
2.5.2 Struktur Zeolit	16
2.5.3 Sifat Kimia Zeolit.....	17
2.5.4 Jenis Zeolit	17
2.5.5 Aktivasi Zeolit.....	18
2.6 Waktu Tinggal	18
2.7 Penelitian Terkait	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Tempat Penelitian	23
3.2 Variabel Penelitian.....	23
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	23
3.3.1 Alat Penelitian.....	23

3.3.2	Bahan Penelitian	24
3.3.3	Rangkaian Alat.....	24
3.4	Prosedur Penelitian	25
3.4.1	Persiapan Zeolit Alam.....	25
3.4.2	Aktivasi Zeolit Alam Menggunakan H ₂ SO ₄	26
3.4.3	Pembuatan Sampel Sintetik Cr(VI).....	27
3.4.4	Proses Adsorpsi.....	28
3.4.5	Analisa Kandungan Cr(VI) dengan Spektofotometer UV-VIS	29
3.4.6	Karakterisasi Zeolit Alam	31
3.4.6.1	Analisa BET.....	31
3.4.6.2	Analisa FT-IR (Fourier Transform Infra Red).....	31
3.4.6.3	Analisa XRF (X-Ray Fluorescence)	31
3.5	Diagram Alir Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1	Karakterisasi Zeolit Alam dan Zeolit Alam Diaktivasi	33
4.1.1	Karakterisasi BET	33
4.1.2	Karakterisasi XRF.....	35
4.1.3	Karakterisasi FTIR	36
4.2	Mekanisme Adsorpsi	38
4.3	Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan Cr(VI) dan Kecepatan Flow dalam Kolom terhadap Adsorpsi dengan Zeolit Alam Diaktivasi	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Baku mutu maksimum kadar Cr(VI) dalam industri	6
Tabel 2.2	Perbedaan adsorpsi fisika dan kimia	9
Tabel 2.3	Tipe, karakteristik, kegunaan, dan kelemahan beberapa adsorben	10
Tabel 2.4	Komposisi zeolit alam	18
Tabel 2.5	Penelitian terkait	21
Tabel 4.1	Hasil karakterisasi BET terhadap zeolit alam dan zeolit alam diaktivasi ..	33
Tabel 4.2	Hasil uji XRF	35
Tabel 4.3	Hasil pengujian FT-IR zeolit dan zeolit diaktivasi	37
Tabel B1	Adsorpsi konsentrasi 60 ppm laju alir 4 ml/menit	53
Tabel B2	Adsorpsi konsentrasi 60 ppm laju alir 6 ml/menit	53
Tabel B3	Adsorpsi konsentrasi 60 ppm laju alir 8 ml/menit	54
Tabel B4	Adsorpsi konsentrasi 60 ppm laju alir 10 ml/menit	54
Tabel B5	Adsorpsi konsentrasi 80 ppm laju alir 4 ml/menit	55
Tabel B6	Adsorpsi konsentrasi 80 ppm laju alir 6 ml/menit	55
Tabel B7	Adsorpsi konsentrasi 80 ppm laju alir 8 ml/menit	56
Tabel B8	Adsorpsi konsentrasi 80 ppm laju alir 10 ml/menit	56
Tabel B9	Adsorpsi konsentrasi 100 ppm laju alir 4 ml/menit	57
Tabel B10	Adsorpsi konsentrasi 100 ppm laju alir 6 ml/menit	57
Tabel B11	Adsorpsi konsentrasi 100 ppm laju alir 8 ml/menit	58
Tabel B12	Adsorpsi konsentrasi 100 ppm laju alir 10 ml/menit	58
Tabel C1	%Penyisihan konsentrasi 60 ppm laju alir 4 ml/menit	60
Tabel C2	%Penyisihan konsentrasi 60 ppm laju alir 6 ml/menit	60
Tabel C3	%Penyisihan konsentrasi 60 ppm laju alir 8 ml/menit	61
Tabel C4	%Penyisihan konsentrasi 60 ppm laju alir 10 ml/menit	61
Tabel C5	%Penyisihan konsentrasi 80 ppm laju alir 4 ml/menit	62
Tabel C6	%Penyisihan konsentrasi 80 ppm laju alir 6 ml/menit	62
Tabel C7	%Penyisihan konsentrasi 80 ppm laju alir 8 ml/menit	63
Tabel C8	%Penyisihan konsentrasi 80 ppm laju alir 10 ml/menit	63
Tabel C9	%Penyisihan konsentrasi 100 ppm laju alir 4 ml/menit	64
Tabel C10	%Penyisihan konsentrasi 100 ppm laju alir 6 ml/menit	64
Tabel C11	%Penyisihan konsentrasi 100 ppm laju alir 8 ml/menit	65
Tabel C12	%Penyisihan konsentrasi 100 ppm laju alir 10 ml/menit	65

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Diagram Eh-pH (Volt) untuk sistem kromium-oksigen-air.....	7
Gambar 2.2	Grafik klasifikasi isoterm adsorpsi	14
Gambar 2.3	Struktur tiga dimensi zeolit.....	16
Gambar 2.4	Struktur dasar ikatan SiO_2 dan AlO_2 dari zeolit	16
Gambar 3.1	Rangkaian alat adsorpsi	24
Gambar 3.2	Persiapan zeolit alam	25
Gambar 3.3	Aktivasi zeolit alam menggunakan H_2SO_4	27
Gambar 3.4	Proses pembuatan larutan kerja Cr(VI)	28
Gambar 3.5	Proses adsorpsi	29
Gambar 3.6	Analisa Cr(VI) menggunakan spektrofotometer UV-VIS	30
Gambar 3.7	Diagram alir penelitian	32
Gambar 4.1	Grafik distribusi pori zeolit alam dan zeolit alam diaktivasi.....	34
Gambar 4.2	Grafik <i>full isotherm</i> BET untuk zeolit alam dan zeolit alam diaktivasi	34
Gambar 4.3	Spektra IR zeolit alam dan zeolit alam diaktivasi	37
Gambar 4.4	Skema protonasi	38
Gambar 4.5	Mekanisme reaksi HCrO_4^- dengan gugus $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, dan $-\text{COOH}$	38
Gambar 4.6	Per센 penyisihan Cr(VI) dengan zeolit alam diaktivasi pada konsentrasi awal 60 ppm dengan berbagai laju alir	39
Gambar 4.7	Per센 penyisihan Cr(VI) dengan zeolit alam diaktivasi pada konsentrasi awal 80 ppm dengan berbagai laju alir	39
Gambar 4.8	Per센 penyisihan Cr(VI) dengan zeolit alam diaktivasi pada konsentrasi awal 100 ppm dengan berbagai laju alir	40
Gambar 4.9	Per센 penyisihan Cr(VI) dengan zeolit alam diaktivasi pada laju alir 4 ml/menit dengan berbagai konsentrasi larutan umpan.....	41
Gambar 4.10	Per센 penyisihan Cr(VI) dengan zeolit alam diaktivasi pada laju alir 6 ml/menit dengan berbagai konsentrasi larutan umpan.....	41
Gambar 4.11	Per센 penyisihan Cr(VI) dengan zeolit alam diaktivasi pada laju alir 8 ml/menit dengan berbagai konsentrasi larutan umpan.....	41
Gambar 4.12	Per센 penyisihan Cr(VI) dengan zeolit alam diaktivasi pada laju alir 10 ml/menit dengan berbagai konsentrasi larutan umpan.....	42
Gambar A.1	Pencarian panjang gelombang optimum menggunakan UV-VIS	49
Gambar A.2	Pembuatan kurva kalibrasi.....	49
Gambar A.3	Trial kolom besar	50
Gambar A.4	Trial kolom kecil.....	50
Gambar A.5	Larutan induk Cr(VI) 1000 ppm	50
Gambar A.6	Aktivasi zeolit alam	51
Gambar A.7	Netralisasi	51
Gambar A.8	Adsorpsi	51
Gambar A.9	Sampling hasil adsorpsi	52
Gambar A.10	Hasil uji UV-VIS	52

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran A.	Dokumentasi Kegiatan	49
Lampiran B.	Data Hasil Adsorpsi	53
Lampiran C.	Hasil Pengamatan	59
Lampiran D	Hasil Uji FT-IR	66
Lampiran E	Hasil Uji XRF.....	68
Lampiran F	Hasil Uji BET	69
Lampiran G	Daftar Riwayat Hidup	74

DAFTAR SIMBOL

Besaran Dasar	Satuan	Simbol
Absorbansi	absorbansi	A
Keasaman	pH	pH
Konsentrasi	mol per liter	M
Konsentrasi mula-mula	part per million (ppm)	C ₀
Konsentrasi akhir	part per million (ppm)	C
Laju alir	milliliter per menit	F
Massa	gram (g) dan miligram (mg)	m
Panjang gelombang	nanometer (nm)	λ
Suhu	Celcius (°C)	T
Volume	liter (L) atau mililiter (mL)	V
Waktu	menit (min)	t
Waktu tinggal	menit (min)	τ

RINGKASAN

Ulul Azmi dan **Ulul Azmi**, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, *Penyisihan Cr(VI) dengan Zeolit Alam Diaktivasi Asam Sulfat dalam Kolom Adsorpsi*, Dosen Pembimbing: Bambang Ismuyanto dan A. S. Dwi Saptati N. H.

Air limbah industri penyamakan kulit yang masih mengandung logam berat kromium heksavalen (Cr(VI)) dengan kadar sekitar 80 ppm, memerlukan penanganan khusus agar limbah tersebut dapat dilepas ke lingkungan sesuai dengan kadar maksimum yang diijinkan, yaitu 0,1 ppm. Logam Cr(VI) tergolong sebagai B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya) yang sangat mudah larut dalam air dan bentuk ionnya sangat selektif terhadap pH larutannya. Kadar Cr(VI) di dalam limbah dapat diturunkan dengan cara adsorpsi menggunakan zeolit alam. Zeolit alam diaktivasi dengan asam sulfat untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi Cr(VI). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju alir Cr(VI) dalam proses adsorpsi menggunakan zeolit alam diaktivasi H_2SO_4 0,5 M dalam kolom adsorpsi serta untuk mengetahui % penyisihan adsorpsi limbah Cr(VI) dengan zeolit alam diaktivasi H_2SO_4 0,5 M dalam kolom adsorpsi. Zeolit alam diaktivasi menggunakan H_2SO_4 0,5 M dengan pengadukan homogen selama 2 jam untuk meningkatkan luas permukaan Zeolit alam. Adsorpsi dilakukan selama 39 menit dengan variasi laju alir 4, 6, 8, dan 10 ml/menit dan dengan berbagai konsentrasi awal umpan larutan Cr(VI) yaitu 60 ppm, 80 ppm, dan 100 ppm.

Hasil dari pengujian FTIR pada zeolit alam, ditunjukkan dengan munculnya gugus fungsi setelah diaktivasi adalah gugus -OH alkohol. Hasil dari pengujian BET menunjukkan bahwa luas permukaan zeolite alam diperoleh peningkatan luas dari 2.94611 m^2/g menjadi 6.77232 m^2/g setelah diaktivasi. Persen penyisihan optimum adsorpsi terjadi pada variabel dengan konsentrasi larutan umpan Cr (VI) terkecil yaitu 60 ppm dan kecepatan laju alir terkecil pula yaitu 4 ml/menit, dengan hasil penyisihan Cr(VI) terbesar sebesar 19,09 %.

Kata kunci: Zeolit alam, Asam sulfat, adsorpsi, Cr(VI)

SUMMARY

Ulul Azmi and **Ulul Azmi**, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, *Cr (VI) Removal with Natural Zeolite Activated Sulfuric Acid in Adsorption Column*, Supervisor: Bambang Ismuyanto and A. S. Dwi Saptati N. H.

The tannery leather waste water which still contains heavy metal chromium hexavalent (Cr (VI)) with a concentration of about 80 ppm, requires special handling to allow the waste to be released into the environment at the maximum allowable level of 0.1 ppm. The Cr (VI) metal is classified as B3 (Toxic and Hazardous Substances) which is highly soluble in water and the ionic form is highly selective against the pH of the solution. Cr (VI) levels in the waste can be derived by adsorption using natural zeolite. Natural zeolite was activated with sulfuric acid to improve the adsorption capacity of Cr (VI). The purpose of this research knowing the flow rate of Cr (VI) in the process of adsorption using the zeolite of activated by H_2SO_4 0,5 M in the adsorption column and known the % removal of Cr (VI) waste adsorption with natural zeolite activated by H_2SO_4 0,5 M in the adsorption column . Natural zeolite was activated using 0.5 M H_2SO_4 with homogeneous stirring for 2 hours to increase the surface area of natural zeolite. Adsorption was conducted for 39 minutes with variation of 4, 6, 8, and 10 ml / minute flow rate and initial concentration variation (C_0) Cr (VI) solution that is 60 ppm, 80 ppm and 100 ppm.

The result of FTIR testing on natural zeolite, shown by the emergence of functional groups after activation is the -OH group of alcohols. The result of BET test showed that the surface area of natural zeolite obtained an increase of area from 2.94611 m^2 / g to 6.77232 m^2 / g after activation. The optimum adsorption removal percentage occurred in the variable with the smallest concentration of Cr (VI) feed solution of 60 ppm and the smallest velocity of 4 ml / minute, with the largest Cr (VI) removal result of 19.09%.

Keywords: Natural zeolite, sulfuric acid, adsorption, Cr (VI)