

**STUDI ADSORPSI DAN TERMODINAMIKA KOMPLEKS
URANIUM(VI) – ASAM HUMAT MENGGUNAKAN
PERANGKAT LUNAK VISUAL MINTEQ**

Skripsi

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana – 1
Program Studi Kimia**



**Disusun Oleh :
Wimbuh Sri Murni**

04630046

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2010**



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1//2010

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Studi Adsorpsi dan Termodinamika Kompleks Uranium(VI)-Asam Humat Menggunakan Perangkat Lunak Visual Minteq

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

Nama : Wimbuh Sri Murni

NIM : 04630046

Telah dimunaqasyahkan pada : 20 Juli 2010

Nilai Munaqasyah : B +

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Didik Krisdiyanto, M.Sc.
NIP.

Penguji I

Esti Wahyu Widowati, M.Si.
NIP.19760830 200312 2 001

Penguji II

Imelda Fajriati, M.Si.
NIP. 19750725 200003 2 001

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
Yogyakarta, 16 Agustus 2010
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Dra. M. Hafid Said Nahdi, M.Si.
NIP. 19550427 198403 2 001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Di Yogyakarta

Assalamu`alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Wimbuh Sri Murni
NIM : 04630046
Judul Skripsi : Studi Adsorpsi dan Termodinamika Kompleks Uranium(VI) – Asam Humat Menggunakan Perangkat Lunak Visual Minteq

sudah dapat diajukan kembali kepada Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Bidang Kimia.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 5 Juli 2010

Pembimbing I

Ir. Muzakky, M.Si.
NIP. 19570123 198203 1 001

Pembimbing II

Didik Krisdiyanto, M.Sc.
NIP.



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultan Skripsi
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Di Yogyakarta

Assalamu`alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudari :

Nama : Wimbuh Sri Murni

NIM : 04630046

Judul Skripsi : Studi Adsorpsi dan Termodinamika Kompleks Uranium(VI) –
Asam Humat Menggunakan Perangkat Lunak Visual Minteq

sudah dapat diajukan kembali kepada Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Bidang Kimia.

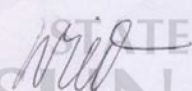
Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu`alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 23 Agustus 2010

Konsultan I

Konsultan II


Esti Wahyu Widowati, M. Si
NIP. 19760830 200312 2 001


Imelda Fajriati, M.Si
NIP. 19750725 200003 2 001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wimbuh Sri Murni
NIM : 04630046
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya yang berjudul :

STUDI ADSORPSI DAN TERMODINAMIKA KOMPLEKS URANIUM(VI) – ASAM HUMAT MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK VISUAL MINTEQ

Adalah asli hasil penelitian saya sendiri dan bukan plagiasi hasil karya orang lain.

Yogyakarta, 5 Juli 2010

Yang menyatakan



Wimbuh Sri Murni

NIM. 04630046

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

“MAN JADDA WA JADDA”



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah ku panjatkan kehadiran Allah SWT atas selesainya karyaku ini.

Karya ini saya persembahkan untuk :



(Alm) Bapak, Ibu, Saudara-saudara, ponakan-ponakan
Yang selalu mendoakan untuk menyelesaikan kuliah

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang memberikan kemudahan dalam penyusunan skripsi ini dan Allah SWT selalu mengiringi langkah penulis dalam kehidupan ini. Sholawat dan salam penulis lafazkan kepada Nabi dan Rasul Allah SWT Muhammad SAW, keluarga, dan sahabat yang membawa risalah Islam untuk semua umat manusia.

Skripsi dengan judul “Studi Adsorpsi dan Termodinamika Kompleks Uranium(VI) – Asam Humat Menggunakan Perangkat Lunak Visual Minteq” dilakukan guna memberikan gambaran peranan teknologi dalam pengembangan ilmu, khususnya ilmu kimia. Semoga hasil penelitian yang telah dilakukan penulis bermanfaat bagi keilmuan kimia dan sebagainya.

Untuk itu ijinkan penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, kepada :

1. Ibu Dra. Hj. Maizer Said Nahdi, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Khamidinal, M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan saran-saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Susy Yunita Prabawati, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik.

4. Bapak Ir. Muzakky, M.Si dan Bapak Didik Krisdiyanto, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan solusi dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Esti Wahyu Widowati, M.Si, dan Ibu Imelda Fajriati, M.Si, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan arahan untuk perbaikan skripsi ini.
6. Dosen-dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmu-ilmu kimia dan selalu memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Staf Laboratorium Kimia dan Staf Tata Usaha Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman Program Studi Kimia dan Pendidikan Kimia yang selalu memberikan semangat untuk segera lulus kuliah. Buat sahabatku MaaL “*Arigatou Ne*” selalu menemaniku. Buat Atiek, “*Jazakillah Ukhti*” atas doanya. Buat Jeng Janik “*Jazakillah Ukhti*” sudah banyak membantu.
9. Orang-orang yang memberikan inspirasi dalam hidupku.
Skripsi ini masih banyak kekurangan, maka untuk memperbaikinya penulis dengan senang hati menerima masukan dan kritikan. Terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 5 Juli 2010

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN DINAS KONSULTAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	4
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	6
B. Dasar Teori	
1. Zat Radioaktif	7
2. Limbah Radioaktif	8
3. Dampak yang Ditimbulkan oleh Zat Radioaktif	9
4. Uranium	10
5. Asam Humat (HA)	
a. Pengertian Asam Humat	13
b. Interaksi Asam Humat dengan Logam	15
c. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Interaksi Logam-	

Ligan	16
6. Konstanta Stabilitas	17
7. Kompleks Uranium(VI) - Asam Humat	18
8. Adsorpsi	18
9. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi	19
10. Isoterm Adsorpsi	
a. Isoterm Adsorpsi Distribusi	21
b. Isoterm Adsorpsi Langmuir	21
c. Isoterm adsorpsi Freundlich	22
11. Parameter Fungsi Termodinamika	24
12. Visual Minteq	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian	30
B. Peralatan Penelitian	30
C. Prosedur Penelitian	
1. Parameter-parameter dalam Menentukan Konstanta Kestabilan (Log β).	
a. Konsentrasi Silika (SiO ₂)	30
b. pH	31
c. Suhu	32
d. Kuat Ion	32
e. Densitas HA	32
f. Konsentrasi Uranium(VI) Awal	33
2. Menentukan Konstanta Kestabilan (Log β) Berdasarkan Beberapa Parameter dan Koefisien Distribusi (λ)	33
3. Menentukan Isoterm Adsorpsi	
a. Isoterm Adsorpsi Kd	34
b. Isoterm Adsorpsi Langmuir	34
c. Isoterm Adsorpsi Freundlich	35
4. Menentukan Parameter Termodinamika (ΔG , ΔH dan ΔS) ..	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Parameter untuk Menentukan Konstanta Kestabilan (Log β)	
1. Konsentrasi Silika (SiO ₂)	36
2. pH	38
3. Suhu	40

4.	Kuat Ion	42
5.	Densitas HA	43
6.	Konsentrasi Uranium(VI) Awal	45
B.	Penentuan Konstanta Kestabilan ($\text{Log } \beta$) dan Koefisien Distribusi (λ)	47
C.	Penentuan Isoterm Adsorpsi	
1.	Isoterm Adsorpsi Kd	49
2.	Isoterm Adsorpsi Langmuir	49
3.	Isoterm Adsorpsi Freundlich	50
D.	Penentuan Parameter Termodinamika (ΔG , ΔH , dan ΔS)	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
A.	Kesimpulan	54
B.	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA		56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat Fisik Senyawa Uranium	12
Tabel 2.2	Isotop-isotop Uranium dan Sinar Radioaktif yang Dipancarkan	12
Tabel 2.3	Kandungan Unsur Senyawa Humat	13
Tabel 2.4	Komposisi Gugus Fungsional Asam Humat dan Asam Fulvat	14
Tabel 2.5	Data Kespontanan Reaksi	25
Tabel 4.1	Log HA dan Log $\lambda_0/\lambda-1$ pada Konsentrasi Silika 10^{-7} M	36
Tabel 4.2	Variasi Silika (SiO_2) dan Nilai ΔG	37
Tabel 4.3	Log HA dan Log $\lambda_0/\lambda-1$ pada pH 4	38
Tabel 4.4	Variasi pH dan Nilai ΔG	39
Tabel 4.5	Log HA dan Log $\lambda_0/\lambda-1$ pada Suhu 298 K	40
Tabel 4.6	Variasi suhu dan Nilai ΔG	41
Tabel 4.7	Log HA dan Log $\lambda_0/\lambda-1$ pada Kuat Ion 0,05 M	42
Tabel 4.8	Variasi Kuat Ion dan Nilai ΔG	43
Tabel 4.9	Log HA dan Log $\lambda_0/\lambda-1$ pada Densitas HA 1,2 site/nm ²	44
Tabel 4.10	Variasi Densitas HA dan Nilai ΔG	44
Tabel 4.11	Log HA dan Log $\lambda_0/\lambda-1$ pada Konsentrasi Uranium(VI) Awal 5×10^{-6} M	45
Tabel 4.12	Variasi Konsentrasi Uranium(VI) Awal dan Nilai ΔG ...	46
Tabel 4.13	Nilai Logaritma Konstanta Kestabilan (Log β)	48
Tabel 4.14	Nilai Koefisien Distribusi (λ)	48
Tabel 4.15	Nilai Regresi Linier (R^2) dari Isoterm Kd, Langmuir dan Freundlich	51
Tabel 4.16	Harga Kapasitas Adsorpsi (b), Konstanta Kesetimbangan Adsorpsi (K), dan Energi Adsorpsi (E_{ads})	51
Tabel 4.17	Parameter Termodinamika Kompleks U(VI)-HA Percobaan Visual Minteq pada Suhu 298 K.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Asam Humat (HA)	15
Gambar 2.2	Tipe-tipe Isoterm Adsorpsi	25
Gambar 2.3	Tampilan Depan Visual Minteq	26
Gambar 2.4	Output Visual Minteq	27
Gambar 4.1	Log ($\lambda_0/\lambda-1$) versus Log HA pada konsentrasi silika 10^{-7}	37
Gambar 4.2	ΔG pada Variasi Silika (SiO_2)	37
Gambar 4.3	Log ($\lambda_0/\lambda-1$) versus Log HA pada pH 4	39
Gambar 4.4	ΔG pada Variasi pH	39
Gambar 4.5	Log ($\lambda_0/\lambda-1$) versus Log HA pada suhu 298 K	40
Gambar 4.6	ΔG pada Variasi Suhu	41
Gambar 4.7	Log ($\lambda_0/\lambda-1$) versus Log HA pada kuat ion 0,05 M	42
Gambar 4.8	ΔG pada Variasi Kuat Ion	43
Gambar 4.9	Log ($\lambda_0/\lambda-1$) versus Log HA pada Densitas HA 1,2 site/nm ²	44
Gambar 4.10	ΔG pada Variasi Densitas HA	45
Gambar 4.11	Log ($\lambda_0/\lambda-1$) versus Log HA pada konsentrasi uranium(VI) awal	46
Gambar 4.12	ΔG pada Variasi Konsentrasi Uranium(VI) Awal	46
Gambar 4.13	Log ($\lambda_0/\lambda-1$) versus Log HA dalam Penentuan Log β	48
Gambar 4.14	Isoterm Adsorpsi Kd	49
Gambar 4.15	Isoterm Adsorpsi Langmuir	50
Gambar 4.16	Isoterm Freundlich	50
Gambar 4.17	Ln β versus 1/T	52

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Diagram Cara Kerja	59
LAMPIRAN 2 Pengoperasian Visual Minteq	70
LAMPIRAN 3 Hasil Pengolahan MS. Excel	72



Abstrak
Studi Adsorpsi dan Termodinamika Kompleks Uranium(VI) – Asam Humat
Menggunakan Perangkat Lunak Visual Minteq

Oleh :

Wimbuh Sri Murni

04630046

Pembimbing I. Ir. Muzakky, M.Si.

II. Didik Krisdiyanto, M.Sc.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai konstanta kestabilan ($\log \beta$) kompleks uranium(VI)-HA, isoterm adsorpsi, dan fungsi termodinamika (ΔG , ΔH dan ΔS) menggunakan perangkat lunak Visual Minteq dengan beberapa parameter sebagai *input* pada Visual Minteq : pH, suhu, kuat ion, konsentrasi silika (SiO_2), densitas HA, konsentrasi uranium(VI) awal, dan konsentrasi HA. *Input* diolah dengan Visual Minteq, selanjutnya *output*-nya ditransfer ke Microsoft Office Excel untuk pengolahan data lebih lanjut.

Hasil penelitian menunjukkan $\log \beta$ sebesar 5,163. Isoterm adsorpsi mengikuti isotermis Langmuir dengan energi adsorpsi (E_{ads}) sebesar 49,24 KJ/mol. Nilai ΔG sebesar -29,45 KJ/mol, ΔH sebesar 1,02761 KJ/mol, dan ΔS sebesar 102,26 J/molK. Maka disimpulkan bahwa reaksi adsorpsi tersebut berlangsung secara spontan pada suhu tinggi dan menyerap panas (endotermis). Perangkat lunak Visual Minteq dapat digunakan sebagai sarana penelitian adsorpsi kompleks Uranium(VI) – Asam Humat.

Kata Kunci : kompleks uranium(VI) - asam humat, adsorpsi, konstanta kestabilan, termodinamika, visual minteq

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Teknologi nuklir merupakan teknologi yang tidak asing lagi bagi manusia. Teknologi ini menggunakan unsur radioaktif sebagai bahan utama. Dalam perkembangan teknologi nuklir, unsur-unsur radioaktif dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar nuklir untuk menghasilkan listrik. Selain bermanfaat, ada efek samping yang disebabkan oleh unsur-unsur radioaktif ini yaitu membahayakan lingkungan dan manusia.

Salah satu unsur radioaktif dengan aktivitas tinggi adalah Uranium. Di alam uranium terdapat dalam bentuk isotop-isotop, antara lain : ${}_{92}\text{U}^{238}$, ${}_{92}\text{U}^{235}$, ${}_{92}\text{U}^{234}$, dan sebagainya. Secara kimia unsur uranium di dalam larutan mempunyai 4 jenis kation, masing-masing uranium (III), uranium (IV), uranium (V), dan uranium (VI). Secara kasar uranium (III) dan uranium (V) tidak tahan terhadap oksigen atau udara, sehingga keberadaannya sering tidak dijumpai baik di dalam larutan atau di dalam padatan. Sebaliknya uranium (VI) sangat stabil baik di dalam larutan maupun di dalam padatan, sementara itu uranium (IV) relatif stabil, di dalam larutan yang mengandung asam sulfat meskipun direaksikan dengan udara. Reaksi uranium (IV) di dalam padatan akan menjadi uranium (VI) kalau di dalam lingkungannya cukup banyak oksigen dan pada suhu yang cukup tinggi.¹

¹ Supran Miyatanti, *Penelitian Kimia : Reduksi Uranium (VI) Menjadi Uranium (IV) Dengan Menggunakan Reduktor Timbal* (Yogyakarta : Fakultas MIPA UNY, 1997), Hal. 1.

Keberadaan materi organik di air tanah yang terdapat limbah radioaktif diperkirakan akan memberikan pengaruh nyata terhadap terjadinya migrasi ion logam/radionuklida (MI/RN). Materi organik dari berbagai macam asalnya ini kemudian membentuk koloid dengan rentang konsentrasi yang cukup luas (dari 10^8 sampai lebih dari 10^{12} partikel/l). Tingginya konsentrasi materi organik terlarut di air tanah diperkirakan mampu “menarik” MI/RN yang terserap di batuan/tanah kembali ke air tanah dan membentuk kompleks RN-koloid yang kemudian akan membawa MI/RN tersebut ke biosfer. Akibat adanya kompleksasi tersebut maka diperkirakan total MI/RN *mobile* di larutan akan meningkat.²

Salah satu materi organik tersebut adalah senyawa humat (*humat substance*). Khususnya asam humat (HA). Asam humat dapat berada di tanah, sedimen, batu bara dan deposit alam lainnya, mempunyai spektrum warna yang berkisar dari warna kuning/kekuningan sampai coklat. Struktur formulanya tidak teratur karena merupakan campuran dari bermacam substansi polimer akan membentuk struktur polimer yang panjang, sehingga untuk klasifikasinya didasarkan pada sifat kelarutannya dalam asam-basa. Asam humat akan larut dalam suasana basa dan terendapkan dalam suasana larutan asam. Asam humat yang berasal dari materi organik diperkirakan akan larut dalam air tanah, hal ini menyebabkan asam humat perlu dipertimbangkan dengan baik pada saat analisis keselamatan lingkungan. Asam humat yang memiliki gugus fungsional (-COOH, -OH, dan -NH₂) akan mengikat MI/RN dan membentuk formasi kompleks HA-

² Budi Setiawan, *Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir* (Yogyakarta : Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-BATAN, 2008), Hal. 308.

MI/RN sebagai *mobile* koloid yang bersama dengan aliran air tanah diperkirakan akan membawa radionuklida ke lingkungan.³

Penghilangan uranium dalam limbah cair membutuhkan biaya tinggi dan teknologi yang efektif. Beberapa cara pernah dilakukan oleh para peneliti untuk menghilangkan uranium dalam limbah cair, antara lain : pemisahan membran, pengendapan, pertukaran ion, bioadsorpsi, ekstraksi, reduksi dan sebagainya. Akan tetapi, metode-metode di atas kurang efektif dan membutuhkan biaya banyak. Salah satu metode yang efektif untuk penghilangan uranium dalam limbah cair adalah adsorpsi.⁴

Keberadaan fasilitas laboratorium dan biaya sering menghambat penelitian pengolahan limbah radioaktif. Mengingat logam uranium sangat berbahaya terhadap lingkungan dan manusia karena sinar radioaktifnya, maka diperlukan alternatif pengolahan limbah radioaktif dengan cara permodelan komputer dengan memanfaatkan sebuah perangkat lunak. Perangkat lunak yang digunakan untuk permodelan logam uranium dengan metode adsorpsi adalah Visual Minteq.

Visual minteq merupakan windows versi MINTEQA2 ver 4.0, yang dikeluarkan oleh US EPA tahun 1999 oleh John Petter Gustafsson. MINTEQA2 merupakan sebuah *software* kimia untuk menghitung spesifikasi logam, kesetimbangan kelarutan (*solubility*) dan sebagainya. Visual minteq merupakan perkembangan dari MINTEQA2 supaya mudah digunakan oleh berbagai kalangan. Visual minteq bisa diunduh melalui <http://www.lwr.kth.se/english/OurSoftware/Vminteq/index.htm>. Visual MINTEQ

³ Ibid.

⁴ M. Konstantinou, *et al.*, *Global NEST Journal*, Vol. 9 No. 3 : *Adsorption of Hexavalent Uranium on Dunite* (Cyprus : University of Cyprus, 2007), p. 230.

bisa digunakan untuk mengetahui desain model-model kompleks permukaan (*surface complexation models*), kompleks logam - asam humat, termodinamika, titrasi, adsorpsi, dan sebagainya.

Penelitian ini memanfaatkan sebuah perangkat lunak (*software*) Visual Minteq dalam permodelan adsorpsi dan termodinamika kompleks uranium(VI) – Asam Humat dengan adsorben silika. Pemanfaatan Visual Minteq ini membantu seorang peneliti untuk mengerjakan penelitian lebih mudah dan aman karena Visual Minteq dapat menggantikan fungsi penelitian dalam skala laboratorium. Dari segi keamanan penelitian, pemanfaatan Visual Minteq ini terjamin karena peneliti tidak terlibat kerja dalam laboratorium menggunakan bahan-bahan kimia yang beresiko.

B. Batasan Masalah

Untuk menghindari kemungkinan adanya bermacam asumsi yang timbul dan untuk mempertegas uraian setiap masalah, maka perlu dikemukakan batasan permasalahan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Senyawa yang diadsorpsi (adsorbat) adalah kompleks Uranium(VI) - Asam Humat.
2. Zat pengadsorpsi (adsorben) adalah silika (SiO_2).
3. Menggunakan perangkat lunak Visual Minteq 2.61 untuk pengolahan *input*.
4. Menggunakan Microsoft Excel 2007 untuk pengolahan *output* dari Visual Minteq.

C. Rumusan Masalah

Dari latar belakang permasalahan tersebut dan untuk memberikan kejelasan arah penelitian, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Berapakah nilai konstanta kestabilan ($\text{Log } \beta$) kompleks Uranium(VI) – Asam Humat dengan adsorben silika?
2. Berapakah nilai isoterm adsorpsi kompleks Uranium(VI) – Asam Humat dengan adsorben silika?
3. Bagaimana nilai fungsi termodinamika (ΔH , ΔG , dan ΔS) kompleks Uranium(VI) – Asam Humat dengan adsorben silika?

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menghitung nilai konstanta kestabilan ($\text{Log } \beta$) kompleks Uranium(VI) – Asam Humat dengan adsorben silika.
2. Menghitung nilai isoterm adsorpsi kompleks Uranium(VI) – Asam Humat dengan adsorben silika.
3. Mengetahui nilai fungsi termodinamika (ΔH , ΔG , dan ΔS) kompleks Uranium(VI) – Asam Humat dengan adsorben silika.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pustaka untuk eksperimen dalam menentukan adsorpsi dan termodinamika senyawa kompleks.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Parameter-parameter yang digunakan dalam penelitian adsorpsi dan termodinamika kompleks uranium(VI) – asam humat adalah :
 - a. Konsentrasi Uranium(VI) awal = 5×10^{-6} M
 - b. Konsentrasi silika (SiO_2) = 10^{-7} M
 - c. pH = 4
 - d. Suhu = 298 K
 - e. Kuat Ion = 0,05 M
 - f. Densitas HA = 1,2 site/nm²
 - g. Konsentrasi HA = 0,1 gram/L, 0,2 gram/L, 0,3 gram/L, 0,4 gram/L, dan 0,5 gram/L
2. Konstanta kestabilan kompleks uranium(VI) – asam humat ($\text{Log } \beta$) adalah 5,163. Koefisien distribusi (λ) pada variasi konsentrasi asam humat adalah 1,33041E-08; 3.36938E-09; 1.68380E-09; 1.09220E-09; dan 8.01434E-10.
3. Energi adsorpsi (E_{ads}) = 49,24 KJ/mol.
4. Nilai ΔG = -29,45 KJ/mol, ΔH = 1,02761 KJ/mol, dan ΔS = 102,26 J/molK.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diajukan saran untuk pengembangan lebih lanjut sebagai berikut :

1. Pengaruh parameter-parameter yang lain dalam adsorpsi uranium(VI) oleh mineral dengan adanya asam humat (HA).
2. Perlu dilakukan penelitian adsorpsi uranium(VI) pada sisi aktif asam humat (HA) lebih dari satu.
3. Adsorpsi uranium(VI) dengan asam humat (HA) tanpa mineral.

DAFTAR PUSTAKA

A. Hadyana Pudjaatmaka dkk, 1985, *Vogel II : Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*, PT. Kalman Media Pusaka, Jakarta

Abdul Jalil AA, 2004, *Zat Radioaktif dan Penggunaan Radio Isotop Bagi Kesehatan*, Fakultas Kesehatan Masyarakat - USU, Medan

Adamson, A.W., 1990, *Physical Chemistry of Surface Fourth Edition*, John Wiley and Sons, New York

Anonim, *Uranium Suplemen Volume 1*

Anonim, 2001, *Characteristics of Uranium and Its Compounds*, U.S. Department of Energy Office of Environmental Management Depleted Uranium Hexafluoride Management Program

Ariyanto, DP., 2006, *Ikatan Antara Asam Organik Tanah dengan Logam*, Fakultas Pertanian UNS, Surakarta

Budi Setiawan, 2008, *Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir*, Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-BATAN, Yogyakarta

Caecilia Pujiastuti, 2008, *Jurnal Teknologi Technoscientia : Kajian Penurunan Ion (Cl-, SO₄²⁻, HCO₃⁻) dalam Air Laut dengan Resin Dowex*, Teknik Kimia-UPN, Jawa Timur

Degueldre, C.A., et.al, 1989, *Geochim. Cosmochim Acta 53 : Colloids in Water from a Subsurface Fracture in Granitic Rock*, Grimsel Test Site, Switzerland

George, R.A., et al, 1985, *Humic Substances in Soil, Sediment, and Water : Geochemistry, Isolation, and Characterization*. Chapter Eighteen (Stealink, C. *Implications of Elemental Characteristics of Humic Substances*), John Wiley & Sons Inc, New York

<http://www.lwr.kth.se/english/OurSoftware/Vminteq/index.htm>, diakses 17 Juni

2008

IUPAC Vol. 69, No. 7. 1997, Printed in Great Britain

Johannes, H., 1973, *Kimia Koloid dan Kimia Permukaan Edisi Pertama*, Gadjah Mada Press, Yogyakarta

- Judy, D.W and Lee, R.K., 2006, *Annu. Rev. Microbiol : Uranium Reduction, Biochemistry and Molecular Microbiology & Immunology* University of Missouri-Columbia and Department of Botany and Microbiology and Institute for Energy and the Environment - University of Oklahoma, Norman
- Khan, S.U, 1980, *Pesticides in The Soil Environment*, Elsevier Scientific Publishing Co. Inc, New York
- K.R. Rao, 2001, *General Article CURRENT SCIENCE, VOL. 81, NO. 12 : Radioaktif Waste, The Problems and Its Management*, India
- Lilis Nurhidayah, 2002, *Skripsi : Pemanfaatan Kulit Biji Mete untuk Arang Aktif sebagai Adsorben pada Minimalisasi Limbah Uranium Cair*, STTL – YLH, Yogyakarta
- L. Borůvka, O. Drábek, 2004, *Heavy Metal Distribution between Fractions of Humic Substances in Heavily Polluted Soils*, University of Agriculture in Prague, Czech Republic
- M. Koroleva, 2005, *Dissertation : Basic Studies for The Incorporation of Uranium in Sediments*, Geologie Moskauer Staatliche Lomonosov-Universität, Moskow
- M. Konstantinou, *et al.* , 2007, *Global NEST Journal, Vol. 9 No. 3 : Adsorption of Hexavalent Uranium on Dunite*, University of Cyprus, Cyprus
- Mohammad Samadfam, *et al.*, 1996, *Radiochimica Acta 73 :Complexation Thermodynamics of Sr(II) and Humic Acid*, Hokkaido University, Japan
- _____, 1998, *Journal of Nuclear and Technology, Vol. 35, No. 8 : Effect of pH on Stability Constant of Sr(II)-Humate Complexes*, Hokkaido University, Japan
- _____, 2000, *Journal of Nuclear Science and Technology Vol. 37 No. 2 : Effect of Humic Acid on The Sorption of Sr(II) on Koalinite*, Hokkaido University, Japan
- N. Boujelben, *et al.*, 2008, *Journal of Hazardous Materials 163: Adsorption of Nickel and Copper onto Natural Iron Oxide-Coated Sand from Aqueous Solutions: Study in Single and Binary Systems*, Laboratoire Eau Energie et Environnement, département de génie géologique, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sfax, BP W 3038 Sfax, Tunisia

- Oscik, J., 1982, *Adsorption*, Ellis Horwood Limited, England
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2002 Tentang Pengelolaan Limbah Raioaktif
- PW. Atkins, 1996, *The Elementary of Physical Chemistry, Second Edition*, WH. Freeman and Company, New York
- Risfidian Mohadi, 2004, *Tesis : Imobilisasi Asam Humat Pada Kitin dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Ag (I) dalam Medium Air*, Pascasarjana Ilmu Kimia UGM, Yogyakarta
- Setiana Wiji Lestari, 2007, *Tesis : Studi Sorpsi – Desorpsi dan Ketersediaan Cu(II), Zn(II), Cd(II), dan Hg(II) Pada Simulasi Sistem Perairan Payau*, Pascasarjana Ilmu Kimia-UGM, Yogyakarta
- Supran Miyatanti, 1997, *Penelitian Kimia : Reduksi Uranium (VI) Menjadi Uranium (IV) Dengan Menggunakan Reduktor Timbal*, Fakultas MIPA UNY, Yogyakarta
- Stum, W., and Morgan, J.J., 1996, *Aquatic Chemistry : Chemical equilibria and Rate in Natural Water Third Editions*, John Wiley Inc, New York
- T.V. Swaddle, *Inorganic Chemistry : an Industrial and Environment Perspective* Academic Press, London