

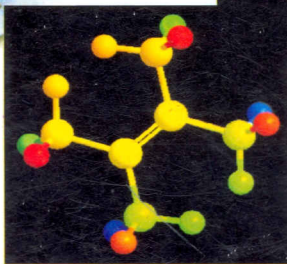
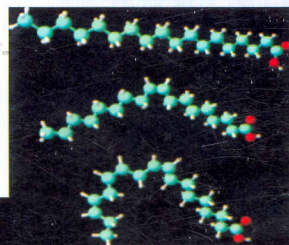
BOOKLET

SEMINAR NASIONAL KIMIA

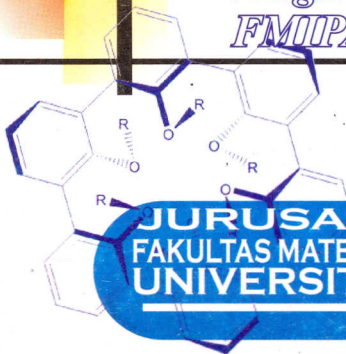
18 November 2006
Ruang Sidang Rektorat UNY



**PERAN KIMIA, PENDIDIKAN KIMIA DAN
INDUSTRI KIMIA DALAM PEMBANGUNAN
YANG BERWAWASAN LINGKUNGAN**



*Seminar ini diselenggarakan dalam
rangka Dies-Natalis Jurdik Kimia
FMIPA UNY ke-50*



JURUSAN PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

3. Ruang C (Bidang Kimia Fisika dan makalah terkait)

No	Kode	Judul	Pemakalah
1	C1	Pemanfaatan Minyak Jarak (Castor Oil) Hasil Oksidasi sebagai Monomer dalam Sintesis Poliuretan	Eli Rohaeti , Suharto, Crys Fajar P, Susila K Jurdik Kimia FMIPA UNY
2	C2	Perancangan Kondensor untuk Mengembungkan Uap n-propanol	Endang Dwi Siswani W Jurdik Kimia FMIPA UNY
3	C3	Efek pH Terhadap Kemampuan Adsorpsi Kitosan dengan Logam	Endang Widjajanti LFX, AK. Prodjo S, Jaslin Ikhsan Jurdik Kimia FMIPA UNY
4	C4	Densitas Produk <i>Hydrocracking Oil Shudge</i> dengan Katalis Ni-Monmorillonit Terpilar Al_2O_3	Hasanudin ¹ , Karna Wijaya ² , Desneli ¹ , Windra Sulaiman ¹ FMIPA UNSRI FMIPA UGM
5	C5	Reaksi Kimia Berosilasi Model Belousov Zhabotinsky	Heru Pratomo Al. Jurdik Kimia FMIPA UNY
6	C6	Perilaku Viskositas Gas Biner Bereaksi	I.G. Made Sanjaya UNESA
7	C7	Sifat Termodinamik Sistem Biner Metanol-Air	Isyana SYL Jurdik Kimia FMIPA UNY
8	C8	Penentuan Reaksi Protonasi dan Deprotonasi Molekul Organik Serta Konstanta Keseimbangan Reaksinya dengan Titrasi Potensiometri	Jaslin Ikhsan Kimia FMIPA UNY jikhsan@yahoo.com
9	C9	Penggunaan Katalis Montmorillonit Teraktivasi Asam Sulfat (MTAS) pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah Sawit	Karna Wijaya, Sri Sudiono, Suyanto, Aep Saefudin Jur.Kimia FMIPA UGM
10	C10	The Reliability of Unified Equation of State as Thermodynamic Equation of State by Using Exact Differential Properties of Internal Energy Change	M. Utoro Yahya Jur. Kimia FMIPA UGM
11	C11	Derajat Peggembungan Hidrogel <i>Superabsorbent</i> Akrilamida/Natrium Akrilat yang dibuat Menggunakan <i>Crosslinker</i>	Suwardi Jurdik Kimia FMIPA UNY

C-8

PENENTUAN REAKSI PROTONASI DAN DEPROTONASI MOLEKUL ORGANIK SERTA KONSTANTA KESETIMBANGAN REAKSINYA DENGAN TITRASI POTENSIOMETRI

Jaslin Ikhsan
Jurdik Kimia FMIPA UNY

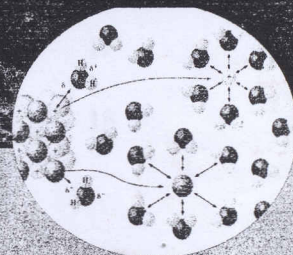
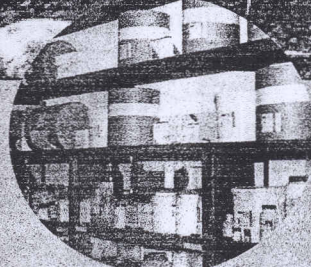
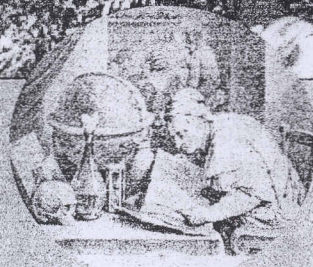
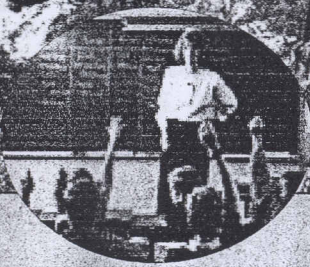
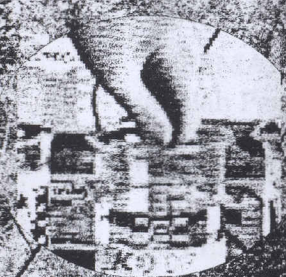
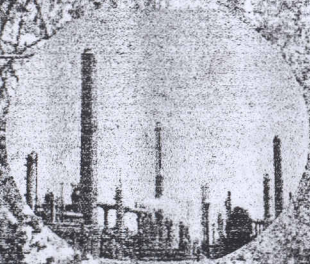
Abstrak

Kajian ini berusaha untuk memaparkan penggunaan titrasi potensiometri dalam penentuan konstanta kesetimbangan reaksi protonasi-deprotonasi molekul organik. Titrasi potensiometri merupakan suatu metode yang ekonomis dan mudah dilaksanakan. Dengan titrasi potensiometri, jumlah ion H^+ yang diikat atau dilepaskan oleh molekul yang dititrasi sebagai fungsi pH dapat dipantau. Jumlah ion H^+ tersebut merupakan jumlah ion H^+ yang bereaksi pada setiap harga pH yang teramati. Karena konsentrasi awal molekul yang dititrasi diketahui, maka konsentrasi masing-masing komponen baik reaktan maupun produk dapat diketahui. Oleh karena itu, dengan bantuan *software* komputer seperti: GRFIT, FITEQL, atau CD-MUSIC, data tersebut dapat dimodel melalui optimasi dan iterasi parameter tertentu untuk menentukan reaksi protonasi dan deprotonasi serta konstanta kesetimbangan reaksi. Semua *software* computer tersebut memang disusun untuk menyelesaikan permasalahan spesiasi dan konstanta kesetimbangan.

Kajian ini menyimpulkan bahwa reaksi protonasi dan deprotonasi serta konstanta kesetimbangan reaksi dapat ditentukan dengan teliti menggunakan metode titrasi potensiometri. Ketelitian ini dapat dilihat dari hasil model baik reaksi maupun konstanta kesetimbangan yang mirip dan tidak berbeda secara signifikan dengan hasil yang diperoleh dengan metode lain.

Kata kunci: *titrasi potensiometri; reaksi protonasi dan deprotonasi; konstanta kesetimbangan; molekul organik.*

PROSIDING SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA



TEMA:

Peran Kimia, Pendidikan Kimia, Dan Industri Kimia
Dalam Pembangunan Yang Berwawasan Lingkungan
Yogyakarta, 18 November 2006

ISBN: 979-98-1174-0

Diselenggarakan dalam rangka
Dies Natalis ke - 50
Jurdik Kimia - FMIPA
UNY



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2006

Penentuan Reaksi Protonasi dan Deprotonasi Molekul Organik serta Konstanta Kesetimbangan Reaksinya dengan Titrasi Potensiometri

Jaslin Ikhsan

Kimia FMIPA UNY Yogyakarta

jikhsan@yahoo.com

ABSTRAK

Kajian ini berusaha untuk memaparkan penggunaan titrasi potensiometri dalam penentuan konstanta kesetimbangan reaksi protonasi-deprotonasi molekul organik. Titrasi potensiometri merupakan suatu metode yang ekonomis dan mudah dilaksanakan. Dengan titrasi potensiometri, jumlah ion H^+ yang diikat atau dilepaskan oleh molekul yang dititrasi sebagai fungsi pH dapat dipantau. Jumlah ion H^+ tersebut merupakan jumlah ion H^+ yang bereaksi pada setiap harga pH yang teramati. Karena konsentrasi awal molekul yang dititrasi diketahui, maka konsentrasi masing-masing komponen baik reaktan maupun produk dapat diketahui. Oleh karena itu, dengan bantuan *software* komputer seperti: GRFIT, FITEQL, atau CD-MUSIC, data tersebut dapat dimodel melalui optimasi dan iterasi parameter tertentu untuk menentukan reaksi protonasi dan deprotonasi serta konstanta kesetimbangan reaksi. Semua *software* computer tersebut memang disusun untuk menyelesaikan permasalahan spesiasi dan konstanta kesetimbangan.

Kajian ini menyimpulkan bahwa reaksi protonasi dan deprotonasi serta konstanta kesetimbangan reaksi dapat ditentukan dengan teliti menggunakan metode titrasi potensiometri. Ketelitian ini dapat dilihat dari hasil model baik reaksi maupun konstanta kesetimbangan yang mirip dan tidak berbeda secara signifikan dengan hasil yang diperoleh dengan metode lain.

Kata kunci: titrasi potensiometri; reaksi protonasi dan deprotonasi; konstanta kesetimbangan; molekul organik.

ABSTRACT

This paper aims to describe the use of potentiometric titration to determine equilibrium constants of protonation-deprotonation reactions of organic molecules. Potentiometric titration is a method that is economic and easy to do. By use of the titration, the amount of H^+ ions bound or released by molecule, indicating the amount of H^+ ions reacting, as a function of pH can be observed. Since initial concentration of titrated molecule is known, concentration of the others whether reactants or products can be calculated. Therefore, protonation or deprotonation reaction of the molecule together with their equilibrium constants can be determined by optimizing and iterating chosen parameters using a software computer, such as GRFIT, FITEQL or CD-MUSIC, a computer program for solving speciation problems and evaluation of equilibrium constants.

This paper suggest that protonation-deprotonation reactions and equilibrium constants can be determined carefully by potentiometric titrations. The evidence of good results from this method can be seen from reactions and equilibrium constants which are not different significantly to those from some other methods.

Keywords: potentiometric titration, protonation and deprotonation reactions, equilibrium constants, organic molecule.

Disampaikan dalam Seminar Nasional Kimia dengan tema “Peran Kimia, Pendidikan Kimia dan Industri Kimia pada Pembangunan Berwawasan Lingkungan” yang diselenggarakan oleh Jurdik Kimia FMIPA UNY pada tanggal 18 November 2006 di Yogyakarta



PENDAHULUAN

Banyak manfaat yang dapat dipetik dari pengetahuan akan besarnya Konstanta kesetimbangan. Suatu contoh, dengan pengetahuan harga K akan dapat ditentukan sejauh mana suatu reaksi dapat terjadi. Dalam reaksi protonasi dan deprotonasi molekul organik, harga K dapat dijadikan ukuran sejauh mana molekul tersebut dapat mengalami protonasi atau deprotonasi. Dengan harga K ini juga, distribusi spesies sebagai fungsi pH dapat digambarkan. Dengan gambaran distribusi spesies ini, kemungkinan kompleks yang terjadi antara kation logam bivalen dan ligan 8-hidroksi-quinolin dapat diprediksikan (Etty Yuliana 2006, Fauziah Rahmani 2006).

Konstanta kesetimbangan dipengaruhi oleh aktivitas (a). Hubungan antara aktivitas dengan konsentrasi adalah $a = c \cdot \gamma$ dengan γ adalah koefisien aktivitas. Biasanya koefisien aktivitas diabaikan dengan asumsi harga $\gamma = 1$ sehingga nilai aktivitas sama dengan konsentrasi (Sukardjo, 1992: 101), namun dalam penelitian yang mereka lakukan, koefisien aktivitas dipertimbangkan dengan menambahkan elektrolit pendukung. Pentingnya elektrolit pendukung dalam proses adsorpsi telah diteliti oleh Spark, Wells, and Johnson (1995).

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan konstanta kesetimbangan, misalnya spektroskopi, analisis radioisotop, dan titrasi potensiometri. Titrasi potensiometri adalah metode yang murah, cepat dilakukan, dan mudah dioperasikan, serta dapat digunakan untuk mengukur aktivitas zat. Titrasi potensiometri baik juga digunakan untuk menitrasi zat-zat yang berwarna atau larutan-larutan keruh. Apabila dibandingkan dengan cara lain, metode titrasi potensiometri memiliki beberapa keuntungan (Suyono Wiryoatmojo, 1988) antara lain:

1. Dapat digunakan untuk larutan-larutan berwarna yang jika dititrasi dengan cara biasa sulit untuk menentukan perubahan warna
2. Titrasi potensiometri sangat diperlukan bila tidak ditemukan indikator yang cocok
3. Dapat digunakan untuk titrasi dalam media bebas air
4. Menghilangkan fakta subjektif dalam menentukan perubahan warna indikator yang cocok dan tidak diperlukan lagi koreksi indikator blanko
5. Titrasi potensiometri dapat digunakan untuk titrasi asam basa, pengendapan, kompleks, dan reduksi-oksidasi.

Penentuan konstanta kesetimbangan reaksi dapat dilakukan dengan menganalisis data titrasi yang diperoleh dari eksperimen dengan menggunakan *software* komputer; seperti GRFIT (Ludwig, 1992), FITEQL (Westall, 1982), atau *Charge Distribution Multisite Complexation (CD-MUSIC)* model (Hiemstra and van Riemsdijk, 1996). Semua *software* tersebut sudah dimanfaatkan secara luas untuk menentukan spesiasi dan evaluasi konstanta kesetimbangan. Sebagai contoh, penelitian Jaslin Ikhsan *et al.* menentukan reaksi hidrasi serta Konstanta kesetimbangan molekul organik: asam aspartat (2004), 2-, 3-, 4-aminopiridin (2005a), dan 3-amino-1,2,4-triazole (2005b) serta menelaah proses adsorpsi molekul-molekul tersebut oleh mineral lempung melalui modeling data titrasi dengan bantuan GRFIT.

Kajian ini mengemukakan masalah yang dirumuskan seperti ini: "dapatkah titrasi potensiometri dimanfaatkan sebagai metode untuk menentukan reaksi protonasi dan deprotonasi molekul organik dan konstanta kesetimbangan reaksi dengan bantuan *software* komputer, dan seberapa tinggi hasil yang diperoleh?"

PEMBAHASAN

1. Konstanta kesetimbangan

Harga konstanta kesetimbangan adalah ukuran seberapa jauh reaksi akan berlangsung. Kebanyakan dari reaksi kimia tersebut bersifat *reversibel*. Untuk suatu

kondisi eksperimental tertentu harus diketahui sampai seberapa jauh reaksi akan berlangsung dan pada arah yang mana (maju atau mundur) sebelum reaksi tersebut dapat digunakan dalam analisis kimia. Apabila dalam suatu reaksi kimia konsentrasi makroskopis dari reaktan dan produk tidak berubah dengan waktu, maka sistem tersebut dianggap berada dalam kesetimbangan (Fernando dkk. 1997). Kesetimbangan mengacu pada keadaan saat proses ke kanan dan ke kiri berlangsung dengan kecepatan yang sama dan tak ada lagi perubahan bersih yang terjadi (misalnya, jumlah pereaksi dan hasil tak berubah di sepanjang waktu).

Konstanta kesetimbangan menjelaskan hubungan antara konsentrasi (atau tekanan parsial dalam kasus tertentu) dari molekul-molekul dalam sistem yang setimbang. Nilai numeris dari konstanta tidak tergantung pada bagaimana kesetimbangan tercapai. Konstanta kesetimbangan suatu reaksi kimia dapat dinyatakan dalam aktivitas atau konsentrasi spesies-spesies yang berpartisipasi dalam reaksi kesetimbangan tersebut. Jenis konstanta kesetimbangan kimia yang biasanya digunakan adalah: konstanta disosiasi asam (K_a) atau harga K_b yang bersesuaian dimana $K_a \times K_b = K_w$, hasil kali kelarutan (K_{sp}), konstanta pembentukan kompleks (K_f), konstanta kesetimbangan reaksi reduksi-oksidasi, atau harga potensial elektrode standart (E) yang bersesuaian (Fernando dkk. 1997).

Persamaan reaksi dalam larutan secara umum:



mempunyai harga konstanta kesetimbangan konsentrasi:

$$K = \frac{[C]^r [D]^s}{[A]^p [B]^q}$$

keterangan:

- K : konstanta kesetimbangan konsentrasi
- p,q : koefisien pereaksi
- r,s : koefisien hasil reaksi
- [A] : konsentrasi kesetimbangan zat A dalam satuan molar
- [B] : konsentrasi kesetimbangan zat B dalam satuan molar
- [C] : konsentrasi kesetimbangan zat C dalam satuan molar
- [D] : konsentrasi kesetimbangan zat D dalam satuan molar

Harga konstanta kesetimbangan aktivitas, K_a untuk persamaan reaksi (1) di atas (Sukardjo, 1992: 101) dinyatakan sebagai berikut:

$$K_a = \frac{[a_C]^r [a_D]^s}{[a_A]^p [a_B]^q}$$

Konsentrasi tidak sama dengan aktivitas, oleh karena itu diperlukan persamaan yang menyatakan hubungan dari keduanya, yaitu:

$$a = c\gamma$$

keterangan:

- a = aktivitas
- c = konsentrasi (molar)
- γ = koefisien aktivitas

Oleh karena itu, dalam beberapa penelitian dengan titrasi yang telah dikaji mempertimbangkan koefisien aktivitas dengan cara menambahkan elektrolit pendukung dalam setiap eksperimen yang melibatkan larutan. Hubungan antara koefisien aktivitas dan kekuatan ion dinyatakan oleh persamaan:

$$\log \gamma_i = -A \left[\left(\frac{\sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}} \right) - CI \right] \times z_i^2$$

Dimana:

γ_i : koefisien aktivitas spesies i

A : suatu konstan (A=0,509 untuk H₂O pada 25 °C)

C : suatu konstan (C=0,300 untuk H₂O pada 25 °C)

I : elektrolit pendukung, yang besarnya ditentukan dengan rumusan berikut:

$$I = \frac{1}{2} \sum_i C_i Z_i^2$$

Dengan:

Σ_i = jumlah semua spesies dalam larutan

C_i = konsentrasi spesies i

z_i = muatan dari spesies i.

2. Titrasi Potensiometri

Potensiometri merupakan metode analisis kimia berdasarkan hubungan antara potensial elektrode relatif dengan konsentrasi larutan dalam suatu sel kimia. Metode ini berguna untuk menentukan titik setara suatu titrasi secara instrumental sebagai pengganti indikator visual, misalnya pada titrasi-titrasi asam basa, reduksi-oksidasi, kompleksometri, dan pengendapan (Sumar Hendayana, 1994).

Alat-alat yang digunakan dalam metode potensiometri adalah elektroda pembanding, elektroda indikator, dan alat pengukur potensial. Elektroda pembanding adalah suatu elektroda yang harga potensial setengah selnya diketahui, konstan dan tidak peka terhadap larutan yang dianalisis, contohnya elektroda kalomel. Elektroda indikator, potensialnya bergantung pada konsentrasi larutan yang dianalisis, contoh elektroda kaca. Elektroda indikator dibagi menjadi dua kategori yaitu elektroda logam dan elektroda membran.

Titrasi potensiometri melibatkan pengukuran perbedaan potensial antara elektroda indikator dan elektroda pembanding selama titrasi. Selisih potensial tersebut diukur dengan potensiometer atau pH-meter. Hal ini karena nilai pH berbanding langsung dengan beda potensial suatu larutan. pH-meter adalah alat yang dapat digunakan untuk mengukur pH suatu larutan, selain itu dapat juga digunakan untuk mengikuti titrasi asam-basa atau menentukan titik akhir titrasi asam-basa pengganti indikator. Alat ini dilengkapi dengan elektroda kaca dan elektroda kalomel atau gabungan dari keduanya (elektroda kombinasi).

Setiap titrasi (titrasi asam-basa, titrasi kompleksometri, titrasi pengendapan atau titrasi reduksi-oksidasi) dapat diikuti secara potensiometri dengan bantuan elektroda indikator dan elektroda yang sesuai. Kurva titrasi diperoleh dengan menggambarkan grafik potensial terhadap volume pentiter yang ditambahkan, mempunyai kenaikan yang tajam di sekitar titik kesetaraan, dan dari grafik ini dapat diperkirakan titik akhir titrasi. Harga potensial yang diukur dapat diubah sedemikian rupa sehingga dapat disajikan sebagai harga pH, pM atau pE (Harrizul Rivai, 1995).

Potensiometri termasuk salah satu metode elektrokimia. Dalam analisis elektrokimia, elektrolit pendukung atau elektrolit medium biasanya ditambahkan. Elektrolit pendukung ini biasanya mempunyai konsentrasi yang lebih besar dari zat elektroaktif yang akan diukur. Elektrolit yang ditambahkan dapat kalium nitrat atau kalium klorida. Ion kalium tereduksi pada potensial yang sangat negative sehingga tidak akan menyebabkan interferensi. Elektrolit ini sengaja ditambahkan untuk memperoleh

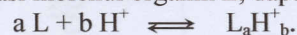
kondisi optimum pada proses analisis, misalnya untuk mempertahankan pH, mencegah terjadinya interferensi dengan cara pengomplekan beberapa zat tertentu.

3. Penentuan Konstanta Kesetimbangan

Beberapa penelitian yang dikaji untuk pembahasan di sini mengemukakan bahwa konstanta kesetimbangan dapat ditentukan melalui modeling data titrasi larutan molekul organik dengan konsentrasi tertentu dan dengan elektrolit pendukung dengan konsentrasi tertentu pula (Etty Yuliana 2006, Fauziah Rahmani 2006, Johariyah 2006, Yuni Lestari 2006). Data titrasi yang telah dikumpulkan, diplot dalam grafik hubungan antara pH dengan konsentrasi ion H^+ yang ditambahkan.

Dalam titrasi potensiometri, misalnya asam HA dititrasi oleh KOH, maka besarnya volum KOH yang ditambahkan, pH di saat setimbang, dan konsentrasi ion H^+ yang ditambahkan dapat diketahui. Jika konsentrasi ion H^+ yang ditambahkan lebih besar dari konsentrasi ion H^+ yang terukur oleh pH, maka molekul organik yang dititrasi mengikat H^+ . Sebaliknya, jika H^+ yang terukur oleh pH lebih besar dari yang ditambahkan, maka molekul yang dititrasi melepaskan ion H^+ . Grafik hubungan antara pH dengan konsentrasi H^+ yang ditambahkan berupa garis non-linier yang menggambarkan banyaknya ion H^+ yang diikat atau dilepaskan oleh suatu molekul organik untuk setiap harga pH yang diamati. Persamaan yang menggambarkan hubungan non linier antara pH (sumbu X) dan ion H^+ yang ditambahkan (sumbu Y) melibatkan konstanta kesetimbangan reaksi yang kemudian ditentukan dengan cara optimasi.

Penentuan konstanta kesetimbangan dilakukan dengan cara mengoptimasi dua variable: reaksi dan konstanta kesetimbangan reaksi tersebut. Kedua variable tersebut merupakan dua variable yang saling tergantung, dan tidak dapat ditentukan secara bersama-sama. Oleh karena itu, dalam pemodelan data titrasi untuk penentuan reaksi dan konstanta reaksinya, dilakukan penetapan salah satu variable yang tidak dioptimasi. Variabel pertama, yaitu reaksi merupakan variable yang biasanya ditetapkan berdasarkan logika, teori, kajian, serta penelitian-penelitian sebelumnya. Sebagai contoh, reaksi protonasi molekul organik L, dapat dirumuskan sebagai berikut:



Jika harga koefisien reaksi a dan b sudah ditentukan, maka hanya ada satu variable bebas yang perlu dioptimasi, yaitu variable konstanta kesetimbangan, K. Harga K untuk harga a dan b masing-masing 1 dapat dirumuskan sebagai berikut:

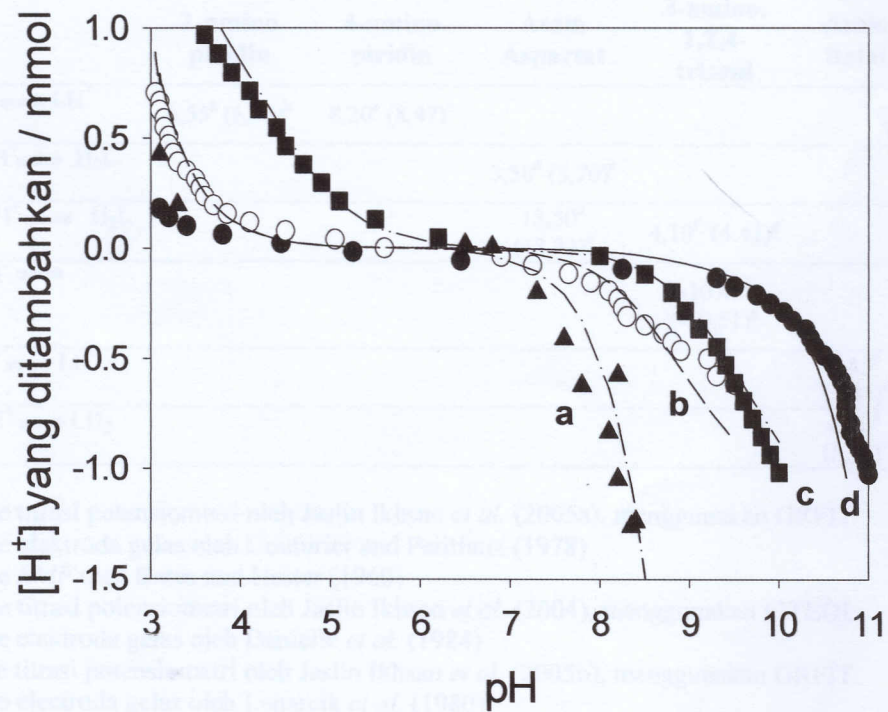
$$K = \frac{[LH^+]}{[L][H^+]}$$

Besarnya konsentrasi awal L yang dititrasi diketahui. Dengan menggunakan perhitungan, konsentrasi masing-masing spesies di saat setimbang tergantung pada harga K. Jika berdasarkan data titrasi, harga K pada satu pH tertentu dioptimasi, dan ditemukan suatu harga pH yang diperoleh dari titrasi tersebut. Satu harga K yang *fit* untuk semua harga pH dari titrasi menunjukkan dapat diterimanya reaksi dan konstanta kesetimbangan yang diusulkan. Sebaliknya, ketidakcocokan harga K menunjukkan tidak diterimanya reaksi yang diusulkan atau konstanta kesetimbangan yang diperoleh. Oleh karena itu, perlu diujicoba lagi dengan mengubah-ubah harga koefisien reaksi a dan b.

Hasil beberapa penelitian yang terkait dengan penentuan konstanta kesetimbangan dengan metode titrasi ini diberikan dalam Gambar 1. Reaksi dan Kostanta kesetimbangannya yang diperoleh dari pemodelan data titrasi dalam Gambar 1 tersebut dicantumkan dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Rangkuman parameter dari pemodelan data titrasi dalam Gambar 1.

Reaksi	Kostanta kesetimbangan, log K		
	akridin	9-aminoakridin	8-hidroksi-kuinolin
$LH^+ + OH^- \rightleftharpoons L$	-8.844		
$L + H^+ \rightleftharpoons LH^+$		2,382	
$L + OH^- \rightleftharpoons L(OH^-)$		-9,271	
$LH + H^+ \rightleftharpoons LH_2^+$			4,65
$LH + OH^- \rightleftharpoons L^- + H^+$			-10.00



Gambar 1. Data titrasi yang dilakukan oleh (a) Jaslin Ikhsan dkk. (2006) terhadap larutan 9-aminoakridin 1×10^{-2} M, (b) Yuni Lestari (2006) terhadap larutan akridin 1×10^{-2} M, (c) Fauziah Rahmani (2006) terhadap larutan 8-hidroksi-kuinolin 1×10^{-4} M, dan (d) Yuni Lestari (2006) terhadap larutan akridin 1×10^{-4} M, dimana symbol adalah data titrasi sedang garis merupakan hasil hitung dengan parameter yang diberikan dalam Tabel 1. Elektrolit pendukung yang digunakan dalam penelitian ini adalah KNO_3 5×10^{-3} M.

Penentuan Kostanta kesetimbangan reaksi protonasi dan deprotonasi molekul di atas dilakukan melalui pemodelan dengan bantuan *software* komputer GRFIT (Ludwig 1992). Garis yang dihasilkan oleh pemodelan dapat *fit* baik terhadap data titrasi, yang berarti reaksi dan Kostanta kesetimbangan yang diusulkan (tercantum dalam Tabel 1) adalah hasil yang paling nyata. Sayangnya, hasil-hasil penelitian ini tidak disertai dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya sebagai perbandingan. Namun demikian, banyak penelitian yang telah menggunakan metode ini menghasilkan reaksi dan Kostanta kesetimbangan reaksi yang dekat dan mirip dengan hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode lainnya. Contoh-contoh hasil tersebut diberikan dalam Tabel 2, di mana angka yang ditulis dalam kurung merupakan harga Kostanta kesetimbangan reaksi dari penelitian dengan metode lain.

Tabel 2. Perbandingan Kostanta kesetimbangan reaksi yang diperoleh dari titrasi potensiometri dan dari metode lain

Reaksi	Kostanta kesetimbangan, log K				
	2-amino piridin	4-amino piridin	Asam Aspartat	3-amino, 1,2,4- triazol	Asam ftalat
$L + H^+ \rightleftharpoons LH^+$	6,55 ^a (6,73) ^b	8,20 ^a (8,47) ^c			
$HL^- + H^+ \rightleftharpoons H_2L$			3,50 ^d (3,70) ^e		
$L^{2-} + 2H^+ \rightleftharpoons H_2L$			13,50 ^d (13,33) ^e	4,10 ^f (4,41) ^g	
$L + OH^- \rightleftharpoons$ $L(OH)^-$				-10,40 ^f (-10,51) ^g	
$L^{2-} + H^+ \rightleftharpoons LH^-$					5,15 ^h (5,41) ⁱ
$L^{2-} + 2H^+ \rightleftharpoons LH_2$					8,23 ^h (8,36) ⁱ

^a metode titrasi potensiometri oleh Jaslin Ikhsan *et al.* (2005a), menggunakan GRFIT

^b metode elektroda gelas oleh Couturier and Petitfaux (1978)

^c metode *EMF* oleh Bates and Hester (1960)

^d metode titrasi potensiometri oleh Jaslin Ikhsan *et al.* (2004), menggunakan FITEQL.

^e metode elektroda gelas oleh Danielle *et al.* (1984)

^f metode titrasi potensiometri oleh Jaslin Ikhsan *et al.* (2005b), menggunakan GRFIT.

^g metode elektroda gelas oleh Lenarcik *et al.* (1980)

^h metode titrasi potensiometri oleh Angove *et al.* (2002), menggunakan GRFIT

ⁱ metode elektroda gelas oleh DeRobertis *et al.* (1980).

PENUTUP

Berdasarkan kajian terhadap beberapa artikel yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa:

- Titrasi potensiometri merupakan metode yang mudah dan murah untuk menentukan reaksi protonasi-deprotonasi molekul organik, dan untuk menentukan Kostanta kesetimbangan reaksi-reaksi tersebut.
- Sebagian besar molekul organik dapat ditentukan reaksi protonasi-deprotonasi dan Kostanta kesetimabngannya dengan metode titrasi potensiometri,

Penentuan Reaksi Protonasi.....

- c. Hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode potensiometri ini sangat baik dan teliti, dan terbukti sangat dekat dengan hasil yang ditentukan dengan metode-metode lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Angove, M. J., Fernandes, M.B. and Jaslin Ikhsan. (2002). The Sorption of Anthracene onto Goethite and Kaolinite in the Presence of Some Benzene Carboxylic Acids, *J. Colloid Interface Sci.* 247, 1.
- Bates, R. and Hester, H. (1960). *J. Res. Nat. Bur. Stand.*, 64, 427.
- Couturier, Y and Petitfaux, C. (1978). *Bull. Soc. Chim. Fr.*, I, 453.
- Day A.R., Jr dan Underwood A.L. (2002). *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga
- Danielle, P. G., Amico, P. And Ostacoli, G.. (1984). Ternary Cu(II) Surface Complex Formation with L-Noradrenalin and Glycine, L-Alanine, L-Arginine, L-Ornithine, L-Aspartic and L-Glutamic Acids in Aqueous Solution, *Annali di Chimica*, 74, 105.
- DeRobertis, A., De Stefano, C., Rigano, C., and Sammartano, S. (1990). Thermodynamics Parameters for the Protonation of Carboxylic Acids in Aqueous Tetraethylammonium Iodide Solutions, *J. of Solution Chem.*, 19, 569.
- Etty Yuliana. (2006). Penentuan Konstanta Kestabilan Kompleks Ion Logam Co(II), Mn(II), Pb(II) dengan Ligan 8-Hidroksikuinolin Secara Titrasi Potensiometri, (Skripsi), Yogyakarta: FMIPA UNY Yogyakarta.
- Fauziah Rahmani. (2006). Penentuan Konstanta Kestabilan Kompleks Ion Logam Tembaga(II), Seng(II), atau Nikel(II) dengan 8-Hidroksikuinolin Secara Titrasi Potensiometri, (Skripsi), Yogyakarta: FMIPA UNY Yogyakarta.
- Fernando, Quintus and Ryan, Michael. D. (1997). Terjemahan Wisnu Susetyo. *Kimia Analitik Kuantitatif*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 18.
- Harrizul Rivai. (1995). *Asas Pemeriksaan Kimia*. Jakarta: UI Press, 385.
- Hiemstra, T. and van Riemsdijk, W. H. (1996). A Surface Structural APPROACH TO Ion Adsorption: The Charge Distribution (CD) Model. *Journal of Colloid and Interface Science*, 179, 488.
- Jaslin Ikhsan, Johnson, B.B., Wells, J.D., and Angove, M.J. (2004). Adsorption of Aspartic acid on Kaolinite. *Journal of Colloid and Interface Science*. 273, 1
- Jaslin Ikhsan, Angove, M.J., Wells, J.D., and Johnson, B.B. (2005a). Surface Complexation Modeling of the Sorption of 2-,3-,and 4-aminopyridine by Montmorillonit. *Journal of Colloid and Interface Science*. 284, 383

- Jaslin Ikhsan, Wells, J.D., Johnson, B.B., and Angove, M.J. (2005b). Sorption of 3-amino-1,2,4-triazole and Zn(II) Onto Montmorillonite. *Journal of Colloid and Interface Science*. 53, 137.
- Jaslin Ikhsan, Endang Widjajanti LFX, Sunarto. (2006). Studi tentang Mekanisme Reaksi pada Adsorpsi Molekul Zat Warna oleh Mineral Lempung, Yogyakarta: FMIPA UNY Yogyakarta.
- Johariyah. (2006). Titrasi Potensiometri dalam Penentuan Konstanta Kesetimbangan pada Adsorpsi Zat Warna 9-Amino Akridin oleh Montmorillonite, (Laporan Penelitian Fundamental Dirjen DIKTI DEPDIKNAS), Yogyakarta: FMIPA UNY Yogyakarta.
- Lenarcik, B., Kurdziel, K. and Gabryszewski, M. (1980), Stability and Structure of Transition Metal Complexes with Azoles in Aqueous Solution-XXII: Complexing Behaviour of 3-amino-1,2,4-triazole and 4-amino-1,2,3-triazole, *Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry*, 42, 587.
- Ludwig, C. (1992). *GRFIT-A computer Program for Solving Speciation Problems: Evaluation of Equilibrium Constants, Concentration and other Physical Parameter*. Switzerland: University of Berne
- Spark, K.M., Wells, J.D., and Johnson, B.B. (1995). Characterizing Trace Metal Adsorption on Kaolinite. *European J. Soil Science*. 46, 633
- Sukardjo. (1992). *Kimia Fisika*. Jakarta: Rineka Cipta
- Sumar Hendayana. (1994). *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang: IKIP Semarang Press, 1.
- Suyono Wiryatmojo. (1988). *Kimia Fisika I*. Jakarta: Dirjen Pendidikan Tinggi PPPLPTK, 1988, 248.
- Westall, J. And Hohl, H. (1980). A Comparison of Electrostatic Models for the Oxide solution Interface. *Advanced in Colloid Interface Science*. 12, 265
- Yuni Lestari. (2006). Titrasi Potensiometri dalam Penentuan Konstanta Kesetimbangan Reaksi pada Adsorpsi Zat Warna Akridin oleh Kaolinit, (Skripsi), Yogyakarta: FMIPA UNY Yogyakarta