

PEMBINAAN ELEKTROD PEMILIH ION PLUMBUM(II) BERASASKAN
MEMBRAN PVC DENGAN MENGGUNAKAN KURKUMIN
SEBAGAI IONOPOR

WALDO SUALIN

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
DENGAN KEPUJIAN

PROGRAM KIMIA INDUSTRI
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORAING PENGETAHUAN STATUS TESIS@

JUDUL: PEMBINAAN ELEKTROD PEMILIH ION Pb(II) BERASASKAN MEMBRAN PVC DENGAN MENGGUNAKAN KURKUMIN SEBAGAI IONOPOR

Ijazah: SARJANA MUDA DENGAN KEPUYIAN (KIMIA INDUSTRI)

SESI PENGAJIAN: 2004 / 2005

Saya WALDO SUALIN

(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)

SULIT

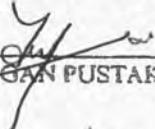
(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh


(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

EN. JAHIMIN ASIK

Nama Penelia

Tarikh: 27/04/2007

Alamat Tetap: d/a SUALIN SANGAY
KOOPERATIF PEMBANGUNAN DESA, 86,
88998, KOTA LINABALU

Tarikh: 27/04/2007

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dinyatakan sumbernya.

APRIL, 2007

WALDO SUALIN

HS2004-4114

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

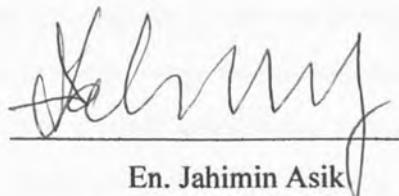


UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

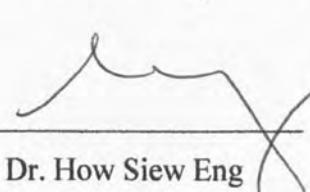
PENGESAHAN

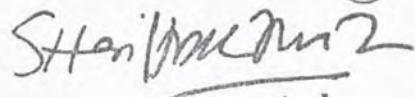
NAMA: WALDO SUALIN

TAJUK: PEMBINAAN ELEKTROD PEMILIH ION Pb(II) BERASASKAN
MEMBRAN PVC DENGAN MENGGUNAKAN KURKUMIN
SEBAGAI IONOPOR


En. Jahimin Asik


Prof. Madya Dr. Marcus Jopony


Dr. How Siew Eng


DEKAN

Sekolah Sains dan Teknologi

APRIL, 2007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Saya bersyukur kepada Tuhan kerana akhirnya disertasi ini berjaya disiapkan mengikut tempoh yang ditetapkan. Pada kesempatan ini saya juga ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih kepada penyelia saya En. Jahimin Asik yang telah banyak memberi tunjuk ajar, dorongan serta kritikan yang membina kerana tanpa usaha daripada beliau disertasi ini mungkin tidak dapat disiapkan mengikut tempoh masa yang telah ditetapkan. Sekalung penghargaan serta ucapan terima kasih juga saya tujukan kepada pembantu makmal Program Kimia Industri En Samudi Bin Surag dan En. Sani Bin Gorudin yang telah berusaha menyediakan keperluan-keperluan makmal untuk kajian ini. Terima kasih juga kepada kedua ibubapa dan keluarga yang mendoakan kejayaan saya serta rakan-rakan seperjuangan yang juga telah banyak membantu. Akhir kata, kepada mereka yang terlibat sama ada secara langsung ataupun tidak langsung dalam menjayakan disertasi ini, terima kasih diucapkan kepada semua.

WALDO SUALIN



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

ABSTRAK

Kurkumin atau nama saintifiknya 1,7-bis-(hydroxyl-3-methoxyphenyl)-1,6-Heptadiene-3,5-dion telah digunakan sebagai ionopor di dalam membran Pb(II)-ISE yang dibina dengan komposisi 65% pemplastik (DEP), 33% PVC, 1% ionopor (kurkumin) dan 1% garam lipofilik (NaTPB). Pb(II)-ISE yang dibina menunjukkan respon yang linear pada kepekatan 1.0×10^{-4} M hingga 1.0×10^{-1} M dengan kecerunan $-27.10\text{mV dekad}^{-1}$. Had pengesanan yang dianggarkan pula adalah 9.2×10^{-4} M. Elektrod kerja ini berfungsi dengan baik pada julat pH 3 hingga pH 8. Masa respon untuk elektrod ini untuk memberikan bacaan yang stabil adalah di antara 30 hingga 40 saat sementara jangka hayatnya ialah sehingga 4 minggu.



Construction of Lead(II)-ISE based on PVC membrane using Curcumin as an ionophore

ABSTRACT

Curcumin or 1,7-bis-(hydroxyl-3-methoxyphenyl)-1,6-Heptadiene-3,5-dion was used in constructing Pb(II)-ISE membrane which consist of 65% (DEP), 33% PVC, 1% ionophore (Curcumin) dan 1% anion excluder (NaTPB). Ion activity measurement by the electrode gave a linear respon sector concentration range 1.0×10^{-4} M to 1.0×10^{-1} M with slope $-27.10\text{ mV decade}^{-1}$ and the estimated detection limit is 9.2×10^{-4} M. The Pb(II)-ISE works well in the of pH range of 3 to pH 7. The electrode response time is between 30 to 40 s while its lifetime is up to 4 weeks.



KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI SIMBOL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 PENGENALAN	1
1.2 OBJEKTIF KAJIAN	3
1.3 SKOP KAJIAN	3
BAB 2 KAJIAN LITERATURE	5
2.1 Plumbum	5
2.2 Kurkumin	6
2.3 Sejarah Perkembangan Elektrod Pemilihan Ion (ISE)	10
2.4 Elektrod Pemilih Ion (ISE)	11
2.4.1 Membran	13
2.4.2 Larutan pengisi dan Wayar Ag/AgCl	14
2.5 Komposisi membran Elektrod Pemilih Ion (ISE)	14



2.5.1	Pemplastik	14
2.5.2	Polivinilklorida (PVC)	15
2.5.3	Garam Lipofilik	15
2.5.4	Ionopor	15
2.6	Elektrod Rujukan	16
2.6.1	Elektrod Rujukan Kalomel (SCE)	16
2.6.2	Elektrod Rujukan Argentum/Argentum Klorida (Ag/AgCl)	17
2.7	Keupayaan Elektrod Pemilih Ion (ISE)	18
2.7.1	Kepilihan	20
2.8	Ulasan Kajian Terdahulu	24
BAB 3	BAHAN DAN KAEADAH	28
3.1	Bahan Kimia	28
3.2	Alat Radas	29
3.3	Kaedah	29
3.3.1	Penyediaan Larutan stok Pb^{2+} 1×10^{-1} M	29
3.3.2	Pencairan Larutan Stok	29
3.3.3	Penyediaan Larutan Pengganggu	30
3.4	Pembinaan Elektrod Pemilih Ion Plumbum (Pb(II)ISE)	30
3.4.1	Penyediaan Membran Polimer	30
3.4.2	Penyediaan wayar Ag/AgCl secara elektrolisis	31
3.4.3	Pembinaan Elektrod kerja bagi Pb(II) ISE	32
3.4.4	Pembinaan Elektrod Rujukan Ag/AgCl	34



3.5	Penentuan Keupayaan Pb(II)-ISE	35
3.6	Pengoptimuman Elektrod	35
	3.6.1 Kesan Perubahan pH	36
	3.6.2 Kesan Perubahan Kepekatan	36
	3.6.3 Had Pengesanan Elektrod	36
	3.6.4 Masa Respon	37
	3.6.5 Kesan Kehadiran Ion Pengganggu	37
	3.6.6 Jangka Hayat Elektrod	37
3.7	Persampelan	38
3.8	Penentuan Kepekatan Plumbum	38
	3.8.1 Penyediaan Graf Kalibrasi	38
	a. Graf Kalibrasi Pb(II)-ISE	38
	3.8.2 Penentuan Kepekatan Ion Pb^{2+} Di Dalam Sampel	39
	a. Penentuan Dengan Menggunakan Pb(II)-ISE	39
	b. Penentuan Dengan Menggunakan AAS	39
BAB 4	HASIL DAN PERBINCANGAN	40
4.1	Persamaan untuk Pb(II)ISE yang dibina	40
4.2	pH Berkesan	41
4.3	Ciri Respon Elektrod	43
	4.3.1 Respon Elektrod Terhadap Perubahan Kepekatan	43
	4.3.2 Had Pengesanan	46
	4.3.3 Masa Respon	47
	4.3.4 Gangguan dan Pemalar Kepilihan	47

4.3.5	Jangka Hayat Elektrod	49
4.4	Cadangan Mekanisma Tindak Balas Kurkumin-Pb(II)	50
4.5	Analisis Sampel Air	52
BAB 5	KESIMPULAN	55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Masalah dan Cadangan	56
RUJUKAN		58
LAMPIRAN		63



SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka surat
Jadual 3.1	Senarai bahan kimia yang digunakan	28
Jadual 3.2	Senarai alat radas yang digunakan	
Jadual 4.1	Pemalar kepilihan bagi Pb(II)-ISE	49
Jadual 4.2	Penentuan ion Pb^{2+} dalam sampel air dari lokasi yang berlainan dengan menggunakan Pb(II)ISE	53
Jadual 4.3	Perbandingan nilai kepekatan plumbum dalam sampel air menggunakan kaedah potensiometri (Pb(II)-ISE) dan kaedah spektrofotometer (AAS)	53



SENARAI RAJAH

No. Rajah		Muka Surat
Rajah 2.1	Struktur molekul kurkumin	9
Rajah 2.2	Binaan asas sebuah Elektrod Pemilih Ion (ISE)	13
Rajah 2.3	Graf Kaedah Larutan Terpisah (SSM)	22
Rajah 2.4	Lengkung kalibrasi kaedah interferensi tetap (FIM)	23
Rajah 3.1	Susunan sel semasa proses penyaduran wayar Ag secara elektrolisis	32
Rajah 3.2	Lekatan membran pada hujung tiub kaca	33
Rajah 3.3	Elektrod pemilihan ion bagi Pb(II)-ISE	33
Rajah 3.4	Elektrod rujukan Ag/AgCl bagi Pb(II)-ISE	34
Rajah 4.1	Graf respon elektrod terhadap perubahan pH pada kepekatan 1.0×10^{-2} ion Pb^{2+}	42
Rajah 4.2	Graf respon Pb(II)ISE terhadap ion Pb(II) pada keekatan antara 1.0×10^{-7} hingga 1.0×10^{-1}	44
Rajah 4.3	Had pengesan bagi Elektrod Pemilih Ion Pb(II) yang telah dibina	46
Rajah 4.4	Kesan ion pengganggu terhadap respon Pb(II)ISE pada pH 5 dengan menggunakan Kaedah Larutan Terpisah (SSM)	48
Rajah 4.5	Penentuan tempoh jangka hayat elektrod	50
Rajah 4.6	Cadangan mekanisme pembentukan kompleks kurkumin-Pb(II)	51
Rajah 4.7	Cadangan pergerakan ion Pb(II) di dalam membran dengan kurkumin bertindak sebagai ion pembawa	52



SENARAI SIMBOL

Ag/AgCl	Argentum-Argentum Klorida
a_i	aktiviti ion
E	Keupayaan
E_{sel}	Keupayaan sel
E°	Keupayaan elektrod rujukan
$E_{ruj.luar}$	Keupayaan elektrod rujukan luaran
$E_{ruj.dlm}$	Keupayaan elektrod rujukan dalaman
$E_{membran}$	Keupayaan membran
E_{ij}	Keupayaan titian garam
f_i	Koefisien aktiviti
gml^{-1}	gram per milliliter
gmol^{-1}	Gram per mol
ISE	<i>Ion Selective Electrode</i>
M	Kemolaran
PVC	<i>Polivinilklorida</i>
R	Pemalar gas unggul
T	Temperature
THF	<i>Tetrahidrofuran</i>
UV-vis	Ultra violet-visible
V	Isipadu
Z	Cas ion
°C	Darjah celsius
®	<i>Registered</i>
%	peratus
[i]	Kepekatan ion i
ΔG	Tenaga bebas



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Plumbum merupakan sejenis logam yang lembut, berwarna kelabu kebiruan dengan ketumpatan yang tinggi (11.8gml^{-1} pada suhu bilik). Logam plumbum jarang ditemui di persekitaran di dalam bentuk asalnya. Biasanya ia dijumpai di dalam beberapa jenis mineral seperti galena, PbS , anglesite, Pb_3SO_4 , minium, Pb_3O_4 dan cerrusite, PbCO_3 (Patnaik, 2003). Plumbum digunakan sebagai logam di dalam loyang dan campuran. Ia digunakan dalam penyaduran paip, pembaikan paip, pembuatan dawai, peluru, bekas untuk asid yang menyebabkan pengaratan dan sebagai perisai radiasi. Selain daripada itu, beberapa campuran plumbum, contohnya plumbum putih (*lead sulphate*), plumbum merah (*lead tetroxide*) dan karbonat asas juga biasa digunakan di dalam bidang perindustrian (Patnaik, 2003). Garam plumbum merupakan salah satu bahan campuran yang digunakan di dalam industri pembuatan cat dan ia juga digunakan di dalam penghasilan



tetraethylplumbum(IV) $Pb(C_2H_5)_4$, di mana ia bertindak sebagai bahan anti-ketuk di dalam enjin petrol.

Plumbum merupakan logam yang sangat toksik. Ia mendatangkan kesan yang buruk apabila ia dihidu atau dimakan. Semasa zaman Roman, plumbum digunakan di dalam kerja-kerja perpaipan, tetapi oleh kerana sifatnya yang toksik ia tidak lagi digunakan (Freemantle, 1995).

Kepentingan dalam penentuan ion Pb^{2+} di dalam pemantauan alam persekitaran dan juga di dalam bidang analisis klinikal telah mendorong minat yang mendalam tentang alat pengesan yang berasaskan pembawa (*carrier-based sensor*). Banyak jenis ligan yang diketahui boleh berperanan sebagai agen pengesan ion logam Pb^{2+} dalam elektrod berdasarkan ionopor polivinilklorida (PVC) (Sheen dan Shih, 1992). Kaedah yang dimaksudkan adalah dengan menggunakan elektrod pemilih ion (ISE). Kaedah ini adalah lebih murah dan mudah untuk dipraktikkan berbanding dengan kaedah-kaedah yang lain contohnya spektrometer penyerapan atom (AAS), kaedah spektrometer UV-Vis dan kaedah voltametri. Walau bagaimanapun, ia mempunyai beberapa kelemahan iaitu, membran ion pemilihan ini tidak boleh digunakan di dalam keadaan suhu dan tekanan yang sangat tinggi. Lagipun ia perlu digunakan pada posisi yang betul bagi mendapatkan bacaan yang baik (John, 1995).

Membran merupakan komponen utama di dalam sesebuah ISE yang mengandungi bahan aktif yang akan bertindak sebagai ionopor, iaitu bahan yang hanya bertindak balas

dengan ion sasaran yang dikaji (Biley, 1976). Oleh itu, dalam ujikaji ini, kurkumin akan digunakan sebagai ionopor di dalam membran elektrod. Reagen organik kromogenik, kurkumin, biasanya digunakan dalam penentuan unsur surih logam berat (Wang, 1997). Ini kerana, kajian terdahulu menunjukkan bahawa ia mempunyai kecenderungan yang tinggi untuk membentuk ikatan dengan kebanyakan ion logam, termasuklah ion Pb^{2+} (Brosari, 2002).

1.2 Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah untuk:

- i Membina $Pb(II)$ -ISE dengan menggunakan kurkumin sebagai ionopor dalam membran elektrod yang dibina.
- ii Menjalankan proses pengoptimuman ke atas $Pb(II)$ -ISE yang telah dibina.
- iii Menentukan kandungan ion Pb^{2+} di dalam sampel air dengan menggunakan $Pb(II)$ -ISE dan membandingkan keputusan yang diperoleh dengan menggunakan Spektrometri Serapan Atom (AAS).

1.3 Skop Kajian

$Pb(II)$ -ISE akan dibina dengan menggunakan kurkumin sebagai ionopor di dalam membrannya. Elektrod $Pb(II)$ -ISE yang dibina akan diselenggarakan bersama dengan elektrod rujukan $Ag/AgCl$ untuk mendapatkan bacaan keupayaan elektrod. Selepas itu, elektrod tadi akan dioptimumkan untuk memastikan keberkesanannya di dalam penentuan



ion Pb^{2+} di dalam sampel air. Antara ujikaji yang dijalankan ialah penentuan kesan pH terhadap kepekatan, respon elektrod terhadap perubahan kepekatan, menentukan had pengesanan $Pb(II)$ -ISE, kesan kehadiran ion pengganggu, masa respon elektrod, dan jangka hayat elektrod. Setelah selesai melalui peringkat pengoptimuman, $Pb(II)$ -ISE tersebut akan digunakan untuk menentukan kandungan ion Pb^{2+} di dalam sampel air. Hasil penentuan dengan kaedah potensiometri menggunakan $Pb(II)$ -ISE akan dibandingkan dengan keputusan yang diperolehi berdasarkan penentuan dengan kaedah spektrometri Serapan Atom (AAS).



BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 Plumbum

Plumbum merupakan sejenis logam yang lembut dan merupakan salah satu ahli dalam kumpulan IVA, ia terletak di dalam kala yang ke-6 dalam Jadual Berkala Kimia. Ia mempunyai nombor atom 82 dan nombor jisimnya pula adalah 207.2, manakala ketumpatannya pula ialah 11.8gcm^{-3} (Carr *et al.*, 1999). Plumbum merupakan konduktor elektrik dan haba yang lemah. Ia bertindak balas dengan asid sulfurik, asid hidroklorik cair dan juga dengan asid nitrik. Takat didih bagi plumbum adalah tinggi iaitu boleh mencapai sehingga 1744°C dan takat leburnya ialah kira-kira 327.5°C (William dan Judith, 1975). Plumbum bertindak balas dengan asid hidroklorik cair untuk membentuk mendakan. Ia juga larut dengan mudah dalam medium asid nitrik pekat dan kemudian membentuk nitrogen dioksida.

Tindak balas dengan asid nitrik pekat akan membentuk satu lapisan pelindung plumbum nitrat di atas permukaan logam dan menghalang pelarutan selanjutnya. Asid sulfurik dan asid hidroklorik cair hanya berkesan sedikit disebabkan pembentukan



plumbum klorida atau sulfat tidak larut di atas permukaan logam (Rusli dan Azizah, 1984). Manakala keadaan pengoksidaannya adalah +2 dan +4 (Ann dan Fullick, 1994).

Plumbum mudah dipotong kerana sifat fizikalnya yang lembut dan mulur. Apabila dipotong kita akan dapat melihat bahawa plumbum ini berwarna perak dan apabila ia di dedahkan kepada udara, satu lapisan oksida dan karbonat akan terbentuk bagi melindunginya daripada kakisan seterusnya. Ini memberikan satu warna biru-kelabu kepada permukaan (yang dipotong) logam plumbum tersebut (Underwood, 1971).

Logam plumbum jarang ditemui di persekitaran di dalam bentuk asalnya. Biasanya ia dijumpai di dalam beberapa jenis mineral seperti galena, PbS, anglesite, Pb_3SO_4 , minium, Pb_3O_4 dan cerrusite, PbCO_3 . Kepekatananya di dalam kerak bumi adalah 12.5mgKg^{-1} dan di dalam air laut adalah 0.03mgL^{-1} (Patnaik, 2003).

2.2 Kurkumin

Ionopor adalah suatu ligan yang neutral di mana bahagian luarnya adalah bersifat hidrofobik manakala bahagian dalamnya adalah bersifat hidrofilik (Harvey, 2000). Ionopor merupakan suatu ‘alat’ yang terkandung di dalam membran di mana ia akan bertindak sebagai pembawa ion untuk merentasi membran. Ionopor ini akan membentuk kompleks dengan ion sasaran semasa merentasi membran elektrod. Ia bertindak mengikut cerun kepekatan yang mana ia akan membawa ion dari larutan yang berkepekatan tinggi ke larutan yang berkepekatan rendah. Salah satu daripada kelebihan ionopor ialah ia tidak



akan mlarut keluar daripada membran apabila membran tersebut terdedah kepada larutan akues (Bakker *et al.*, 1997). Dalam ujikaji ini, kurkumin akan digunakan sebagai ionopor.

Kurkumin atau nama spesifiknya *1,7-bis-(hydroxy-3-metoxyphenyl)-1,6-heptadiene-3,5-dion* merupakan ekstrak tumbuhan rizom yang banyak ditanam di kawasan tropika asia. Kurkumin yang biasa digunakan di dalam campuran membran didapati dalam bentuk kristal, berwarna kekuningan dengan formula molekulnya iaitu $C_{21}H_{20}O_6$ dan berjisim molekul 368.38 g mol^{-1} (Vajragupta *et al.*, 2003)

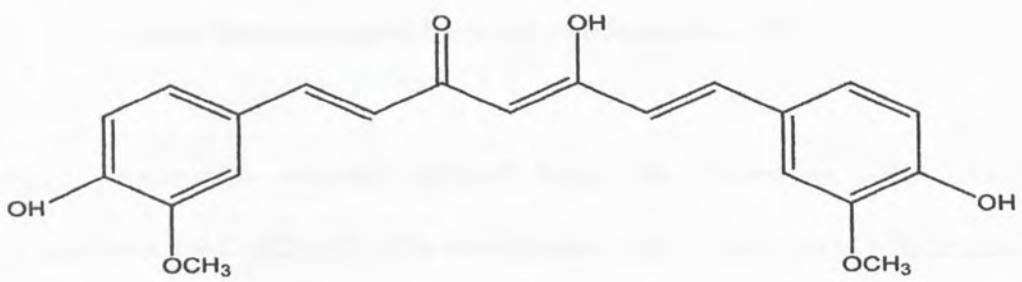
Dalam bidang klinikal dan perubatan, kurkumin banyak digunakan kerana ia mempunyai ciri-ciri seperti antiokksida, antitumor dan antivirus (Tonnesen *et al.*, 2001). Di samping itu, ia banyak digunakan sebagai pewarna di dalam makanan, contohnya dalam makanan ringan dan snek (Shankaracharaya dan Natarajan, 1974). Ia boleh bertindak sebagai bahan antioksidatif dengan berpaut pada radikal bebas seperti radikal hidroksi, feroksi dan nitrogen dioksida (Sumanont *et al.*, 2005).

Kurkumin biasanya tidak larut di dalam air pada pH rendah (berasid), tetapi ia boleh mlarut di dalam larutan yang mana pHnya adalah tinggi (beralkali). Oleh itu, kestabilan maksimum bagi kurkumin biasanya boleh dicapai apabila ia berada di bawah pH 7. Dalam keadaan pH yang melebihi 7, kurkumin akan menjadi tidak stabil dan seterusnya ia akan mengalami penguraian (Tonnesen *et al.*, 2001). Menurut Sumanont *et al.*, (2005), kurkumin boleh wujud sekurang-kurangnya dalam dua bentuk tautomerik sama ada dalam bentuk keton (pepejal) ataupun enol (cecair).

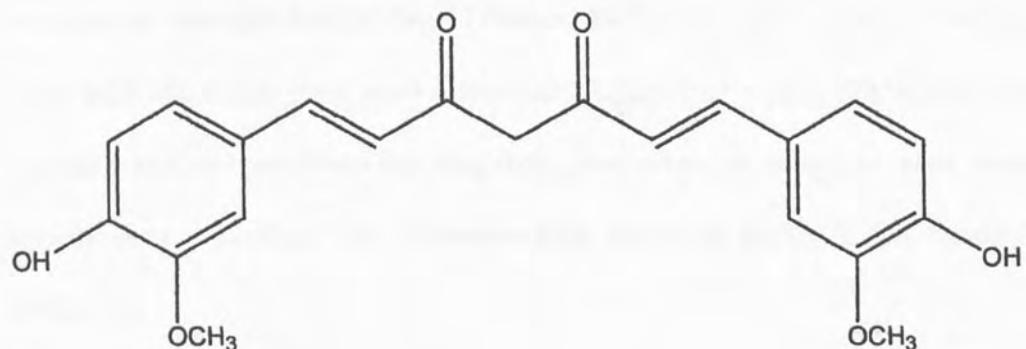


Bentuk molekul kurkumin (Rajah 2.1) menunjukkan bahawa ia mempunyai kumpulan berfungsi keto-enol yang boleh mengikat dengan ion yang lain. Kajian terdahulu terhadap struktur kurkumin mendapati bahawa kurkumin mempunyai kecenderungan untuk membentuk kompleks yang kuat dengan ion logam, termasuklah ion Pb^{2+} (Borsari, 2002). Walaupun begitu, kepilihan dan sensitiviti ionopor juga adalah dipengaruhi oleh bahan-bahan binaan lain dalam membran contohnya, polivinilklorida (PVC), bahan pemplastik (Chen *et al.*, 2006) dan juga media pelarut (*solvent mediator*) contohnya *dimethylsebacate* (DMS) (Abbaspour dan Tavakol, 1999).

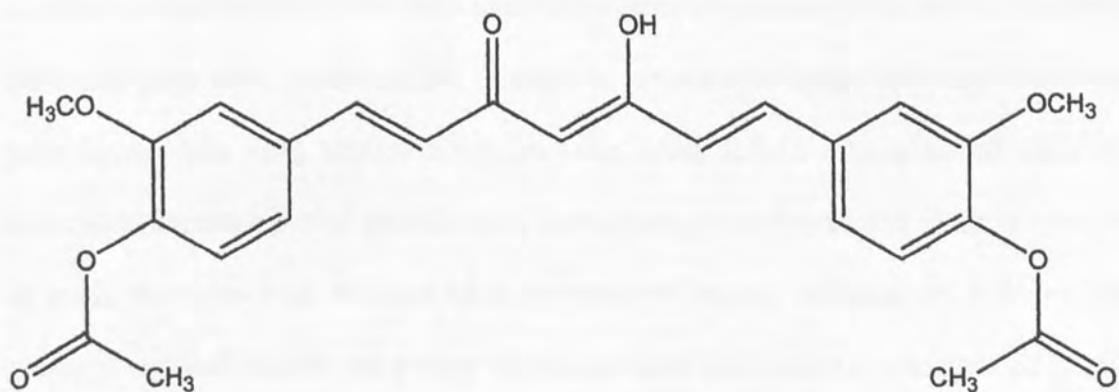




(a)



(b)



(c)

Rajah 2.1 Struktur molekul kurkumin (a) bentuk enol (b) bentuk keton (c) diasetil kurkumin. (Sumanont *et al.*, 2005)

2.3 Sejarah Perkembangan Elektrod Pemilihan Ion (ISE)

Hasil pemerhatian terhadap elektrod kaca, satu penemuan besar dalam bidang elektrokima telah didapati pada awal tahun 1900. Haber dan Klemensiewicz telah mendapati bahawa elektrod kaca menunjukkan isyarat tindak balas terhadap larutan yang berasid dan isyarat keupayaan ini hanya boleh dikesan oleh elektrometer yang mempunyai rintangan tenaga tinggi (Pungor, 1998). Selepas itu, terdapat beberapa kajian yang lebih terperinci yang telah dijalankan. Antara usaha yang dijalankan ialah dengan membina elektrod pemilihan ion yang menggunakan bahan yang lain selain daripada kaca seperti yang dijalankan oleh Tandello serta pasangan Kolthoff dan Sanders (Bailey, 1976).

Elektrod Pemilih Ion atau dengan nama ringkasnya ISE, terdiri daripada selapisan membran yang bertindak balas secara pemilihan dengan satu atau lebih spesis ion sasaran sama ada pada satu larutan sampel di mana ia mempunyai spesis ion yang dikaji atau pada larutan lain yang mengandungi ion yang mana aktiviti ionnya adalah tetap dan berdasarkan kepada elektrod rujukan yang bersesuaian. Contohnya ialah elektrod kaca pH, di mana membran bagi elektrod kaca ini memberi respon terhadap ion hidrogen dan biasanya elektrod rujukan yang biasa digunakan ialah jenis kalomel atau elektrod klorida di antara kaca pengisi.

Respon pH oleh membran kaca sebenarnya telah diketahui lama dahulu, namun kegunaannya mengambil masa yang agak lama untuk difahami (Haber dan

RUJUKAN

- Abbaspour, A., dan Tavakol, F. 1999. *Lead-selective electrode by using benzyl disulphide as ionophore*. *Analytica Chimica Acta*, m/s 145-149.
- Ann dan Fullick, P. 1994. *Chemistry*, Oxford: Heinemann.
- Bailey, P.L. 1976. *Analysis with ion-selective electrodes*. Thomas L.C., Heyden & Sons Ltd, New York.
- Borsari, M., Ferrari, E., Grandi, R. dan Saladini, M. 2002. Curcuminoids as potential new iron-chelating agents: spectroscopic, polarographic and potentiometric study on their Fe(III) complexing. *Inorganica Chimica Acta*. Vol 328 , m/s 61-68.
- Bakker, E., Bühlmann, P. dan Pretsch, E. 1997. *Carrier-based ion selective electrodes and bulk optodes*. Part 1. General characteristics, *Chem. Rev.* Vol 97, m/s 3083-3132
- Bhat V.S., Ijeri V.S. dan Srivastava A.K. 2003. *Coated wire lead(II) selective potentiometric sensor based on 4-tert-butylcalix[6]arene*. *Sensors and Actuators B: Chemical*, Vol. 99, Isu 1, m/s. 98-105
- Carr, J.D., Kelter, P.B. dan Scott A. 1999. *Chemistry-A World of Choice*. McGraw-Hill, Boston.
- Christian, G.D. 2004. *Analytical Chemistry*. Ed. Ke-7. John Willey & Sons, Singapore.

- Cisewski, A., Milczarek, G., Lewandowska, B. dan Krutowski, K., 2003. Electrocatalytic Properties of Electropolymerized Ni(II)curcumin complex. *Electroanalysis*. Vol 15(5-6), m/s 518-523.
- Freemantle M. 1995. *Chemistry in action*. Ed ke-2. McMillan Press LTD, London.
- Haugaard G. 1941. *Physical Chemistry*. Vol 45, m/s 148.
- Harvey, D. 2000. *Modern Analytical Chemistry*. McGraw-Hill, United States of America.
- Haber F. & Klemensiewicz 1909. *Physical Chemistry*. vol 67, m/s 385.
- John, A.D. 1995. *Analytical Chemistry Handbook*. McGraw-Hill Inc, United States of America.
- Jain, A.K., Gupta, V.K., Singh, L.P. dan Raison, J.R. 2005. *A comparative study of Pb²⁺ selective sensors based on derivatized tetrapyrazole and calix[4]arene receptors*. Vol 51, isu 12, m/s 2547-2553
- Jianquan, L., Rong, C. dan Xiwen H. 2002. *A lead ion-selective electrode based on a calixarene carboxyphenyl azo derivative*. Journal of electroanalytical chemistry. Vol 528, isu 1-2 , m/s 33-38
- Lengyel, B., dan Blum, E. 1934. *Trans. Faraday Soc.*, m/s 30-461.
- Laitinen, H.A. dan Harris, W.E., 1960. *Chemical Analysis*. McGraw Hill Inc. United States of America.
- Langxing, C., Jia, Z., Wenfeng, Z., Xiwen, H. dan Yu, L., 2006. *Double-armed calix[4]arene amide derivatives as ionophores for lead ion-selective electrodes*. Vol 589, m/s 106-111.

Lu, J., Chen, Q., J. Wang, J. dan Diamond, D., 1993. *Analyst.* Vol 118 , m/s 1131.

Meier P.C. 1982, *Analytical Chemistr. Acta.* Vol 136 , m/s 363.

Patnaik, P. 2003. *Handbook of Inorganic Chemistry.* McGraw-Hill Companies, Inc., New York.

Pungor, E. 1992. *Working mechanism of ion-selective electrodes,* International Union of Pure and Applied Chemistry . Vol 64(4), m/s 503-507.

Rusli A.G. dan Azizah A. (ptrj.). 1984. *Penganalisaan Makro dan Semimakro Kualitatif Tak Organik.* Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Riley, T. dan Tomlinson, C. 1987. *Principle of electroanalytical methods.* John Willey & Sons, United States of America.

Satsuo, K., dan Kasuhiro, O. 1991. Lead-selective membrane electrode using methylene Bis(diisobutyldithiocarbamate) neutral carrier. *Analytical Chemistry*, Vol 63, m/s 13.

Sadeghi, S., Daghti, G.R. dan Shamsipur M. 2001. *Lead-selective Poly(vinyl chloride) based on Piroxicam as a neutral carrier.* Sensors and Acruators isu 81, m/s 223-228.

Shankaracharaya, N.B, Natarajan, C.P. 1974 Tumeric, Chemistry, technology and uses, *Indian Spices.* Vol 10, m/s. 7 – 11

Sheen, S.R. dan Shih, J.S. 1992. *Lead (II) ion-selective electrodes based on crown ethers.* *Analyst.* Vol 117 , m/s 1691–1695.



- Sumanont, Y., Murakami, Y., Tohda, M., Vajragupta, O., Watanabe, H. dan Matsumoto, K. 2005. Prevention of kainic acid-induced changes in nitric oxide level and neuronal cell damage in the rat hippocampus by manganese complexes of curcumin and diacetylcucumim. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. Vol 27(2), m/s 170-173.
- Sawyer, D., Sobkowiak, A. dan Roberts Jr.J.L. 1995. *Electrochemistry for chemist*. Edisi ke-2. John Wiley & Sons, United States of America.
- Strobel, H.A. dan Heineman, W.R. 1989. *chemical Instrumantation : A systematic approach*. Ed, ke-3. John Wiley & sons, United States of America.
- Silberberg, M.S. 2003. *Chemistry; The Molecular Nature of Matter and Change*. Ed ke-3. McGraw-Hill, New York.
- Tonnesen, H.H., Masson, M. dan Loftsson, T. 2002. Studies of curcumin and curcuminoids. XXVII. Cyclodextrin complexation: solubility, chemical and photochemical stability. *International Journal of Pharmaceutics*. Vol 244, m/s 127-135.
- Underwood, D.N. 1971. *Chemistry*. Ed. ke-3, Federal Publications Sdn. Bhd, Singapore.
- Vajragupta, O., Boonchoong, P., Watanabe, H., Tohda, Michihisa, Kummasud, N. dan Sumanont, Y. 2003. Manganese complexes of curcumin and its derivatives: Evaluation for the radical scavenging ability and neuroprotective activity. *Free Radical Biology and Medicine*. Vol 35(12), m/s 1632-1644.
- Vlasov, Y.G., Bychkov E.A. dan Legin, A.V. 1985. *Zh. Analytical Chemistry*. Vol 40, m/s 1839.
- Wang, J. 1994. *Analytical Electrochemistry*. VCH Publisher, United States of America.

Wang Y., Wang K.M., Shan G.L. dan Yu R.Q. 1997. *A selective optical chemical for o-nitrophenol based on fluorescence quenching of curcumin.* *Talanta.* Vol 44, m/s 1319-1327.

William, Harris, H. dan Judith S.L. (pnys.). 1975, *The New Columbia Encyclopedia,* New York. m/s 1545.

Wang, J. 1994. *Analytical Electrochemistry.* VCH Publisher, United States of America.

