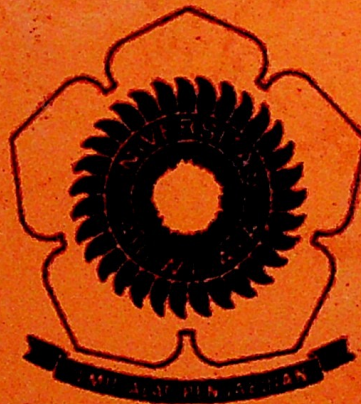


**PEMBUATAN DAN UJI KINERJA
MEMBRAN ELEKTRODA SELEKTIF ION Cd DAN Zn
DENGAN IONOFOR KITIN**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



Oleh :

Pariga

09053130009

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2010

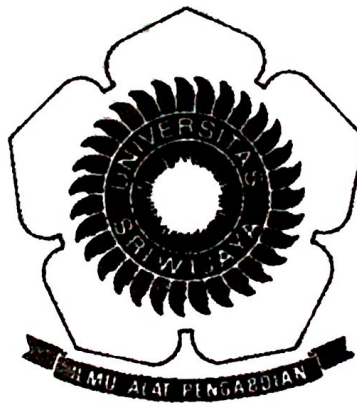
S
650.284 240 7
Par
e-100557
2010

**PEMBUATAN DAN UJI KINERJA
MEMBRAN ELEKTRODA SELEKTIF ION Cd DAN Zn
DENGAN IONOFOR KITIN**



SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



Oleh :

Pariga

09053130009

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2010

Lembar Pengesahan

**PEMBUATAN DAN UJI KINERJA
MEMBRAN ELEKTRODA SELEKTIF ION Cd DAN Zn
DENGAN IONOFOR KITIN**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

Pariga
NIM 09053130009

Pembimbing Pembantu



Dra. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si.
NIP.19680827 199402 2 001

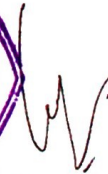
Indralaya, Februari 2010
Pembimbing Utama



Widia Purwaningrum, S.Si, M.Si.
NIP. 19730403 199903 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia




Dra. Fatma, M.S.

NIP. 19620713 199102 2 001

"Jika setiap orang dapat berlaku sabar dan penuh welas asih kepada sesamanya, maka seluruh dunia akan diliputi cahaya kasih universal yang hangat dan penuh berkah."

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

- ❖ *Triratna, Pelindungku***
- ❖ *Mama dan Papa***
- ❖ *Ce Mis, Ko Heri, Ce Diana dan Ce Sri***
- ❖ *Sahabat-sahabatku***
- ❖ *Almamaterku***

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan YME karena dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul *“Pembuatan dan Uji Kinerja Membran Elektroda Selektif Ion Cd dan Zn dengan Ionofor Kitin”*.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selama penelitian hingga dapat diselesaikannya penulisan tugas akhir ini telah banyak mendapat bantuan baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih terutama kepada mama, papa, cece dan koko atas untaian doa dan dukungan yang diberikan kepada penulis, serta Ibu Widia Purwaningrum, S.Si, M.Si. selaku pembimbing utama dan Ibu Dra. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si. selaku pembimbing pembantu yang telah membimbing, memberi petunjuk dan saran serta nasihat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Tak lupa, penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada DIKTI yang telah mendanai penelitian ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Muhammad Irfan, M.T. selaku Dekan FMIPA UNSRI
2. Ibu Dra. Fatma, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia
3. Ibu Desneli, S.Si., M.Si. selaku pembimbing akademik
4. Dosen – dosen yang menjadi pembahas skripsi ini
5. Staf dosen Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
6. Pak Alam dan Ibu Noni selaku Tata Usaha Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
7. Semua analis yang telah membantu dalam peminjaman alat penelitian

8. Teman-teman tim penelitian (Lensi, K' Rini dan K' Nunu) atas kerja sama dan dukungannya
9. Temanku Retha dan Hepy yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi dan persahabatannya
10. Teman-teman di Lab penelitian (Tia, Wiwin Why, Muji, Vina, Tina, Puput, Ranti, Okta, Badria, Mega, K' Vita, Yanti, Wiwin Wel), teman-teman di Lab KF (Dita, Vera, Dila), teman-teman di Lab Anorganik (Febri, Lia, Opet, Rohma) dan teman-teman di Lab KO (Dedi thanks atas gambar-nya, Nanda, Iwan, Catur, Rino) atas perhatian, dukungan dan semangatnya
11. Kakak-kakak tingkat 2002 (Ko Win), 2003 (Ko Steven, K' Melani, K' Mery, K' Marta) dan 2004 (K' Melinda, K' Rados, K' Era) atas bantuan, dukungan dan motivasinya.
12. Teman-teman angkatan 2005 atas dukungan, motivasi dan persahabatan selama ini
13. Semua pihak yang terlibat dalam penelitian dan pembuatan skripsi ini.

Akhir kata penulis membuka diri untuk segala koreksi dan kritik demi perbaikan dan kemajuan kita bersama. Semoga tulisan ini bermanfaat dan dapat memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan.

Indralaya, Desember 2009

Penulis

**MANUFACTURING AND PERFORMANCE TEST
MEMBRANE Cd AND Zn ION SELECTIVE ELECTRODES
WITH CHITIN IONOPHORE**

By :

**Pariga
09053130009**

ABSTRACT

The research of manufacturing and performance test membrane Cd and Zn Ion Selective Electrodes (ISE) with chitin ionophore, polyvinyl chloride (PVC) support matrix and dioctylphthalate (DOP) plasticizer or acetophenon has been done. The membrane Cd ISE and Zn were made by mixing 0.075 g of chitin, 0.25 g of lithium chloride (LiCl), 6 g of N, N-dimethyl acetamide (DMA), 6 g of 1-methyl-2-pyrrolidone (NMP), 0.075 g of PVC and 0.0444 g plasticizer DOP or acetophenon. The results of the research for Cd ISE and Zn showed that using acetophenon caused to increase of sensitivity. Increasing of sensitivity for showed that with decreasing slop sensitivity of 33.3 mV/decade to 26.59 mV/decade in the concentration range of 10^{-4} - 10^{-1} M and for Zn ISE from 37.3 mV/decade to 29.35 mV/decade in the concentration range of 10^{-5} - 10^{-1} M. The change of selectivity which the ion should be interference in the measurement of the sample is no longer be interference of ion. The used of DOP plasticizer in the membrane Cd and Zn didn't produced good ISE.

**PEMBUATAN DAN UJI KINERJA
MEMBRAN ELEKTRODA SELEKTIF ION Cd DAN Zn
DENGAN IONOFOR KITIN**

Oleh :

**Pariga
09053130009**

ABSTRAK

Penelitian pembuatan dan uji kinerja membran Elektroda Selektif Ion (ESI) Cd dan Zn dengan ionofor kitin, matriks pendukung polivinil klorida (PVC) dan *plasticizer* dioktiltalat (DOP) atau asetofenon telah dilakukan. Membran ESI Cd dan Zn dibuat dengan mencampurkan 0,075 g kitin, 0,25 g litium klorida (LiCl), 6 g N,N-dimetil asetamida (DMA), 6 g 1-metil-2-pirolidon (NMP), 0,075 g PVC dan 0,0444 g *plasticizer* DOP atau asetofenon. Hasil penelitian untuk ESI Cd dan Zn menunjukkan bahwa penggunaan *plasticizer* asetofenon menyebabkan terjadinya peningkatan sensitivitas. Peningkatan sensitivitas pada ESI Cd ditunjukkan dengan penurunan slop dari 33,3 mV/dekade menjadi 26,59 mV/dekade pada daerah linier 10^{-4} - 10^{-1} M dan untuk ESI Zn dari 37,3 mV/dekade menjadi 29,35 mV/dekade dengan daerah linier 10^{-5} - 10^{-1} M. Hasil lain yang diperoleh, yaitu berubahnya urutan selektivitas dimana ion yang seharusnya mengganggu dalam pengukuran sampel tidak lagi menjadi ion pengganggu. Penggunaan *plasticizer* DOP pada ESI Cd dan Zn tidak menghasilkan ESI Cd dan Zn yang baik.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kitin.....	6
2.2 Sifat – sifat Kitin	7
2.3 Elektroda Selektif Ion (ESI).....	9
2.4 <i>Plasticizer</i> dan Ionofor.....	13
2.4.1 <i>Plasticizer</i>	13

2.4.2 Ionofor	15
2.5 Respon Potensial ESI	16
2.6 Kualitas Elektroda Selektif Ion	17
2.6.1 Nilai Faktor Nernst dan Trayek Pengukuran	18
2.6.2 Koefisien Selektivitas.....	19
2.7 Logam Kadmium dan Keberadaannya.....	21
2.8 Logam Seng dan Keberadaannya.....	22
2.9 Interaksi Logam dengan Kitin.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1 Waktu dan Tempat	26
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	26
3.2.1 Alat Penelitian	26
3.2.1 Bahan Penelitian	26
3.3 Langkah Kerja Penelitian.....	27
3.3.1 Pembuatan Larutan Uji.....	27
3.3.2 Pembuatan Membran dan Pengukuran Potensial Sel (emf) .	27
3.3.3 Penentuan Koefisien Selektivitas Potensiometri	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 ESI Kadmium.....	30
4.1.1 Membran Kadmium	30
4.1.2 Faktor Nernst.....	31
4.1.3 Koefisien Selektivitas.....	34
4.2 ESI Seng.....	38

4.2.1 Membran Seng	38
4.2.2 Faktor Nernst.....	38
4.2.3 Koefisien Selektivitas.....	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur kitin dan struktur kitosan.....	6
Gambar 2.2 Struktur DOP dan Asetofenon	15
Gambar 2.3 Skema sistem elektrokimia penentuan potensial elektroda membran secara potensiometrik.....	17
Gambar 4.1 Grafik faktor Nernst ESI kadmium pada membran 1	32
Gambar 4.2 Grafik faktor Nernst ESI kadmium pada membran 2	32
Gambar 4.3 Grafik faktor Nernst ESI kadmium pada membran 3	33
Gambar 4.4 Koefisien selektivitas ESI kadmium membran 1 – 3	35
Gambar 4.5 Grafik faktor Nernst ESI seng pada membran 4	40
Gambar 4.6 Grafik faktor Nernst ESI seng pada membran 5	40
Gambar 4.7 Grafik faktor Nernst ESI seng pada membran 6	41
Gambar 4.8 Koefisien selektivitas ESI seng membran 4 – 6.....	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kualitas standar kitin.....	9
Tabel 2.2 Klasifikasi elektroda membran	12
Tabel 2.3 Klasifikasi asam-basa keras-lunak	24
Tabel 3.1 Komposisi penyusun membran polimer cair ESI Cd dan ESI Zn..	28
Tabel 4.1 Hasil perhitungan slop, daerah linier serta limit deteksi membran elektroda selektif kadmium	31
Tabel 4.2 Hasil perhitungan slop, daerah linier serta limit deteksi membran elektroda selektif seng	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1 Pembuatan Larutan Kadmium Klorida	50
LAMPIRAN 2 Hasil pengukuran ESI kadmium untuk penentuan nilai faktor Nernst pada membran 1 – 3	52
LAMPIRAN 3 Hasil pengukuran potensial ESI kadmium untuk penentuan nilai koefisien selektivitas pada membran 1 – 3	55
LAMPIRAN 4 Hasil pengukuran ESI seng untuk penentuan nilai faktor Nernst pada membran 4 – 6	57
LAMPIRAN 5 Hasil pengukuran potensial ESI seng untuk penentuan nilai koefisien selektivitas pada membran 4 – 6	58
LAMPIRAN 6 Gambar Koefisien Selektivitas Membran 1 – 6	59
LAMPIRAN 7 Gambar Hasil Penelitian	60



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di Indonesia terdapat berbagai jenis industri logam yang menghasilkan limbah logam-logam berat. Limbah logam-logam berat tersebut dapat membahayakan bagi kehidupan organisme dan juga bagi lingkungan. Oleh karena itu, kualitas lingkungan perlu dikontrol, termasuk keberadaan logam-logam berat yang dihasilkan oleh industri tersebut. Salah satu industri tersebut adalah industri pertambangan biji seng. Industri ini menghasilkan logam-logam berat seperti Zn, Cd, Cr, Mn, Fe, Cu dan Pb. Logam Zn dengan kadar lebih dari 15 ppm dapat menimbulkan gangguan pencernaan, lesu dan pusing-pusing. Dalam organisme hidup, Zn akan mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi (Palar, 1994).

Logam kadmium sering digunakan pada proses pembuatan keramik sebagai pigmen proses penyepuhan listrik, pembuatan alloy, dan baterai alkali. Keracunan kadmium dapat bersifat akut dan kronis. Efek keracunan yang dapat ditimbulkannya berupa penyakit paru-paru, hati, tekanan darah tinggi, gangguan pada sistem ginjal dan kelenjar pencernaan serta mengakibatkan kerapuhan pada tulang (Muhadi, 2009). Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis keberadaan logam-logam tersebut di lingkungan.

Untuk menganalisis kadar logam-logam tersebut diperlukan suatu metode yang murah, cepat, mudah dalam perakitanannya, peralatannya sederhana, bersifat selektif, tidak memerlukan pemisahan dalam analisis, dapat dilakukan dalam

waktu singkat dan mudah dikerjakan. Salah satu metode yang cocok untuk digunakan dalam analisis dan sesuai dengan kriteria di atas adalah Elektroda Selektif Ion (ESI). ESI merupakan suatu sensor elektrokimia yang peka terhadap aktivitas ion larutan yang diukur dan ditandai dengan perubahan potensial secara reversibel (Bailey, 1976). Pada dasarnya, cara analisis dengan menggunakan metoda elektroda selektif ion adalah menentukan potensial larutan yang akan diukur, sehingga penentuan dengan cara ini termasuk dalam metode potensiometri (Morf dalam Gea, 2005).

ESI terdiri dari empat bagian penting yaitu membran, elektroda pembanding, badan elektroda dan larutan dalam. Dari keempat bagian itu, membran merupakan bagian penting dalam suatu ESI yang menentukan kualitas dari elektroda tersebut. Komponen umum dari membran ESI adalah ionofor, *plasticizer*, matrik pendukung, dan zat aditif. Selektivitas ESI terutama ditentukan oleh jenis senyawa aktif (ionofor). Kualitas dan kelayakan suatu ESI dapat dilihat dari faktor Nernst, daerah linier, limit deteksi dan koefisien selektivitas dari membran yang digunakan. Untuk ESI kation divalen, nilai faktor Nernst (slop Nernstian) yang diharapkan adalah sebesar $29,58 \text{ mV/dekade} \pm 5 \text{ mV/dekade}$ (Atikah, 1994).

Beberapa ionofor memiliki kemampuan untuk membedakan ion-ion berdasarkan perbedaan ukurannya, sifat selektivitas dan jumlah transport ion-ion dari suatu keadaan polar ke dalam media nonpolar membutuhkan kerangka struktur tertentu dari ligan-ligan (Siswanta, 1993). Kompleks ion logam dengan ionofor dapat dianggap sebagai model *host-guest* dimana *guest* (ion) berupa bola

yang terperangkap dalam suatu struktur semacam lubang (*cavity*) dari molekul *host* (ionofor atau ligan) yang memiliki rantai siklik atau terbuka. Pada sisi *cavity* terdapat gugus-gugus polar dari atom-atom elektronegatif seperti oksigen, nitrogen dan sulfur yang dapat dipergunakan untuk berinteraksi dengan ion logam.

Salah satu ionofor alam yang dapat digunakan untuk membuat membran ESI adalah kitin. Pada senyawa kitin terdapat struktur *cavity* (lubang), yaitu pada struktur heksosa dimana ion yang berupa bola dapat terperangkap dalam struktur ini. Pada sisi *cavity* tersebut terdapat gugus-gugus polar yang merupakan situs aktif, yaitu gugus elektronegatif berupa atom nitrogen dan oksigen yang terdapat pada gugus amida yang dapat berinteraksi dengan logam-logam (Siswanta, 1993). Selain itu, Hariani (2005) berhasil mengisolasi kitin dari cangkang udang galah dan dipergunakan untuk mengadsorpsi ion Cd (II) dengan kapasitas penyerapan sebesar 0,1330 mg/g. Hariani, dkk (2007) juga telah mengisolasi kitin dari cangkang bekicot dan menunjukkan kapasitas penyerapan 2,3 mg/g untuk ion Cu dan 2,43 mg/g untuk ion Zn. Kitin dapat diperoleh dari cangkang udang, kepiting dan kerang. Kitin dan senyawa-senyawa lain berupa protein, kalsium karbonat dengan mudah didapat dari limbah udang yang berupa kulit, kepala, dan ekor.

Plasticizer yang memberikan respon yang baik terhadap kation adalah *plasticizer* jenis eter dan ester (Okada, *et. al.*, 1995). Pada penelitian ini *plasticizer* jenis eter yang digunakan adalah asetofenon, sedangkan *plasticizer* jenis ester adalah dioktilptalat (DOP).

Sugawara, *et. al.* (2000), telah menggunakan kitin sebagai ionofor pada elektroda platinum untuk analisis glukosa. Nurdin (2002) telah mengembangkan

sensor elektrokimia untuk logam berat Cd dengan ionofor 3-metil-1-(4-nitrofenil)-4-(4-oktil benzoil)pirazol-5-on dan kisaran konsentrasi pengukuran Cd 10^{-5} – 10^{-1} M dengan slop Nernstian 32,24 mV/dekade. Singh dalam Wahab, dkk. (2005) membuat ESI Cd dengan ionofor tetraazasikloheksadekana dan kisaran konsentrasi pengukuran Cd $1,6 \cdot 10^{-6}$ - 10^{-1} M dengan slop Nernstian 29,5 mV/dekade.

Berdasarkan uraian tersebut, maka pada penelitian ini dipelajari pembuatan membran ESI Cd dan Zn dengan menggunakan senyawa aktif kitin yang diisolasi dari cangkang udang galah yang didapat dari PT Lolamina untuk menganalisis logam tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Logam-logam berat seperti Cd dan Zn yang dihasilkan dari limbah industri dapat mencemari lingkungan yang membahayakan bagi organisme dan lingkungan itu sendiri. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengontrolan terhadap kualitas lingkungan. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang akurat, maka diperlukan metode analisis yang tepat. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisisnya adalah Elektroda Selektif Ion (ESI). Pada penelitian ini, dibuat membran ESI Cd dan Zn dengan menggunakan kitin hasil isolasi dari cangkang udang galah sebagai ionofor, poli vinil klorida (PVC) sebagai matriks pendukung, DOP dan asetofenon sebagai *plasticizer*. Membran yang terbentuk diuji kinerjanya/kelayakannya dengan pengukuran slop/faktor Nernst, koefisien selektivitas, daerah linier dan limit deteksi membran dari masing-masing membran yang dibuat.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang hendak dicapai adalah :

1. Membuat membran Elektroda Selektif Ion (ESI) untuk ion Cd^{2+} dan ion Zn^{2+} dengan ionofor kitin dan *plasticizer* DOP dan asetofenon.
2. Mengkarakterisasi membran yang terbentuk meliputi faktor Nernst, koefisien selektivitas, daerah linier dan limit deteksi.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Meningkatkan manfaat kitin dari cangkang udang galah untuk digunakan sebagai komponen membran ESI Cd dan Zn.
2. Memberikan informasi komposisi membran ESI Cd dan Zn dengan ionofor kitin sebagai alternatif analisis logam berat Cd dan Zn menggunakan ESI.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A.L., Prima, K.I.Y., Kadek, W.H., 2009, *Inovasi Detektor Iodium Dengan Metode Potensiometri*, Universitas Brawijaya, Malang.
- Amemiya, S., Buhlmann, P., Umezawa, Y., 1998, A Phase Boundary Potential Model For Apparently "Twice Nerstian" Responses of Liquid Membrane Ion – Selective Electrodes, *Anal. Chem.*, 70, 445 – 454.
- Atikah, 1994, *Pembuatan dan Karakterisasi Elektroda Selektif Nitrat Tipe Kawat Terlapis*, Tesis, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Attiyat, A.S., Christian, G.D., Hallman, J.L., Bartsch, R.A., 1988, A Comparative Study of the Effect o-Nitrophenyl Octyl Ether and o- Nitrophenyl Penthyl Ether as Plasticizers on the Response and Selectivity of Carrier – Based Liquid Membrane Ion – Selective Electrodes, *Talanta*, 35, 789 – 794.
- Bailey, P.L., 1976, *Analysis with Ion Selective Electrode*, Heyden & Sons Ltd., New York.
- Bastaman, S., 1989, *Studies on Degradation en Extraction of Chitin and Chitosan from Prawns Shell (Nephrops norvegicus)*, Thesis, The Department of Mecanical Manufacturing, The Queen's University of Belfast.
- Buck, R.P. dan Lindner, E., 1994, Recommendations for Nomenclature of Ion – Selective Electrodes, *Pure & Appl.Chem*, 66, 2527 – 2536.
- Cotton, F.A. dan G. Wilkinson., 1989, *Kimia Anorganik Dasar*, terjemahan Sahati, S., UI-Press, Jakarta.
- Daintith, John (ed.), 1993, *Kamus Lengkap Kimia*, terjemahan Ahmadi, S., Erlangga, Jakarta.
- Darmono., 1995, *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, UI-Press, Jakarta.
- Day, R.A. dan A.L. Underwood., 2006, *Analisa Kimia Kuantitatif*, Erlangga, Jakarta.
- Eugster, R., Rosatzin, T., Rusterholz, B., Aebersold, B., Pedrazza, U., Ruegg, D., Schmid, A., Spichiger, U.E., Simon, W., 1994, Plasticizers for Liquid Polymeric Membranes of Ion – Selective Chemical Sensors, *Anal.Chem.Acta.*, 289, 1 – 13.
- Evans, A., 1991, *Potentiometry and Ion Selective Electrode*, John Wiley & Sons, Chichester.

- Gea, S., Andriyani dan Sovia L., 2005, *Pembuatan Elektroda Selektif – Ion Cu (II) dari Kitosan Polietilen Oksida*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara.
- Hariani, P.L., Fatma dan Riyanti, F., 2005, *Karakterisasi Adsorpsi Cd (II) pada Adsorben Kitin dan Kitosan Hasil Preparasi Cangkang Udang Galah (Cryphios rosenbergii)*, Laporan Penelitian Dosen Muda, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Hutchins, R.S., dan Bachas. L.G., 1995, Nitrate – Selective Electrode Developed by Electrochemically Mediated Imprinting/Doping of Polypyrrole, *Anal.Chem.*, 67, 1654 – 1660.
- Kaban, J., 2009, *Modifikasi Kimia dari Kitosan dan Aplikasi Produk yang Dihasilkan*, USU, Medan.
- Knorr., 1984, Functional Properties of Chitin and Chitosan, *Journal of Food, Science*, 47 : 593 – 595.
- Jaber, A.M.Y., 1989, Potentiometry Behaviour of Lanthanu Polyalkoxylate Complexes in PVC Membrane Electrode : Effect of Plasticizer and Applications, *Anal.Chem.Acta.*, 223, 449 – 459.
- Marques, M.R.C. dan Neto, G.O., 1997, *Poly(vinyl chloride) Membrane Electrodes for the Determination of the Antibiotic Tiamulin*, *Analytical Science*, 13, 457 – 461.
- Melanie., 2007, *Sintesis Kompleks Kitosan Hidrogel Tembaga (II) dari Kitosan Hidrogel yang Berasal dari Cangkang Kepiting*, Skripsi, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Miller, J.C., 1991, *Statistika Untuk Kimia Analitik*, ITB, Bandung.
- Muhadi., 2009, *Pemanfaatan CaCO₃ Dalam Kulit Udang Sebagai Adsorben Limbah Logam Berat pada Perairan*.
- Mulder, M., 1991, *Basic Principles of Membrane Technology*, Kluwer Academic Plubisher, Dordrecht.
- Muzzarelli, R.A.A., 1985, *Chitin in the Polysacharides*, Vol 13, 147, Academic Press Inc, Orlando, San Diego.
- Nurdin, E., 2002, *Studi Kinerja ESI Cadmium dengan Ionofor Ligan 3-metil-1-(4-Nitrofenil)-4-(4-Oktilbenzoil) Pirazo-5-on*, Disertasi, FMIPA UNPAD.

- Okada, T., Sugihara, H., Hiratani, K., 1995, Role of Plasticizers on the Characteristics of Poly (vinyl chloride) – Membrane Lithium – Selective Electrode Based on Phenanthroline Derivates, *Analyst*, 120, 2381 – 2386.
- Oktriani, R.S., 2005, *Karakterisasi Adsorpsi Cd (II) pada Absorben Kitosan Hasil Preparasi Cangkang Udang Galah (Cryphios rosenbergii)*, Skripsi, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Pallar, H., 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta. pp.61 –73, 116 – 137.
- Purwaningrum, W., 2002, *Sintesis Butan-1,4-Diil-Dioleat dan Pemanfaatannya Sebagai Komponen Membran Elektroda Selektif Ion*, Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sahara, E., 2008, Penentuan Cu, Pb, Cd, dan Zn Dalam Air Secara Stripping Potentiometri Dengan Elektroda Konvensional dan Kombinasi, *Jurnal Kimia 2 (2)*, 105 – 110, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.
- Santoso, E., 2008, *Pengaruh Konsentrasi Larutan NaOH dan Waktu Refluk dalam Proses Deasetilasi Kitin Menjadi Kitosan*, ITS Library.
- Sato, H., Wakabayashi, M., Ito, T., Sugawara, M., Umezawa, Y., 1997, Potentiometric Responses of Ionophore – Incorporated Bilayer Lipid Membranes with and without Added Anionic Sites, *Analytical Sciences*, 13, 437 – 446.
- Schaller, U., Baker, E., Pretsch, E., 1995, Carrier Mechanism of Acidic Ionophores in Solvent Polymeric Membrane Ion – Selective Electrode, *Anal. Chem.*, 67, 3123 – 3132.
- Siswanta, D., 1993, *Design and Syntesis of Highly Selective Ammonium Ionophores for an Ion - Selective Electrode*, Thesis, Keio University, Yokohama.
- Skoog, D. A., 1985, *Principles of Instrumental Analysis*, Saunders Colleges Publishing, Philadelphia.
- Sugawara, K., Fukushi, H., Hoshi, S., Akatsuka, K., 2000, Electrochemical Sensing of Glucose at a Platinum Electrode with a Chitin / Glucose Oxidase Film, *Analytical Sciences*, Vol. 16, p 1139 – 1143.
- Suhardi., 1992, *Kitin dan Kitosan*, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, UGM, Yogyakarta.

- Suhardi., 1993, *Kitin dan Kitosan*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Fasilitas Bersama antar Universitas/IUC (Bank Dunia XVII), Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, UGM, Yogyakarta.
- Supriyanto, C., Samin, Zainul K., 2007, *Analisis Cemaran Logam Berat Pb, Cu dan Cd pada Ikan Air Tawar Dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA)*, Yogyakarta, Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – Batan.
- Surdia, T. dan Chijiwa, K., 1996, *Teknik Pengecoran Logam*, Pradya Paramita, Jakarta.
- Thomas, J.D.R., 1986, Solvent Polymeric Membrane Ion-Selective Electrodes, *Anal.Chim.Acta*, 180, 289-297.
- Vogel., 1990, *Buku Teks Analisa Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro, Edisi Kelima*, Media Pustaka, Jakarta.
- Wahab, A.W., Buchari, Ambo U., M. Noor, J., 2005, *Pengaruh Komposisi Membran Berpendukung PVC Terhadap Kinerja Elektroda Selektif Ion (ESI) - Hg(Ii) Menggunakan Ionofor DBA₂I8C6*, FMIPA – Universitas Indonesia, Depok.
- Wahidah, N., Ani, A.A., Ifitahurrohmah, A., 2008, *Pengaruh Chitosan pada Limbah Kerang Terhadap Kadar Kolesterol, LDL – Kolesterol, HDL – Kolesterol dan Trigliserida pada Tikus Putih (Rattus norvegicus)*, PKM Penelitian, Universitas Negeri Semarang.
- Windholz, M. *et al.*, 1983, *Demerch Index ; Enciclopedia of Chemical, Drugs and Biologycalls*, Edition X ; 286 – 287 ; Demerch Inc, USA.
- Xiao, K.P., Buhlmann, P., Nishizawa, S., Amemiya, S., Umezawa, Y., 1997, *A Chloride Ion – Selective Solvent Polymeric Membrane Electrode Based on A Hydrogen Bond Forming Ionophore*, *Anal.Chem.*, 69, 1038- 1044.