



**RANCANGAN MINIATUR BIOSENSOR
HIDROGEN PEROKSIDA (H₂O₂) BERBASIS POTENSIOMETRI
DENGAN MENGIMOBILISASI KATALASE DALAM
MEMBRAN NATA DE COCO**

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi
Kimia S1 dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh :

**MIFTAH ALAFUL HUDA
NIM : 031810301107**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2008**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini ku persembahkan untuk :

1. Bapak (Suroto) dan Mama (Aliyah) yang kusayang. Terima kasih banget atas semua yang mama n bapak berikan buat aku, semoga Allah membalasnya dengan balasan yang terbaik di dunia akhirat dan Aku janji untuk bisa buat kalian bahagia.
2. Adikku (Surya n Anis), Mas Wawan, mas lilik, mas nung, Thanks bgt atas kasih sayang, semangat dan lain2nya.
3. Bapak/Ibu Guru/Ustad di Mushola Al-Muttaqien Batuujai, SDN 04 Batuujai, Pondok Pesantren Al-Aziziyah, MAKN Mataram, MAN Malang-I dan juga bapak/Ibu dosen di Jurusan Kimia FMIPA UNEJ. Terima kasih yang sebesar-besarnya atas semua ilmu dan pengalaman yang telah diberikan.
4. Bapak Drs. Zulfikar, PhD., bapak Ir. Neran, M.Kes, Ibu Asnawati, S.Si, M.Si, dan Bapak Tri Mulyono, S.Si, M.Si serta Bapak Suwardiyanto, S.Si, M.Si. Terima kasih atas semua bimbingan, semangat, kritik, saran, dan bantuannya.
5. Teman-teman seperjuangan: Aiex dan abang Yuzkil (bareng sampe akhir..), Lilik, lin, Pak Sumar, lim, Luqi, Kris, Diba, Bu Laras, Teh Esti, Bayu..tetap semangat ya! Buat para sarjana yang udah duluan: Andy..thanks bgt prend, Ribut, Rizal, Dita, Bunda Ayu, Icha, Laode, Meta, Toriq, Joko, Mami Vina, Phie, Mey. Makasih atas kebersamaannya.
6. Special thanks to Rulita Damarani atas dukungan, semangat dan semuanya.
7. Adikku Melisa, makasih banyak atas perhatian, semangat dan smua2nya sampe smua bisa selesai. n adikku yang laen: Yayik, Yazmin, Maria, Febvin, Ike'06, Like, Percil, yuris. Terima kasih bgt atas supportnya.
8. Chemist 04 : Aga, Gembong, Novan, Ni'am, Rara, Uut, Ari, Yuri, heni M, Heny P, Quro, Yennis, Ajenk, Lutfi, Irma, deva, rema dll... Chemist 05: Yana, Yunita, Ochix dll. Chemist angkatan 06, angkatan 07 dan angkatan 08 serta mas dan mbak yang sudah lulus.. sekali lagi terima kasih buat kalian.
9. Thanks a lot to PALAPA n community : Mbah Nuril, mas.Adit, mas.Piki, mas.Hendra, mas.Bas, mas.Ali dan senior yang lain. Teman seangkatanku alfan, ryan, rahayu, rima dan mb.dwi. Indri dan wawan serta Juniorku smuanya. Terima kasih atas kebersamaan, pelajaran, pengalaman dan semuanya.
10. Infinity Crew : Mz. Rahmat, Mz. Anton, Pak Bambang thanks atas dukungannya.
11. Bapak n Ibu Kostku (Pak Budi n Ibu Anik). Terima kasih yang sebesar2nya atas bimbingan, perhatiannya.
12. Mas Budi, Bu Harti, Mas Naqib, Mas maryono, Mas Dharma, Mas Dul, Mbak Sari, Mas Fauzan, Mas mail, Mas Iwan, Pak Taufik, Pak Muji Terima Kasih Atas Semua bantuannya.
13. Terima kasih untuk semua orang pihak yang sudah membantu dan maaf tidak bisa disebutkan.
14. Almamater Tercinta, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember.

MOTTO

**"Hidup adalah pilihan, Setiap pilihan memiliki konsekuensi
dan Konsekuensi itu menentukan kehidupanmu di masa mendatang"**

"you'll never know until you have really tried"

"Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui." (QS. Al Baqarah 2:216)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Miftah Alaful Huda

NIM : 031810301107

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Rancangan Miniatur Biosensor Hidrogen Peroksida (H₂O₂) Berbasis Potensiometri dengan Mengimmobilisasi Katalase dalam Membran Nata de Coco* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2008

Yang menyatakan,

Miftah Alaful Huda
NIM. 031810301107

SKRIPSI

**RANCANGAN MINIATUR BIOSENSOR
HIDROGEN PEROKSIDA (H₂O₂) BERBASIS POTENSIOMETRI
DENGAN MENGIMOBILISASI KATALASE DALAM
MEMBRAN NATA DE COCO**

Oleh

Miftah Alaful Huda

NIM. 031810301107

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama (DPU)

Ir. Neran, M. Kes

Dosen Pembimbing Anggota (DPA)

: Asnawati, S.Si, M.S

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Rancangan Miniatur Biosensor Hidrogen Peroksida (H₂O₂) Berbasis Potensiometri dengan Mengimmobilisasi Katalase dalam Membran Nata de Coco* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

hari :

tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Ir. Neran, M.Kes.
NIP. 130 521 900

Asnawati, S.Si, M.Si.
NIP. 132 240 146

Anggota I,

Anggota II,

Tri Mulyono, S.Si, M.Si.
NIP. 132 026 031

Drs. Zulfikar, Ph.D.
NIP. 131 660 785

Mengesahkan
Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA, PhD.
NIP. 131 592 357

RINGKASAN

Rancangan Miniatur Biosensor Hidrogen Peroksida (H_2O_2) Berbasis Potensiometri dengan Mengimmobilisasi Katalase dalam Membran Nata de Coco; Miftah Alaful Huda, 031810301107; 2008: 49 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Teknologi biosensor saat ini telah berkembang sangat pesat terutama dalam aplikasi biomedis dan lingkungan. Salah satu biosensor yang sedang berkembang adalah sensor hidrogen peroksida (H_2O_2) berbasis potensiometri dengan mengimmobilisasi katalase dalam membran Nata de Coco. Pengembangan miniaturisasi instrument biosensor masih belum dikembangkan sehingga penelitian ini lebih menitikberatkan pada efisiensi membran yaitu pengaruh ukuran membran terimmobilisasi yang digunakan dan rangkaian pengukur potensial yang akan dibuat meliputi kelinieran hasil pengukurannya.

Penelitian ini bertujuan untuk: (i) mempelajari pengaruh ukuran membran terimmobilisasi yang digunakan dalam menghasilkan potensial; (ii) Mengetahui kelinieran hasil pengukuran dari rangkaian potensiometri yang dibuat; (iii) Menguji kelayakan rangkaian tersebut untuk dapat digunakan sebagai instrumen biosensor hidrogen peroksida (H_2O_2).

Penelitian dapat dikelompokkan menjadi dua tahapan percobaan di laboratorium. Tahap pertama adalah mempersiapkan membran nata de coco terimmobilisasi katalase lalu diuji aktifitasnya dengan gelembung oksigen yang dihasilkan saat direndam dalam larutan H_2O_2 . Optimasi ukuran membran dilakukan dengan bervariasi ukurannya (0.5; 1.0; 1.5; dan 2.0 cm^2) lalu diukur respon potensialnya secara potensiometri pada buffer fosfat pH 7 dan konsentrasi substrat 2.8×10^{-3} dengan melilitkannya pada kawat tungsten sebagai elektroda kerja dengan logam Ag sebagai elektroda referensi. Hasil tahapan ini adalah membran dengan

ukuran 0.5 cm^2 memiliki respon potensial terbesar dan respon potensial yang dihasilkan menurun seiring dengan bertambahnya ukuran membran.

Tahap kedua adalah pembuatan rangkaian pengukur potensial, dalam penelitian ini menggunakan design rangkaian pembagi tegangan karena respon potensial yang dihasilkan dari reaksi katalase dengan hidrogen peroksida sudah sangat besar yaitu sekitar 200 mV sampai 500 mV. Pengujian linieritas rangkaian ini dilakukan dengan membuat rangkaian penghasil variasi potensial yang menghasilkan potensial bervariasi dari 1400 mV hingga 250 mV, selanjutnya output potensial dari rangkaian tersebut dihubungkan dengan rangkaian pengukur potensial yang akan diuji sebagai input potensialnya (V_{in}). Hasil dari tahapan ini Nilai V_{out} dari rangkaian pengukur potensial (gambar 4.3) memiliki faktor koreksi sebesar $0.2 V_{in}$ dan linieritas V_{in} vs V_{out} sebesar 0,97. Data tersebut menyatakan bahwa potensial yang masuk (V_{in}) dalam rangkaian potensial ini cukup linier terhadap potensial keluarannya (V_{out}).

Karakteristik sensor ditentukan dengan pengukuran terhadap 4 (empat) jenis konsentrasi larutan H_2O_2 yang telah distandarisasi yaitu 0.5×10^{-3} , 1.0×10^{-3} , 1.5×10^{-3} , dan 2.2×10^{-3} . Hasil pengukuran dengan rangkaian potensiometri ini dibandingkan dengan hasil pengukuran dengan multimeter. Reprodusibilitas pengukuran dari rangkaian berkisar antara 0.3-0.7% dengan linieritas sebesar 99%, Reprodusibilitas pengukuran dari multimeter berkisar antara 0.3-2% dengan linieritas sebesar 99%. Analisa statistik (f-test) menunjukkan keseragaman antara pengukuran menggunakan rangkaian potensiometer dan multimeter, Secara umum, rangkaian tersebut cukup layak untuk dapat digunakan sebagai instrumen biosensor hidrogen peroksida (H_2O_2) tetapi perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan sensitifitas dan menurunkan limit deteksinya

PRAKATA

Puji syukur alhamdulillah ke hadirat Allah SWT Yang Maha Segalanya atas rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis (skripsi) yang berjudul *Rancangan Miniatur Biosensor Hidrogen Peroksida (H₂O₂) Berbasis Potensiometri dengan Mengimmobilisasi Katalase dalam Membran Nata de Coco* dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata 1 (S1) di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Sholawat dan salam tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi pembawa rahmatan lil'alamiin.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
2. Bapak Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
3. Bapak Ir. Neran, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Utama, Ibu Asnawati, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota, Bapak Tri Mulyono, S.Si, M.Si., selaku Dosen penguji I dan Bapak Drs. Zulfikar Ph.D selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian untuk penyempurnaan skripsi ini;
4. Bapak Drs. Zulfikar, Ph.D., selaku Kepala Laboratorium Kimia Analitik dan Bapak Ir. Neran, M.Kes., selaku Kepala Laboratorium Kimia Instrumen, yang telah memberikan izin melaksanakan penelitian di laboratoriumnya.
5. Bapak Suwardiyanto, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan masukan dan motivasi dalam penyelesaian skripsi sekaligus penyelesaian studi di Jurusan Kimia;

6. Rekan kerja penelitian: Arlie dan Yuzkil yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian, memberikan semangat dan motivasi sehingga penelitian dapat terselesaikan dengan baik.
7. Dosen-dosen, teknisi dan teman-teman di jurusan kimia yang telah banyak memberikan motivasi sehingga skripsi dan studi penulis terselesaikan dengan baik.
8. Teman kos: Andy, Lilik, Hasan dan Yudi serta Bapak-Ibu kos, yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi penulis.
9. Sahabatku Ayu dan Vivi atas motivasi dan semangatnya, Mas Rahmat dan Meta atas pinjaman komputernya, Melisa dan MX-nya yang sudah menemani dan membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Mas Budi di bagian administrasi jurusan Kimia yang telah banyak membantu penyelesaian administrasi penulis. Mohon maaf kalau telah banyak merepotkan.
11. Bu Hartik di bagian keuangan jurusan Kimia yang telah membantu menyelesaikan tanggungan alat di laboratotium.
12. Semua pihak yang telah membantu tetapi tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Besar harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Amiin.

Jember, Desember 2008

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	
1.1.1 Tujuan Penelitian	4
1.1.2 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Biosensor	4
2.2 Katalase	5
2.2.1 Karakteristik Katalase	5
2.2.2 Struktur Katalase	6
2.2.3 Substrat Katalase: Hidrogen Peroksida	7
2.2.4 Mekanisme Reaksi Katalitik Katalase	8

2.3 Membran Nata De Coco (Selulosa Bakterial)	10
2.4 Immobilisasi Entrapment Katalase	11
2.5 Potensiometri	12
2.5.1 Sistem Elektroda	12
2.5.2 Rangkaian Pengukur Potensial	15
2.6 Penampil Sinyal	19
BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	21
3.2 Alat dan Bahan	
3.2.1 Alat	21
3.2.1 Bahan	21
3.4 Prosedur Penelitian	
3.3.1 Preparasi Bahan	22
3.3.2 Preparasi membran Nata de coco - yang Terimmobilisasi Katalase	22
3.3.3 Pembuatan Reaktor dan Optimasi Ukuran Membran	23
3.3.4 Pembuatan Rangkaian Pengukur Potensial	24
3.3.5 Pengujian Rangkaian Potensiometrik Biosensor Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂)	26
3.5 Metode Analisis Data	
3.4.1 Reprodusibilitas	28
3.4.2 Linier Range	28
3.4.3 Limit Deteksi	28
3.4.4 Sensitifitas	29
3.6 Diagram Alir Penelitian	30
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	31
4.2 Pembahasan	33
4.2.1 Aktivitas Katalase Terimmobilisasi dalam Membran	33

4.2.2 Respon Potensiometri	33
4.2.3 Uji Linieritas Rangkaian Pengukur Potensial	36
4.2.4 Optimasi ukuran Membran	39
4.2.5 Karakteristik Sensor.....	40
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Data Hasil Pengukuran Optimasi Ukuran Membran	31
4.2 Data Hasil Uji Kelinieran Rangkaian pengukur Potensial	32
4.3 Data Kalibrasi Respon Perubahan Potensial (ΔV) Larutan H_2O_2 Berbagai Konsentrasi Menggunakan Multimeter Standar	32
4.4 Data Kalibrasi Respon Perubahan Potensial (ΔV) Larutan H_2O_2 Berbagai Konsentrasi Menggunakan Rangkaian Pengukur Potensial	32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Mekanisme Kerja Biosensor	4
2.2 Struktur (a) heme <i>b</i> (b) heme <i>d</i>	6
2.3 Koordinasi Heme Besi: Heksakordinat	7
2.4 Struktur Kompleks Katalase dengan NADPH	7
2.5 Struktur Molekul Hidrogen Peroksida.....	8
2.6 Mekanisme Reaksi Katalitik Hidrogen Peroksida Oleh katalase	9
2.7 Model Immobilisasi Entrapment	11
2.8 Skema Rangkaian Pengukur Potensial secara Umum	16
2.9 Simbol Op Amp	16
2.10 Skema Rangkaian Voltage Follower	17
2.11 Skema Rangkaian Inverting	17
2.12 Skema Rangkaian Pembagi Tegangan.....	18
2.13 Segmen-Segmen Pada LED.....	20
2.14 Mekanisme Kerja LCD.....	20
3.1 Rancangan Removable Batch Reactor.....	23
3.2 Pengukuran Potensial dan Optimasi Ukuran Membran Terimobilisasi	24
3.3 Pembuatan Rangkaian Pengukur Potensial (Rangkaian Penguat)	25
3.4 Pembuatan Rangkaian Pengukur Potensial (Rangkaian Pembagi tegangan)	25
3.5 Model instrumentasi yang akan dibuat	26
4.1 Aktivitas Katalase dalam Membran Nata de Coco	31
4.2 Mekanisme Katalisis Katalase.....	34
4.3 Grafik Respon Potensial Pada Pengukuran Reaksi (H_2O_2) dengan Katalase.....	35
4.4 Kurva linieritas rangkaian Pengukur Potensial.....	38
4.5 Grafik perbandingan pengukuran menggunakan multimeter dan rangkaian	38
4.6 Kurva Optimasi Ukuran Membran Terhadap Perubahan Potensial (mV)	39
4.7 Kurva Kalibrasi Pengukuran H_2O_2 Menggunakan Multimeter	41
4.8 Kurva Kalibrasi Pengukuran H_2O_2 Menggunakan Rangkaian	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Grafik Respon Optimasi Ukuran Membran	50
B. Grafik Respon Kalibrasi Menggunakan Multimeter	51
C. Grafik Respon Kalibrasi Dengan Rangkaian	53
D. Data Pengukuran Linieritas Rangkaian Potensiometer (Rangkaian Pembagi Tegangan)	55
E. Pembuatan Reagen.....	56
F. Perhitungan Standarisasi KMnO_4 dan H_2O_2	57
G. Pembuatan Buffer	58
H. Perhitungan Limit deteksi dan Reprodusibilitas.....	61
I. Perhitungan Analisa Statistik (F-test)	64
J. Gambar dan spesifikasi LCD Panel Meter-438	65