



**PENGEMBANGAN SENSOR HALAL BERBASIS PANI DAN
ALKOHOL OKSIDASE (AOX) UNTUK MENDETEKSI KADAR
ALKOHOL PADA PRODUK MINUMAN**

SKRIPSI

Oleh

**Titi Irmawati
NIM 072210101083**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



**PENGEMBANGAN SENSOR HALAL BERBASIS PANI DAN
ALKOHOL OKSIDASE (AOX) UNTUK MENDETEKSI KADAR
ALKOHOL PADA PRODUK MINUMAN**

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Penyelesaian Program Sarjana Farmasi
Fakultas Farmasi Universitas Jember

Oleh

Titi Irmawati
NIM 072210101083

FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2011

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT yang Maha Pengatur segalanya.
2. Bapakku Amiruddin dan Ibuku Nur Hayati tercinta, kuhaturkan terimakasih atas segala waktu, do'a yang tiada henti disetiap sholat kalian, nasihat dan perhatian yang kalian curahkan, juga atas pergorbanan kebahagiaan kalian demi anakmu.
3. Mbak Niha, mas Asmara, mbak Ria, mas Puguh, dek Rudi, mak Dhe yang selalu menjadi motivasiku untuk bisa berbuat lebih baik lagi, bisa melakukan yang terbaik, dan menjadi muslimah yang baik.
4. Ponakanku tercinta, Afan, Gagah, dan Azzam yang telah menginspirasi banyak hal.
5. Seseorang yang banyak memberi nasihat untuk tidak menyerah dan selalu berusaha, setelah kesulitan itu pasti ada kemudahan.
6. Bapak Bambang Kuswandi, terima kasih atas bimbingannya. Bu Wulan, terima kasih atas segala bimbingan yang diberikan.
7. Temanku Dinik, menginspirasi untuk selalu bisa bersyukur.
8. Teman seperjuangan, Reni, Wulan, juga teman-teman 2007. Dari kalian aku bisa tau makna perbedaan dan perjuangan.
9. Saudara-saudaraku di Ar-Rauda dan Basmah yang selalu memberi kehangatan ukhuwah.
10. Blonteng, Zuma, Nemo, Yupi dan Momo yang setia mengantarkan, menemani, dan menghibur.
11. Almamater tercinta Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTO

**“Sekiranya lautan menjadi tinta untuk (menulis) kalimat-kalimat Tuhanku,
sungguh habislah lautan itu sebelum habis (ditulis) kalimat-kalimat Tuhanku,
meskipun Kami datangkan tambahan sebanyak itu (pula)”**

(Al-Kahfi : 109)

**“Bila hati itu bersih, maka ia tidak akan pernah kenyang untuk selalu membaca
Al-Qur’an”**

(Ustman bin Affan ra)

**“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan
kesanggupannya”**

(Al-Baqarah : 286)

“Dan ingatlah setelah kesulitan itu akan ada kemudahan yang menyertai”

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Titi Irmawati

NIM : 072210101083

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Pengembangan Sensor Halal Berbasis PANI dan Alkohol Oksidase (AOX) untuk Mendeteksi Kadar Alkohol pada Produk Minuman* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2011

Yang menyatakan,

Titi Irmawati

NIM 072210101083

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN SENSOR HALAL BERBASIS PANI DAN
ALKOHOL OKSIDASE (AOX) UNTUK MENDETEKSI KADAR
ALKOHOL PADA PRODUK MINUMAN**

Oleh
Titi Irmawati
072210101083

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D

Dosen Pembimbing Anggota : Lestyo Wulandari S. Farm., Apt., M. Farm

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Pengembangan Sensor Halal Berbasis PANI dan Alkohol Oksidase (AOX) untuk Mendeteksi Kadar Alkohol pada Produk Minuman* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada:

hari : Kamis

tanggal: 29 Desember 2011

tempat : Fakultas Farmasi

Tim Penguji :

Ketua,

Sekretaris,

Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D
NIP 196902011994031002

Lestyo Wulandari, S.Farm., Apt., M.Farm
NIP 197604142002122001

Anggota I,

Anggota II,

Moch.Amrun H, S.Si., Apt., M.Farm
NIP.197801262001121004

Yuni Retnaningtyas, S.Si., Apt., M.Si
NIP 197806092005012004

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,

Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D
NIP 196902011994031002

RINGKASAN

Pengembangan Sensor Halal Berbasis PANI dan Alkohol Oksidase (AOX) untuk Mendeteksi Kadar Alkohol pada Produk Minuman

Titi Irmawati;072210101083;2011;Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penggunaan alkohol sebagai minuman sudah dikenal luas. Karena jumlah pemakaian alkohol dalam minuman sangat banyak, tidak mengherankan apabila keracunan akut maupun kronis bahkan kematian yang diakibatkan alkohol sering terjadi. Alkohol juga seringkali dikonsumsi berlebihan, sehingga menjadi penyebab utama kecelakaan lalu lintas yang fatal (Budiastra *et al.*, 2009). Hukum penggunaan alkohol dalam minuman adalah haram. Seperti firman Allah : “Hai orang-orang yang beriman! Sesungguhnya meminum khamar, berjudi, berkorban untuk berhala dan mengundi nasib dengan anak panah adalah perbuatan-perbuatan keji yang termasuk perbuatan syaitan (Al-Ma’idah [5]: 90)”.

Keberadaan alkohol dalam minuman dapat dianalisis dengan menggunakan beberapa metode. Beberapa metode instrumental seperti kromatografi cair, kromatografi gas, spektrometer massa, spektroskopi *near* dan *mid*, fluorometri dan juga dengan metode biosensor dapat digunakan (Paixao dan Bertotti, 2004). Kelebihan biosensor dibandingkan dengan metode lain, yakni secara fisik biosensor relatif lebih kecil, kuat, *portable*, butuh sampel sedikit dan relatif murah, analisisnya cepat, spesifik, *real-time* sehingga memungkinkan melakukan monitoring secara langsung dan otomatis (Kuswandi, 2010).

Pada biosensor, salah satu polimer konduktif yang dapat digunakan sebagai alternatif material pendukung atau matrik dalam immobilisasi dan telah diterapkan untuk beberapa enzim adalah polianilin (PANI) (Marcos *et al.*, 2000). Polianilin adalah salah satu bahan polimer konduktif yang paling banyak dikaji pada lebih dua dekade terakhir karena memiliki sifat fisika dan kimia yang khas sehingga memiliki potensi aplikasi yang luas (Maddu *et al.*, 2008).

Biosensor yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebuah membran PANI/AOX berupa membran PANI yang diimmobilisasi enzim alkohol oksidase (AOX) yang selektif terhadap analit yang dideteksi yaitu alkohol (etanol). Enzim AOX diimmobilisasi dengan teknik enkapsulasi dalam membran PANI.

Linieritas membran PANI/AOX yang didapat meliputi rentang konsentrasi 0,4 – 8 %, dengan persamaan regresi yang diperoleh adalah $y = 2,818x + 36,14$ dengan harga koefisien korelasi (r) adalah 0,995. Batas deteksi (LOD) yang didapat adalah 0,001 % sementara batas kuantitasi (LOQ) sebesar 0,003 %. Membran PANI/AOX presisi dengan nilai RSD 0,585 % dan akurat dengan nilai % *recovery* rata-rata sebesar 101,186 %. Membran PANI/AOX stabil dalam penyimpanan suhu 4 °C. Dari Uji aplikasi sampel minuman dan sampel referensi maka dapat disimpulkan membran PANI/AOX dapat diaplikasikan.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Pengembangan Sensor Halal Berbasis PANI dan Alkohol Oksidase (AOX) untuk Mendeteksi Kadar Alkohol pada Produk Minuman*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember dan selaku dosen pembimbing utama atas waktu, pikiran, dan perhatiannya dalam membimbing dan memberi petunjuk sehingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
2. Lestyo Wulandari, S.Farm., Apt., M.Farm selaku dosen pembimbing anggota atas waktu, pikiran, dan perhatiannya dalam membimbing dan memberi petunjuk sehingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
3. Moch.Amrun H, S.Si., Apt., M.Farm dan Yuni Retnaningtyas, S.Si., Apt., M.Si sebagai dosen penguji yang banyak memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun dalam penulisan skripsi ini
4. Pak Koko yang memberikan pengetahuan dan solusi atas masalah yang dihadapi penulis.
5. Bu Wayan selaku teknisi laboratorium Kimia Farmasi, atas saran-saran dan bantuannya selama penulis mengerjakan penelitian.
6. Bapakku yang mengajarkan arti sebuah perjuangan dan kerja keras. Ibuku yang mengajarkanku kesabaran dan ketelatenan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga saran dan kritik dari semua pihak diterima dengan senang hati demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Jember, Desember 2011

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--------------------------------------|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | ii |
| HALAMAN MOTO | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN PEMBIMBINGAN | v |
| HALAMAN PENGESAHAN | vi |
| RINGKASAN | vii |
| PRAKATA | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR TABEL | xv |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.5 Batasan Masalah | 4 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Minuman Beralkohol | 5 |
| 2.2 Halal | 6 |
| 2.2.1 Pengertian Halal..... | 6 |
| 2.2.2 Sertifikasi Halal..... | 7 |
| 2.3 Alkohol | 7 |
| 2.4 Polimer Konduktif | 9 |
| 2.5 Polianilin | 9 |
| 2.5.1 Struktur Polianilin | 10 |

| | | |
|---------------------------------------|---|----|
| 2.5.2 | Polimerisasi Anilin..... | 10 |
| 2.5.3 | Pengaruh Faktor Sintesis pada Polimerisasi anilin | 11 |
| 2.5.4 | Sifat-sifat Polianilin | 12 |
| 2.6 | Biosensor | 12 |
| 2.6.1 | Prinsip Pengukuran Biosensor | 12 |
| 2.6.2 | Komponen Penyusun Biosensor | 13 |
| 2.6.3 | Penggunaan Biosensor | 15 |
| 2.6.4 | Karakteristik Biosensor..... | 15 |
| 2.7 | Enzim | 17 |
| 2.7.1 | Tinjauan Umum Tentang Enzim..... | 17 |
| 2.7.2 | Enzim Alkohol Oksidase (AOX) | 18 |
| 2.8 | Immobilisasi Enzim | 19 |
| 2.9 | Karakteristik Teknik Immobilisasi | 19 |
| 2.9.1 | Adsorpsi | 19 |
| 2.9.2 | Enkapsulasi | 20 |
| 2.9.3 | Entrapment | 20 |
| 2.9.4 | Cross-linking | 21 |
| 2.9.5 | Ikatan Kovalen | 21 |
| 2.10 | Spektrofotometer UV-Vis | 22 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN | | 23 |
| 3.1 | Tempat dan waktu penelitian | 23 |
| 3.2 | Alat dan Bahan | 23 |
| 3.3 | Diagram Alur Penelitian | 24 |
| 3.3.1 | Diagram Alur Penelitian | 24 |
| 3.3.2 | Diagram Alir Sintesis Membran PANI..... | 25 |
| 3.3.3 | Diagram Alir Immobilisasi AOX dalam Membran PANI..... | 26 |
| 3.4 | Prosedur Penelitian | 26 |
| 3.4.1 | Preparasi Bahan..... | 26 |
| 3.4.2 | Immobilisasi AOX dalam PANI | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 3.4.3 Optimasi Membran PANI | 28 |
| 3.4.3 Karakteristik Biosensor..... | 28 |
| 3.5 Aplikasi pada Sampel | 31 |
| 3.6 Desain Sensor Alkohol..... | 32 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 33 |
| 4.1 Fabrikasi Membran Polianilin (PANI) | 33 |
| 4.2 Immobilisasi Enzim AOX..... | 33 |
| 4.2.1 Optimasi pH Immobilisasi | 34 |
| 4.2.2 Optimasi Volume AOX | 34 |
| 4.3 Optimasi Membran PANI/AOX | 35 |
| 4.3.1 Optimasi pH Operasional..... | 35 |
| 4.3.2 Optimasi Waktu Respon Membran PANI/AOX..... | 36 |
| 4.4 Karakteristik Membran PANI/AOX | 37 |
| 4.4.1 Linieritas | 37 |
| 4.4.2 LOD dan LOQ | 39 |
| 4.4.3 Presisi..... | 41 |
| 4.4.4 Akurasi..... | 44 |
| 4.4.4 Selektivitas..... | 45 |
| 4.4.5 Stabilitas..... | 46 |
| 4.6 Aplikasi pada Sampel | 48 |
| BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN | 53 |
| 4.6 Kesimpulan | 53 |
| 4.6 Saran | 54 |
| DAFTAR PUSTAKA | 55 |
| LAMPIRAN | 60 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Struktur Alkohol (etanol) | 8 |
| 2.2 Struktur Umum Polianilin | 10 |
| 2.3 Prinsip Biosensor..... | 15 |
| 2.4 Teknik Adsorpsi | 19 |
| 2.5 Teknik Cross-Linking..... | 21 |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian..... | 24 |
| 3.2 Diagram Alir Sintesis Membran PANI | 25 |
| 3.3 Diagram Alir Immobilisasi Alkohol Oksidase dalam Membran PANI | 26 |
| 4.1 Hasil Cetakan Membran Polianilin (PANI)..... | 33 |
| 4.2 Perubahan Karakter Fisik Membran PANI | 36 |
| 4.3 Pengukuran waktu respon dengan perubahan Warna Hijau ke Biru | 36 |
| 4.4 Kurva Kalibrasi Penentuan Linieritas Membran PANI/AOX..... | 39 |
| 4.5 Kurva Penentuan LOD dan LOQ | 40 |
| 4.6 Kurva Kalibrasi Pengukuran Presisi..... | 42 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Klasifikasi Komponen Biologi Penyusunan Biosensor..... | 13 |
| 4.1 Karakteristik membran pada pH 6 dan 7 | 34 |
| 4.2 Optimasi Volume Enzim | 35 |
| 4.3 Data waktu respon membran PANI pada berbagai konsentrasi standar alkohol | 37 |
| 4.4 Data Hasil pengukuran nilai Δ <i>mean</i> RGB untuk daerah linier | 38 |
| 4.5 Hasil Pengukuran RGB untuk LOD-LOQ Alkohol | 40 |
| 4.6 Hasil Pengukuran RGB untuk Presisi Standar Alkohol | 41 |
| 4.7 Hasil Pengukuran Presisi | 43 |
| 4.8 Data Hasil Pengujian Akurasi | 44 |
| 4.9 Hasil pengukuran nilai Δ <i>mean</i> RGB untuk selektivitas..... | 45 |
| 4.10 Hasil Pengujian Stabilitas Membran PANI/AOX Selama Satu Hari | 47 |
| 4.11 Hasil Pengujian Stabilitas Membran PANI/AOX Setelah Satu Bulan..... | 48 |
| 4.12 Hasil Pengujian pada Bir Guinness..... | 49 |
| 4.13 Hasil Pengujian pada Legen | 49 |
| 4.14 Hasil Pengujian pada Air Tape..... | 50 |
| 4.15 Hasil Pengukuran Kedua Metode Analisis..... | 51 |