



**BIOSENSOR GLUKOSA SECARA AMPEROMETRI BERBASIS  
IMMOBILISASI GLUKOSA OKSIDASE (GO<sub>x</sub>) DALAM MEMBRAN  
POLI(3-AMINOPHENOL) DI PERMUKAAN ELEKTRODA KERJA PASTA  
KARBON (CP)-FERROCENE (Fc)**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Istiqomah Utaminingsih  
NIM 041810301039**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2009**

## RINGKASAN

**Biosensor Glukosa Secara Amperometri Berbasis Immobilisasi Glukosa Oksidase (GOx) dalam Membran Poli(3-Aminophenol) di Permukaan Elektroda Kerja Pasta Karbon (CP)-Ferrocece (Fc); Istiqomah Utaminingsih, 041810301039; 2009: 61 hal; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.**

Penelitian dan pengembangan biosensor dewasa ini masih terus aktif, salah satunya adalah biosensor glukosa. Biosensor glukosa yang memanfaatkan oksigen ( $O_2$ ) sebagai mediator transfer elektron dari enzim ke elektroda dan reaksi oksidasi glukosa oleh glukosa oksidase (GOx) menjadi glukonolakton dan  $H_2O_2$  masih memiliki kelemahan. Kelemahan tersebut adalah jika molekul  $H_2O_2$  yang terbentuk tidak dioksidasi lebih lanjut pada potensial +0,9 V *vs* SCE akan mendeaktivasi GOx dan hal ini tidak diinginkan terjadi. Usaha untuk mengoksidasi  $H_2O_2$  pada potensial +0,9 V *vs* SCE memiliki kelemahan, karena biomolekul yang biasanya ada bersama glukosa seperti asam urat dan asam askorbat akan ikut teroksidasi sehingga mengganggu respon biosensor. Oleh sebab itu, diperlukan mediator transfer elektron lain untuk menggantikan  $O_2$ .

Nakabayashi *et al*, 1998 berhasil menggunakan Ferrocene (Fc) yang merupakan mediator transfer elektron buatan untuk menggantikan  $O_2$ . Penggunaan Fc sebagai pengganti  $O_2$  menyebabkan  $H_2O_2$  tidak terbentuk selama proses *sensing* biosensor glukosa. Pada penelitian ini glukosa oksidase (GOx) akan di *entrapment* (dijebak) dalam membran poli(3-aminophenol) (PAPO) pada permukaan elektroda pasta karbon (CP). CP dalam hal ini sebelumnya telah dicampur secara homogen

dengan ferrocene (Fc), sehingga biosensor glukosa yang diperoleh disebut sebagai Fc,CP/GOx/PAPO. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui jumlah optimum Fc, lama perendaman optimum elektroda CP yang akan digunakan, dan karakteristik biosensor glukosa.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik dan Kimia Fisik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Secara umum penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap. Tahap pertama pembuatan elektroda pasta karbon (CP). Tahap kedua pembuatan membran poli(3-aminophenol) (PAPO) secara elektropolimerisasi dengan voltametri siklik, dan *entrapment* glukosa oksidase (GOx) dalam membran PAPO. Tahap ketiga karakterisasi biosensor glukosa Fc,CP/GOx/PAPO yang diperoleh, meliputi penentuan daerah linier, limit deteksi, sensitivitas, reproduibilitas, dan *lifetime*-nya.

Optimasi dilakukan untuk mengetahui kondisi optimum komposisi dan parameter pengukuran biosensor glukosa FC,CP/GOx/PAPO. Ada dua macam optimasi yang dilakukan yaitu, penentuan jumlah optimum Fc, dan lama perendaman optimum elektroda kerja pasta karbon dalam larutan GOx.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah biosensor glukosa Fc,CP/GOx/PAPO dengan kondisi optimum pengukuran antara lain potensial oksidasi optimum Fc di 744 mV, jumlah optimum Fc 5 mg, lama perendaman optimum elektroda CP 1,5 jam, dan nilai Km GOx terimmobilisasi 10,9 mM dan  $V_{maks}$  35,7 A.s<sup>-1</sup>. Hasil karakterisasi biosensor glukosa Fc,CP/GOx/PAPO diperoleh daerah linier: 0,25; 1; 2; 3; dan 4 mM, koefisien korelasi 0,996, limit deteksi 0,24 mM, sensitivitas 16,9 mM<sup>-1</sup>, reproduibilitas yang baik dengan %Kv kurang dari 5%, dan memiliki *lifetime* satu hari.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iv</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>4</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	<b>4</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Glukosa</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2 Enzim</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3 Glukosa Oksidase</b> .....	<b>10</b>
<b>2.4 Elektoda Pasta Karbon (CP)</b> .....	<b>14</b>
<b>2.5 Ferrocene (Fc)</b> .....	<b>14</b>
<b>2.6 Grafit</b> .....	<b>17</b>
<b>2.7 Elektropolimerisasi</b> .....	<b>18</b>
<b>2.8 Polimer Non-Konduktif</b> .....	<b>19</b>
<b>2.9 Poli(3-aminophenol)</b> .....	<b>20</b>
<b>2.10 Immobilisasi Enzim</b> .....	<b>22</b>
2.10.1 Adsorpsi .....	22
2.10.2 Metode Cross-linking.....	23
2.10.3 Entrapment .....	23
2.10.4 Mikroenkapsulasi .....	24
2.10.5 Ikatan Kovalen .....	25
<b>2.11 Voltametri Siklik</b> .....	<b>25</b>
<b>2.12 Amperometri</b> .....	<b>29</b>

<b>2.13 Biosensor .....</b>	<b>31</b>
<b>2.14 Biosensor Amperometri.....</b>	<b>32</b>
<b>2.15 Karakterisasi Biosensor.....</b>	<b>32</b>
2.15.1 Daerah linier.....	32
2.15.2 Limit deteksi.....	33
2.15.3 Sensitivitas .....	34
2.15.4 Reprodusibilitas.....	34
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan.....</b>	<b>35</b>
3.2.1 Alat.....	35
3.2.2 Bahan .....	36
<b>3.3 Diagram Alir Penelitian Biosensor Glukosa.....</b>	<b>37</b>
<b>3.4 Prosedur Penelitian.....</b>	<b>38</b>
3.4.1 Pembuatan Berbagai Larutan .....	38
3.4.2 Desain Biosensor Glukosa Secara Amperometri yang akan Dibuat.....	39
3.4.3 Pembuatan Sel Elektrokimia.....	39
3.4.4 Optimasi Jumlah Ferrosen (Fc).....	39
3.4.5 Elektropolimerisasi 3-aminophenol dan Immobilisasi GOx	40
3.4.6 Penentuan Potensial Oksidasi Optimum Glukosa.....	40
3.4.7 Karakterisasi Biosensor Fc,CP/GOx/PAPO .....	40
<b>BAB 4. PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
<b>4.1 Membran Poli(3-aminophenol) dan Immobilisasi Enzim         Glukosa Oksidase (GOx) .....</b>	<b>42</b>
<b>4.2 Affinitas Glukosa Oksidase (GOx) Terimmobilisasi .....</b>	<b>44</b>
<b>4.3 Potensial Oksidasi Optimum Ferrocene (Fc) .....</b>	<b>46</b>
<b>4.4 Jumlah Optimum Ferrocene (Fc).....</b>	<b>48</b>
<b>4.5 Lama Perendaman Optimum Elektroda Kerja Pasta         Karbon (CP) dalam Larutan Enzim Glukosa Oksidase         (GOx).....</b>	<b>49</b>

<b>4.6 Karakteristik Biosensor Fc,CP/GOx/PAPO</b> .....	<b>51</b>
4.6.1 Daerah Linier .....	51
4.6.2 Limit Deteksi.....	54
4.6.3 Sensitivitas .....	54
4.6.4 Reprodusibilitas.....	55
4.6.5 Lifetime .....	56
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	<b>58</b>
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	<b>58</b>
<b>5.2 Saran</b> .....	<b>58</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>62</b>