



**PENGEMBANGAN LDK (LAB DALAM KEPINGAN) BERBASIS KERTAS  
UNTUK DETEKSI KREATININ DAN pH PADA SAMPEL URIN SERTA  
UREA DAN PROTEIN PADA SAMPEL DARAH SECARA SIMULTAN**

**SKRIPSI**

Oleh

**NUR RISTA WINDRI ANASARI**

**NIM 062210101067**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2010**



**PENGEMBANGAN LDK (LAB DALAM KEPINGAN) BERBASIS KERTAS  
UNTUK DETEKSI KREATININ DAN pH PADA SAMPEL URIN SERTA  
UREA DAN PROTEIN PADA SAMPEL DARAH  
SECARA SIMULTAN**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Sarjana Farmasi ( S1 )  
dan mencapai gelar Sarjana Farmasi

Oleh :

**NUR RISTA WINDRI ANASARI**

**NIM 062210101067**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER  
2010**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang Maha segala-galanya;
2. Ayahanda Andriyanto (Alm) yang telah berada di sisi-Nya dan IbuQ Sri Winarni, kuhaturkan terima kasih yang tak terhingga atas doa, dukungan, pengorbanan dan kasih sayang yang tiada henti kepadaku;
3. Keluarga besarku, Ummi, Lek Herul, Om Sa, Tante Ika, Mas Dodik, Adik-adikku Tika, Ema dan Alzam, terima kasih atas segala doa dan dukungannya dalam hidupku;
4. Bapak Bambang Kuswandi, terima kasih telah memberikan bantuan berupa jurnal, bahan, alat, serta bimbingan-bimbingan dengan segala perhatian hingga terselesaikan skripsi ini. Ibu Nia Kristiningrum, terimah kasih atas segala saran dan nasihat yang selama ini ibu berikan. Bu Wayan, terimah kasih atas segala bantuan yang ibu berikan sampai terselesaikannya skripsi ini.
5. Teman-teman seperjuangan Adine, Riza dan Nufus terima kasih atas bantuan, dorongan serta semangat selama kebersamaan kita dalam melakukan penelitian.
6. Sahabat-sahabatku Rizka, Dea, semua teman-teman KKT Sukowiryo, dan teman-teman farmasi 2006, terima kasih atas dukungan, nasehat, semangat serta bantuannya;
7. Kakak-kakakku, miziz, mbak Zubed, mbak Sinta, mbak Dani, mbak Irna, Pepy serta seluruh penghuni Khemi Cos, yang selalu mendukungku, dan memberi semangat padaku;
8. Pahlawan "tanpa tanda jasa" ku di SDN Keting 04, SMPN 1 Yosowilangun, SMAN 1 Lumajang, Fakultas Farmasi Universitas Jember, atas kesabarannya dalam membimbing dan menyalurkan ilmunya, menjadikanku sebagai sosok yang berpendidikan;
9. Almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

## **MOTTO**

Hanya kepada Engkau kami menyembah dan hanya kepada Engkaulah kami  
memohon pertolongan  
(QS. Al-Fatihah: 5)

Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, dan sesungguhnya yang demikian  
itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu'  
(Q.S Al-Baqarah 2:45)

Barangsiapa mengajak kepada petunjuk, niscaya ia mendapatkan pahala seperti  
pahala orang-orang yang mengikutinya tanpa mengurangi pahala mereka sedikitpun.  
(HR. Bukhari Muslim)

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nur Rista Windri Anasari

NIM : 062210101067

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Pengembangan LDK (Lab Dalam Kepingan) Berbasis Kertas Untuk Deteksi Kreatinin Dan pH Pada Sampel Urin Serta Urea Dan Protein Pada Sampel Darah Secara Simultan* 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, 25 Mei 2010

Yang menyatakan,

Nur Rista Windri Anasari

NIM : 062210101067

**SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN LDK (LAB DALAM KEPINGAN) BERBASIS KERTAS  
UNTUK DETEKSI KREATININ DAN pH PADA SAMPEL URIN SERTA  
UREA DAN PROTEIN PADA SAMPEL DARAH  
SECARA SIMULTAN**

Oleh

**Nur Rista Windri Anasari**  
**062210101067**

Pembimbing :

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

Dosen Pembimbing Anggota : Nia kristiningrum, S.Farm., Apt

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Pengembangan LDK (Lab Dalam Kepingan) Berbasis Kertas Untuk Deteksi Kreatinin Dan pH Pada Sampel Urin Serta Urea Dan Protein Pada Sampel Darah Secara Simultan* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada:  
hari :  
tanggal:  
tempat : Fakultas Farmasi

### Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

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

Nia Kristiningrum, S.Farm., Apt.

NIP 19690201 199403 1 002

NIP 19820406 200604 2 001

Anggota I,

Anggota II,

Drs. Nuriman, Ph. D

Fifteen Aprila Fajrin, S.Farm., Apt.

NIP 196506011993021001

NIP 19820415 200604 2 002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,

Prof. Drs. Bambang Kuswandi, MSc., PhD

NIP 196902011994031002

*Pengembangan LDK (Lab Dalam Kepingan) Berbasis Kertas Untuk Deteksi Kreatinin Dan pH Pada Sampel Urin Serta Urea Dan Protein Pada Sampel Darah Secara Simultan*

**Nur Rista Windri Anasari**

*Fakultas Farmasi, Universitas Jember*

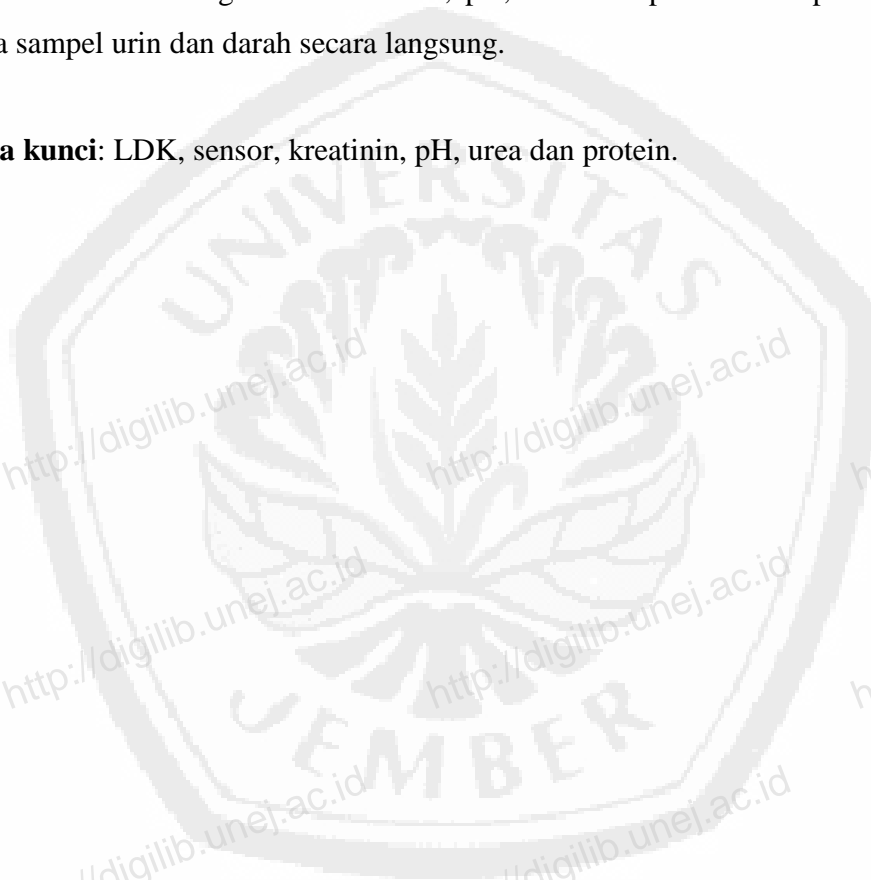
**ABSTRAK**

LDK (Lab Dalam Kepingan) merupakan suatu instrumen analitik (sensor kimia dan biosensor) yang dapat digunakan untuk mendeteksi kreatinin dan pH dalam urin serta urea dan protein dalam darah. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan fabrikasi LDK, kondisi optimal operasional LDK, karakteristik LDK dan Untuk mengetahui apakah LDK dapat diaplikasikan pada sampel nyata. Untuk mendeteksi kreatinin dalam urin diperlukan suatu reagen yang berupa campuran *tetramethylbenzidine* (TMB) dan *diisopropylbenzenedihidroperoksida* (DIX) 3:1 dengan dapar sitrat pH 7 serta  $\text{CuSO}_4$  konsentrasi 25000 ppm, dengan karakteristik batas deteksi 0,1 ppm, daerah kerja 100-600 ppm, kurang sensitif yaitu dengan perbedaan konsentrasi sebesar 167 ppm mampu memberikan perbedaan sebesar 1 satuan nilai *mean blue*., cukup selektif dengan adanya pengganggu garam dan urea. Reprodusibilitas baik dengan nilai RSD <5%. Untuk medeteksi nilai pH dalam urin diperlukan campuran reagen *Bromthymol Blue* 10000 ppm dan *Methyl Red* 3000 ppm 2 : 1, waktu deteksi kurang dari 2 menit dan *reproducible*, ditunjukkan dengan nilai RSD <5%. Untuk mendeteksi urea dalam darah diperlukan suatu reagen yang berupa campuran enzim *urease* dalam dapar fosfat pH 7,5 dan indikator *Bromothymol Blue* konsentrasi 3000 ppm, dengan karakteristik batas deteksi 100 ppm, daerah kerja 100 – 500 ppm, sensitivitas kurang yaitu dengan perbedaan konsentrasi sebesar 40 ppm mampu memberikan perbedaan sebesar 1 satuan nilai *mean blue*, cukup selektif terhadap gula, garam dan kreatinin. Reprodusibel baik dengan nilai RSD <5%. Untuk



pengukuran kadar protein dalam darah diperlukan suatu indikator *tetrabromophenolblue* (TBPB) dengan dapar sitrat pH 4 dengan karakteristik batas deteksi 1 ppm, daerah kerja 1 ppm - 73000 ppm, sensitivitas tinggi yaitu dengan perbedaan konsentrasi sebesar 0,48 ppm mampu memberikan perbedaan sebesar 1 satuan nilai *mean blue*, selektif terhadap garam, gula dan kreatinin, Reprodusibel baik dengan nilai RSD <5%. Pengukuran kreatinin, pH, urea dan protein mampu diaplikasikan pada sampel urin dan darah secara langsung.

**Kata kunci:** LDK, sensor, kreatinin, pH, urea dan protein.



## RINGKASAN

**Pengembangan LDK (Lab Dalam Kepingan) Berbasis Kertas Untuk Deteksi Kreatinin Dan pH Pada Sampel Urin Serta Urea Dan Protein Pada Sampel Darah Secara Simultan;** Nur Rista Windri Anasari, 062210101067; 2010; 102 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Ginjal merupakan organ vital dalam tubuh manusia, yang berfungsi untuk ultrafiltrasi, reabsorpsi air dan solut, penghasil hormon penting bagi tubuh serta sekresi ion-ion organik dan nonorganik dengan menyaring darah, mengekskresi sisa buangan metabolisme seperti urea, kreatinin, asam urat serta zat-zat kimia asing lainnya. Apabila ginjal gagal dalam menjalankan fungsi vitalnya maka akan terjadi kondisi yang dikenal sebagai uremia atau *end-stage renal disease (ESRD)*.

Kreatinin, pH, urea dan protein dalam urin dan darah merupakan faktor indikasi fungsi ginjal. Untuk memonitor kadar kreatinin dan pH dalam urin serta urea dan protein dalam darah dapat digunakan suatu sensor sebagai sensor kimia dan biosensor yaitu dengan mengimmobilisasikan campuran *tetramethylbenzidine (TMB)* dan *diisopropylbenzenedihidroperoksida (DIX)* serta  $\text{CuSO}_4$ , campuran reagen *Bromthymol Blue* dan *Methyl Red*, enzim urease dan *Bromthymol Blue* serta *tetrabromophenolblue (TBPB)* pada membran sensor, pemberian masing-masing indikator terpilih pada LDK akan menunjukkan perubahan warna yang dapat diamati secara visual. Intensitas warna masing-masing indikator yang terbentuk pada LDK sebanding dengan kadar kreatinin, pH, urea dan protein sehingga dapat digunakan sebagai *marker* fungsi ginjal.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tinta sablon yang sesuai untuk LDK merupakan campuran pasta karet warna, emulsifier dan tinta hitam karena mampu menahan cairan sampel dari perembesan dengan matriks pendukungnya ialah kertas saring jenis halus 150 mm. Kondisi optimum LDK antara lain: volume sampel optimum 10-20  $\mu\text{L}$  yaitu 10  $\mu\text{L}$  untuk jalur LDK yang pendek dan 20  $\mu\text{L}$  untuk jalur LDK yang panjang ; volume reagen optimum yaitu 0,5  $\mu\text{L}$ ; pH optimum buffer sitrat

untuk deteksi kreatinin adalah 7, pH optimum buffer fosfat untuk deteksi urea adalah 7,5 dan pH buffer sitrat optimum untuk deteksi protein adalah 4; konsentrasi optimum larutan indikator urea yaitu *bromothymol blue* 3000 ppm, larutan indikator pH yaitu *Bromthymol Blue* 10000 ppm dan *Methyl Red* 3000 ppm serta larutan indikator protein yaitu *tetrabromophenolblue* 1000 ppm.

Hasil karakterisasi biosensor ini meliputi: waktu respon deteksi kreatinin adalah  $\pm 1$  menit, waktu respon deteksi pH adalah  $\pm 2$  menit; waktu respon deteksi urea adalah  $\pm 2$  menit dan waktu respon deteksi protein adalah  $\pm 2$  menit; daerah kerja reagen pendeteksi kreatinin adalah 100 – 600 ppm; daerah kerja reagen pendeteksi urea adalah 100 – 500 ppm; daerah kerja reagen pendeteksi protein adalah 1–73000 ppm; batas deteksi reagen kreatinin sebesar 0,1 ppm; batas deteksi reagen urea sebesar 100 ppm; batas deteksi reagen protein sebesar 1 ppm; sensitivitas reagen kreatinin sebesar 0,006; sensitivitas reagen urea sebesar 0,025; sensitivitas reagen protein sebesar 2, 067 ; LDK cukup selektif pada interferen gula, garam dan kreatinin pada sampel; reproduibilitas deteksi kreatinin diperoleh RSD rata-rata sebesar 0,396-1,069 %; reproduibilitas deteksi pH diperoleh RSD rata-rata sebesar 0, 314-1,501%; reproduibilitas deteksi urea diperoleh RSD rata-rata sebesar 0,344-3,42 %; reproduibilitas deteksi protein diperoleh RSD rata-rata sebesar 0, 871-2,595 %; LDK baik disimpan pada suhu dingin  $\pm 8^{\circ}\text{C}$  dan tidak kurang selama 3 minggu. LDK sebagai sensor kimia dan biosensor dapat digunakan untuk mengukur kadar kreatinin, pH, urea dan protein pada urin dan serum darah nyata secara simultan.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah, atas segala rahmat dan karunian-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "*Pengembangan Lab Dalam Kepingan (LDK) Berbasis Kertas Untuk Deteksi Kreatinin dan pH Dalam Urin serta Urea dan Protein Dalam Darah Secara Simultan*". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada jurusan Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini banyak mendapat bantuan dan fasilitas dari berbagai pihak, maka dengan terselesaikannya skripsi ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, Msc., PhD selaku Dosen Pembimbing Utama, atas bantuan pendanaan untuk penelitian ini melalui hibah kompetensi yang diperolehnya dan Nia Kristiningrum, S.Farm., Apt. selaku Dosen Pembimbing Anggota, Drs. Nuriman, M. Sc., PhD selaku Dosen Penguji I serta Fifteen Aprilla Fajreen S.Farm., Apt. selaku Dosen Penguji II atas bantuan dan dukungannya baik materi, motivasi, waktu maupun pikiran dalam penulisan skripsi ini.
2. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, Msc., PhD selaku dekan Fakultas Farmasi, dosen, seluruh staf, dan teknisi yang telah memberikan bantuan selama penyelesaian skripsi ini.
3. Nia Kristiningrum, S.Farm Apt. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa.
4. Karyawan Laboratorium PK ELISA RSUD dr. Soebandi, terima kasih banyak atas bantuan untuk mendapatkan sampel urin dan darah.
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga kripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juni 2010

Penulis



## DAFTAR ISI

|   | Halaman      |
|---|--------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....  | <b>i</b>     |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....  | <b>ii</b>    |
| <b>HALAMAN MOTTO</b> .....  | <b>iii</b>   |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....   | <b>iv</b>    |
| <b>HALAMAN PEMBIMBINGAN SKRIPSI</b> .....                               | <b>v</b>     |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....   | <b>vi</b>    |
| <b>ABSTRAK</b> .....  | <b>vii</b>   |
| <b>RINGKASAN</b> .....  | <b>ix</b>    |
| <b>PRAKATA</b> .....  | <b>xi</b>    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....   | <b>xii</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....   | <b>xvii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....  | <b>xviii</b> |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....  | <b>xx</b>    |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>   |              |
| <b>1.1 Latar Belakang</b> .....   | <b>1</b>     |
| <b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....  | <b>3</b>     |
| <b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....                                      | <b>4</b>     |
| <b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....                                     | <b>4</b>     |
| <b>1.5 Batasan Penelitian</b> .....                                     | <b>5</b>     |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>  |              |
| <b>2.1 Ginjal</b> .....   | <b>6</b>     |
| <b>2.2 Kreatinin</b> .....  | <b>7</b>     |
| <b>2.3 pH urin</b> .....  | <b>7</b>     |
| <b>2.4 Protein</b> .....  | <b>8</b>     |
| 2.4.1 Komposisi Kimia Protein.....                                      | <b>8</b>     |
| 2.4.2 Kelebihan Protein.....  | <b>9</b>     |
| 2.4.3 Protein Darah .....   | <b>9</b>     |
| <b>2.5 Urea Nitrogen Darah (Blood Urea Nitrogen/ BUN)</b> .....         | <b>10</b>    |
| <b>2.6 Reagen Untuk Deteksi Kreatinin</b> .....                         | <b>11</b>    |
| 2.6.1 Tinjauan tentang CuSO <sub>4</sub> .....                          | <b>11</b>    |
| 2.6.2 Tinjauan tentang <i>Cumene hydroperoxide (DIX)</i> .....          | <b>11</b>    |
| 2.6.3 Tinjauan tentang 3,3',5,5' <i>tetramethylbenzidine (TMB)</i> .... | <b>12</b>    |
| <b>2.7 Indikator asam – basa</b> .....                                  | <b>13</b>    |
| 2.6.1 Tinjauan tentang <i>Methyl Red</i> .....                          | <b>14</b>    |
| 2.6.2 Tinjauan tentang <i>Bromothymol blue</i> .....                    | <b>15</b>    |
| <b>2.8 Enzim urease</b> .....   | <b>15</b>    |
| <b>2.9 Tinjauan Tentang <i>Tetrabromophenol-Blue</i></b> .....          | <b>16</b>    |
| <b>2.10 Tinjauan tentang Sampel</b> .....                               | <b>17</b>    |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.10.1 Tinjauan Tentang Urin .....                           | 17        |
| 2.10.1.1 Komposisi Urin.....                                 | 18        |
| 2.10.1.2 Macam-macam Sampel Urin .....                       | 18        |
| 2.10.2 Tinjauan Tentang Darah.....                           | 19        |
| <b>2.11 Sensor Kimia .....</b>                               | <b>20</b> |
| 2.11.1 Definisi Sensor Kimia.....                            | 20        |
| 2.11.2 Mekanisme Sensor Kimia .....                          | 21        |
| 2.11.3 Teknik Immobilisasi.....                              | 22        |
| <b>2.12 Tinjauan Tentang Biosensor .....</b>                 | <b>26</b> |
| 2.12.1 Pengertian Biosensor.....                             | 26        |
| 2.12.2 Immobilisasi Enzim .....                              | 27        |
| <b>2.13 Teknik Sablon.....</b>                               | <b>27</b> |
| 2.13.1 Alat .....  | 27        |
| 2.13.2 Proses Cetak Sablon.....                              | 29        |
| <b>2.14 Karakteristik Sensor Kimia .....</b>                 | <b>32</b> |
| 2.14.1 Daerah Kerja .....                                    | 32        |
| 2.14.2 Limit Kuantitasi dan Limit Deteksi (LOQ dan LOD)..... | 32        |
| 2.14.3 Sensitivitas .....                                    | 33        |
| 2.14.4 Presisi .....   | 33        |
| 2.14.5 Selektivitas .....                                    | 33        |
| 2.14.6 Waktu Respon dan Waktu Pakai.....                     | 34        |
| <b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>                              |           |
| <b>3.1 Jenis Penelitian .....</b>                            | <b>35</b> |
| <b>3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian .....</b>                 | <b>35</b> |
| <b>3.3 Rancangan Penelitian .....</b>                        | <b>35</b> |
| 3.3.1 Rancangan Operasional.....                             | 35        |
| 3.3.2 Diagram Alur Penelitian .....                          | 36        |
| <b>3.4 Alat Dan Bahan Penelitian .....</b>                   | <b>37</b> |
| 3.4.1 Alat .....   | 37        |
| 3.4.2 Bahan .....  | 37        |
| <b>3.5 Prosedur Penelitian .....</b>                         | <b>37</b> |
| 3.5.1 Preparasi reagen untuk deteksi kreatinin .....         | 37        |
| 3.5.2 Preparasi reagen untuk penentuan pH urin .....         | 38        |
| 3.5.3 Preparasi reagen untuk deteksi urea.....               | 38        |
| 3.5.4 Preparasi reagen untuk deteksi Protein .....           | 39        |
| 3.5.5 Preparasi Larutan Blanko.....                          | 39        |
| 3.5.6 Preparasi Larutan Sampel Simulasi .....                | 40        |
| 3.5.7 Preparasi Sampel Urin dan sampel darah Simulasi.....   | 40        |
| <b>3.6 Fabrikasi LDK.....</b>                                | <b>40</b> |
| <b>3.7 Pengukuran Analit Terhadap LDK .....</b>              | <b>43</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>3.8 Optimasi LDK .....</b>   | <b>43</b> |
| 3.8.1 Optimasi Volume Sampel Sampel Yang Diperlukan .....   | 43        |
| 3.8.2 Optimasi reagen untuk deteksi kreatinin.....  | 43        |
| 3.8.3 Optimasi Reagen Untuk Penentuan pH Urin .....   | 44        |
| 3.8.4 Optimasi reagen untuk deteksi protein.....  | 44        |
| 3.8.5 Optimasi reagen untuk deteksi urea .....  | 45        |
| <b>3.9 Karakterisasi LDK.....</b>   | <b>45</b> |
| 3.9.1 Penentuan konsentrasi analit dari perubahan warna .....   | 45        |
| 3.9.2 Penentuan Waktu Respon LDK .....  | 45        |
| 3.9.3 Penentuan Lama Penyimpanan .....  | 46        |
| 3.9.4 Limit Deteksi.....  | 46        |
| 3.9.5 Selektivitas .....  | 46        |
| 3.9.6 Sensitivitas .....  | 46        |
| 3.9.7 Reprodusibilitas .....  | 46        |
| 3.9.8 <i>Liner Range</i> .....  | 47        |
| <b>3.10 Aplikasi LDK pada Sampel Simulasi .....</b>   | <b>47</b> |
| <b>3.11 Aplikasi LDK pada Sampel Nyata .....</b>  | <b>47</b> |
| <b>BAB 4. HASIL dan PEMBAHASAN</b>  |           |
| <b>4.1 Kualitas LDK Sebagai Sensor Kimia dan Biosensor .....</b>  | <b>48</b> |
| 4.1.1 Fabrikasi LDK.....  | 48        |
| 4.1.2 Proses Immobilisasi LDK .....   | 50        |
| <b>4.2 Optimasi LDK (Lab dalam Kepingan) .....</b>  | <b>50</b> |
| 4.2.1 Volume Sampel Optimum.....  | 50        |
| 4.2.2 Volume Reagen Optimum.....  | 51        |
| 4.2.3 Optimasi Reagen pendeteksi kreatinin, pH, urea dan protein .....  | 52        |
| 4.2.3.1 Perbandingan Konsentrasitetramethylbenzidin (TMB) dan <i>Cumene hidroperek side (DIX)</i> untuk Deteksi kreatinin ..... | 52        |
| 4.2.3.2 Optimasi Reagen Pendeteksi pH .....   | 54        |
| 4.2.3.3 Optimasi <i>Reagen</i> Pendeteksi Urea.....   | 56        |
| 4.2.3.4 Optimasi <i>Reagen</i> Pendeteksi Protein .....   | 57        |
| 4.2.4 Optimasi pH Optimum.....  | 59        |
| 4.2.4.1 pH Optimum Reagen Pendeteksi kreatinin .....  | 59        |
| 4.2.4.2 pH Optimum Reagen Pendeteksi Urea .....   | 60        |
| 4.2.4.3 pH Optimum Reagen Pendeteksi Protein.....   | 61        |
| <b>4.3 Karakteristik LDK untuk deteksi kreatinin, pH, urea dan protein .....</b>  | <b>62</b> |
| 4.3.1 Waktu respon LDK .....  | 62        |
| 4.3.1.1 Waktu respon untuk deteksi kreatinin.....   | 62        |
| 4.3.1.2 Waktu respon untuk deteksi pH .....   | 63        |
| 4.3.1.3 Waktu respon untuk deteksi urea .....   | 63        |
| 4.3.1.4 Waktu respon untuk deteksi protein.....   | 64        |



|  |            |
|--|------------|
| 4.3.2 Batas Deteksi.....   | 65         |
| 4.3.2.1 Batas Deteksi Reagen Pendeteksi Kreatinin .....                                | 65         |
| 4.3.2.2 Batas Deteksi Reagen Pendeteksi Urea .....                                     | 67         |
| 4.3.2.3 Batas Deteksi Reagen Pendeteksi Protein.....                                   | 68         |
| 4.3.3 Daerah Kerja .....   | 69         |
| 4.3.3.1 Daerah Kerja Reagen Pendeteksi Kreatinin.....                                  | 69         |
| 4.3.3.2 Daerah Kerja Reagen Pendeteksi Urea .....                                      | 72         |
| 4.3.3.3 Daerah Kerja Reagen Pendeteksi Protein .....                                   | 75         |
| 4.3.4 Sensitivitas .....   | 80         |
| 4.3.4.1 Sensitivitas Reagen Pendeteksi Kreatinin.....                                  | 80         |
| 4.3.4.2 Sensitivitas Reagen Pendeteksi Urea .....                                      | 80         |
| 4.3.4.3 Sensitivitas Reagen Pendeteksi Protein .....                                   | 81         |
| 4.3.5 Selektivitas .....   | 81         |
| 4.3.5.1 Selektivitas Reagen Pendeteksi Kreatinin.....                                  | 82         |
| 4.3.5.2 Selektivitas Reagen Pendeteksi Urea.....                                       | 83         |
| 4.3.5.3 Selektivitas Reagen Pendeteksi Protein .....                                   | 85         |
| 4.3.6 Presisi .....  | 86         |
| 4.3.6.1 Reprodusibilitas Reagen Pendeteksi kreatinin.....                              | 86         |
| 4.3.6.2 Reprodusibilitas Reagen Pendeteksi pH .....                                    | 87         |
| 4.3.6.3 Reprodusibilitas Reagen Pendeteksi urea .....                                  | 88         |
| 4.3.6.4 Reprodusibilitas Reagen Pendeteksi protein.....                                | 89         |
| 4.3.7 Lama Penyimpanan.....  | 90         |
| <b>4.4 Aplikasi Lab Dalam Kepingan (LDK) Pada Sampel Urin dan darah Simulasi .....</b> | <b>91</b>  |
| <b>4.5 Aplikasi Lab Dalam Kepingan (LDK) Pada Sampel Nyata ..</b>                      | <b>93</b>  |
| <b>BAB 5. KESIMPULAN dan SARAN .....</b>   | <b>97</b>  |
| <b>5.1 Kesimpulan .....</b>  | <b>97</b>  |
| <b>5.2 Saran .....</b>   | <b>99</b>  |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>  | <b>100</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>  | <b>103</b> |

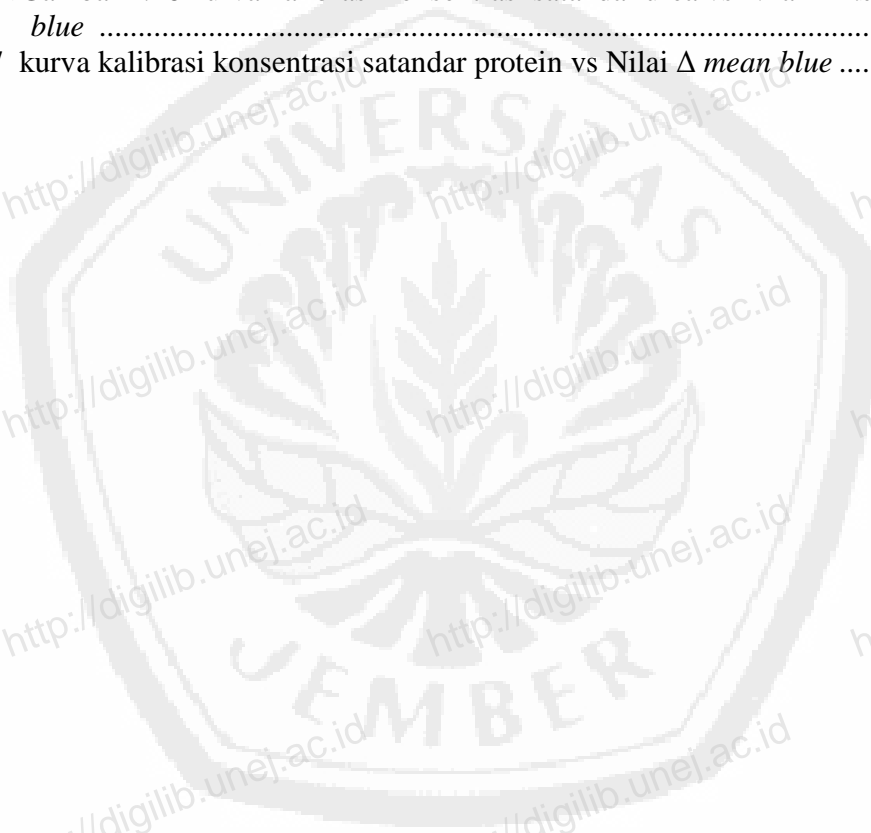
## DAFTAR TABEL

|  | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Indikator Asam-Basa.....   | 14      |
| 2.2 informasi bersangkutan dengan sampel darah untuk pengujian kimia .....   | 20      |
| 4.1 Optimasi perbandingan konsentrasi TMB : DIX .....  | 53      |
| 4.2 Optimasi <i>reagen Bromthymol Blue</i> dan <i>Methyl Red</i> .....   | 54      |
| 4.3 Optimasi Perbandingan konsentrasi <i>Bromthymol Blue</i> dan <i>Methyl Red</i> .....                                   | 56      |
| 4.4 Data waktu respon deteksi kreatinin .....  | 63      |
| 4.5 Data waktu respon deteksi pH.....  | 63      |
| 4.6 Data waktu respon deteksi Urea.....  | 64      |
| 4.7 Data waktu respon deteksi protein .....  | 65      |
| 4.8 Optimasi Batas deteksi Reagen Pendeteksi Kreatinin .....   | 66      |
| 4.9 Optimasi Batas deteksi Reagen Pendeteksi Urea.....   | 67      |
| 4.10 Optimasi Batas deteksi Reagen Pendeteksi Protein .....  | 68      |
| 4.11 Penentuan daerah kerja reagen pendeteksi kreatinin .....  | 70      |
| 4.12 Penentuan daerah kerja reagen pendeteksi urea.....  | 73      |
| 4.13 Penentuan daerah kerja reagen pendeteksi protein .....  | 75      |
| 4.14 Penentuan daerah kerja reagen protein dengan <i>RGB Photoshop</i> .....   | 78      |
| 4.15 Pengukuran nilai warna biru dengan <i>RGB Photoshop</i> untuk penentuan selektivitas reagen pendeteksi kreatinin..... | 82      |
| 4.16 Pengukuran nilai warna biru dengan <i>RGB Photoshop</i> untuk penentuan selektivitas reagen pendeteksi urea .....     | 84      |
| 4.17 Pengukuran nilai warna biru dengan <i>RGB Photoshop</i> untuk penentuan selektivitas reagen pendeteksi protein.....   | 85      |
| 4.18 Pengukuran Reprodusibilitas Berdasarkan Bata RGB .....  | 87      |
| 4.19 Pengukuran Reprodusibilitas Berdasarkan Bata RGB .....  | 88      |
| 4.20 Pengukuran Reprodusibilitas Berdasarkan Bata RGB .....  | 89      |
| 4.21 Pengukuran Reprodusibilitas Berdasarkan Data RGB.....   | 90      |
| 4.22 Data lama penyimpanan LDK.....  | 91      |
| 4.23 Aplikasi LDK dalam sampel urin dan darah simulasi .....   | 92      |
| 4.24 Uji Semikuantitatif Kadar Kreatinin Dalam Urin .....  | 94      |
| 4.25 Uji Semikuantitatif Kadar Urea Dalam Darah .....  | 95      |
| 4.26 Uji Semikuantitatif Kadar Protein Dalam Darah .....   | 95      |
| 4.27 Pengukuran kreatinin, pH, urea dan protein pada sampel urin dan darah...  | 96      |

## DAFTAR GAMBAR

|   | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Ginjal.....   | 6       |
| 2.2 Struktur Protein .....  | 8       |
| 2.3 Struktur <i>Cumene hydroperoxide</i> .....  | 12      |
| 2.4 Struktur <i>3, 3, 5,5 tetramethylbenzidin</i> .....   | 13      |
| 2.5 Struktur <i>Methyl Red</i> .....  | 14      |
| 2.6 Bentuk – bentuk disosiasi dari <i>bromotymol blue</i> .....   | 15      |
| 2.7 Struktur <i>Tetrabromophenol-Blue</i> .....   | 17      |
| 2.8 Skema sensor Kimia.....   | 21      |
| 2.9 Teknik Adsorpsi .....   | 23      |
| 2.10 Teknik Enkapsulasi .....   | 24      |
| 2.11 Teknik <i>Crosslinking</i> .....   | 24      |
| 2.12 Teknik <i>Entrapment</i> .....   | 25      |
| 2.13 Teknik Ikatan Kovalen.....   | 26      |
| 2.14 Bagan Konstruksi Umum Biosensor.....   | 26      |
| 2.15 Berbagai metode immobilisation enzim (a) adsorpsi, (b) <i>entrapment</i> ,<br>(c) enkapsulasi, (d) ikatan kovalen, (e) <i>cross linking</i> .....                  | 27      |
| 2.16 Rakel .....  | 28      |
| 2.17 Skema Teknik Sablon .....  | 31      |
| 3.1 Diagram Alur Penelitian .....   | 36      |
| 3.2 Cara Peletakan <i>Screen</i> di atas Meja Sablon.....   | 41      |
| 3.3 Cara Peletakan Tinta .....  | 41      |
| 3.4 Skema Pembuatan LDK.....  | 42      |
| 3.5 Model LDK .....   | 42      |
| 4.1 Bentuk LDK dengan dari hasil cetak sablon.....  | 49      |
| 4.2 LDK yang sudah diimobilisasi reagen .....   | 50      |
| 4.3 Optimasi LDK berdasarkan volume sampel .....  | 51      |
| 4.4 Optimasi volume reagen .....  | 52      |
| 4.5 LDK yang telah diimobilisasi dengan reagen sebelum direaksikan<br>dengan standar kreatinin. ....  | 53      |
| 4.6 Optimasi <i>Bromthymol Blue</i> dari kiri ke kanan 1000 ppm, 2000 ppm<br>Dan 3000 ppm, sebelum (a) dan sesudah (b) direaksikan dengan<br>standar urea 1000 ppm..... | 57      |
| 4.7 Optimasi konsentrasi larutan <i>reagen Tetrabromophenol-Blue</i> tanpa<br>standar albumin. ....   | 58      |
| 4.8 Optimasi konsentrasi larutan <i>reagen Tetrabromophenol-Blue</i> setelah<br>direaksikan dengan standar albumin 1000 ppm.....  | 58      |
| 4.9 Hasil optimasi pH larutan Buffer sebelum (a) dan setelah (b) direaksi-<br>kan dengan standar kreatinin 1000 ppm. ....   | 60      |

|  |    |
|--|----|
| 4.10 Hasil optimasi pH larutan buffer sebelum (a) dan setelah (b) direaksikan dengan standar urea 1000 ppm. .... | 60 |
| 4.11 Hasil optimasi pH larutan buffer.....   | 61 |
| 4.12 Pengukuran waktu deteksi kreatinin dengan perubahan warna dari putih menjadi biru. ....                     | 62 |
| 4.13 Pengukuran waktu dengan perubahan warna dari kuning menjadi biru kehijauan .....                            | 64 |
| 4.14 Pengukuran waktu dengan perubahan warna dari kuning menjadi biru .  | 64 |
| 4.15 kurva kalibrasi konsentrasi satandar kreatinin vs Nilai $\Delta$ mean blue .....                            | 72 |
| 4.16 Gambar 4.16 kurva kalibrasi konsentrasi satandar urea vs Nilai $\Delta$ mean blue .....                     | 75 |
| 4.17 kurva kalibrasi konsentrasi satandar protein vs Nilai $\Delta$ mean blue .....                              | 79 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|   | Halaman |
|---|---------|
| A. Perhitungan RSD .....  | 103     |
| B. Bahan dan Alat Sablon .....  | 113     |
| C. Lembar pemeriksaan di Instalasi laboratorium Patologi Klinik “ELISA” ..... | 114     |
| D. Kemasan LDK .....  | 115     |

