



**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 Ina, 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
NIP 19690201 199403 1 002

Nia Kristiningrum, S.Farm., Apt.
NIP 19820406 200604 2 001

Anggota I,

Anggota II,

Drs. Nuriman, Ph. D
NIP 196506011993021001

Fifteen Aprila Fajrin, S.Farm., Apt.
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 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 mendeteksi 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 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 μL yaitu 10 μL untuk jalur LDK yang pendek dan 20 μL untuk jalur

LDK yang panjang ; volume reagen optimum yaitu 0,5 μ 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°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
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN SKRIPSI.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
RINGKASAN.....	ix
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ginjal	6
2.2 Kreatinin	7
2.3 pH urin	7
2.4 Protein	8
2.4.1 Komposisi Kimia Protein.....	8
2.4.2 Kelebihan Protein.....	9
2.4.3 Protein Darah.....	9
2.5 Urea Nitrogen Darah (Blood Urea Nitrogen/ BUN).....	10
2.6 Reagen Untuk Deteksi Kreatinin.....	11
2.6.1 Tinjauan tentang CuSO ₄	11
2.6.2 Tinjauan tentang <i>Cumene hydroperoxide (DIX)</i>	11
2.6.3 Tinjauan tentang <i>3,3',5,5' tetramethylbenzidine (TMB)</i>	12
2.7 Indikator asam – basa.....	13
2.6.1 Tinjauan tentang <i>Methyl Red</i>	14
2.6.2 Tinjauan tentang <i>Bromothymol blue</i>	15
2.8 Enzim urease.....	15

2.9	Tinjauan Tentang <i>Tetrabromophenol-Blue</i>	16
2.10	Tinjauan tentang Sampel	17
	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
2.11	Sensor Kimia	20
	2.11.1 Definisi Sensor Kimia.....	20
	2.11.2 Mekanisme Sensor Kimia.....	21
	2.11.3 Teknik Immobilisasi.....	22
2.12	Tinjauan Tentang Biosensor	26
	2.12.1 Pengertian Biosensor.....	26
	2.12.2 Immobilisasi Enzim.....	27
2.13	Teknik Sablon	27
	2.13.1 Alat	27
	2.13.2 Proses Cetak Sablon.....	29
2.14	Karakteristik Sensor Kimia	32
	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
BAB 3.	METODE PENELITIAN	
3.1	Jenis Penelitian	35
3.2	Tempat Dan Waktu Penelitian	35
3.3	Rancangan Penelitian	35
	3.3.1 Rancangan Operasional.....	35
	3.3.2 Diagram Alur Penelitian.....	36
3.4	Alat Dan Bahan Penelitian	37
	3.4.1 Alat	37
	3.4.2 Bahan.....	37
3.5	Prosedur Penelitian	37
	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
3.6	Fabrikasi LDK	40
3.7	Pengukuran Analit Terhadap LDK	43

3.8	Optimasi LDK	43
3.8.1	Optimasi Volume Sample 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
3.9	Karakterisasi LDK	45
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
3.10	Aplikasi LDK pada Sampel Simulasi	47
3.11	Aplikasi LDK pada Sampel Nyata	47
BAB 4.	HASIL dan PEMBAHASAN	
4.1	Kualitas LDK Sebagai Sensor Kimia dan Biosensor	48
4.1.1	Fabrikasi LDK.....	48
4.1.2	Proses Immobilisasi LDK.....	50
4.2	Optimasi LDK (Lab dalam Kepingan)	50
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</i> (DIX) 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
4.3	Karakteristik LDK untuk deteksi kreatinin, pH, urea dan protein	62
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
4.4 Aplikasi Lab Dalam Kepingan (LDK) Pada Sampel Urin dan darah Simulasi.....	91
4.5 Aplikasi Lab Dalam Kepingan (LDK) Pada Sampel Nyata...	93
BAB 5. KESIMPULAN dan SARAN	97
5.1 Kesimpulan	97
5.2 Saran	99
DAFTAR PUSTAKA	100
LAMPIRAN	103

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 reagen <i>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 3, 3, 5,5 tetramethylbenzidin.....	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> , (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 diimmobilisasi reagen.....	50
4.3 Optimasi LDK berdasarkan volume sampel.....	51
4.4 Optimasi volume reagen.....	52
4.5 LDK yang telah diimmobilisasi dengan reagen sebelum direaksikan dengan standar kreatinin.....	53
4.6 Optimasi <i>Bromthymol Blue</i> dari kiri ke kanan 1000 ppm, 2000 ppm Dan 3000 ppm, sebelum (a) dan sesudah (b) direaksikan dengan standar urea 1000 ppm.....	57
4.7 Optimasi konsentrasi larutan reagen <i>Tetrabromophenol-Blue</i> tanpa standar albumin.....	58
4.8 Optimasi konsentrasi larutan reagen <i>Tetrabromophenol-Blue</i> setelah direaksikan dengan standar albumin 1000 ppm.....	58
4.9 Hasil optimasi pH larutan Buffer sebelum (a) dan setelah (b) direaksi-	

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 Δ <i>mean blue</i>	72
4.16 Gambar 4.16 kurva kalibrasi konsentrasi satandar urea vs Nilai Δ <i>mean blue</i>	75
4.17 kurva kalibrasi konsentrasi satandar protein vs Nilai Δ <i>mean blue</i>	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