



**PENGEMBANGAN LAB DALAM KEPINGAN (LDK) BERBASIS KERTAS
UNTUK PENENTUAN KADAR ASAM URAT, PROTEIN DAN pH
PADA SAMPEL URIN SECARA SIMULTAN**

SKRIPSI

Oleh :

RIZA WAHYUNINGTYAS

NIM 062210101003

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER**

2010



**PENGEMBANGAN LAB DALAM KEPINGAN (LDK) BERBASIS KERTAS
UNTUK PENENTUAN KADAR ASAM URAT, PROTEIN DAN pH
PADA SAMPEL URIN 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 :

RIZA WAHYUNINGTYAS

NIM 062210101003

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER**

2010

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Sang Pencipta Allah SWT yang Maha segala-galanya.
2. Ayahanda Suwedi dan Ibunda Wiwik Sunarti tercinta yang telah mencurahkan seluruh perhatian dan kasih sayang, pengorbanan dan mendoakanku dengan penuh kesabaran berharap yang terbaik selalu hadir dalam hidupku.
3. Adikku tercinta Septyan Dwi Prasetya yang menjadi kebanggaanku.
4. Sahabat setiaku Nanda Hardi Pratama sebagai pribadi “super aneh” yang pernah ku kenal yang hadir sebagai teman, musuh, sahabat yang inspiratif yang mampu membuatku semakin mengerti akan hidup ini.
5. Para pahlawan tanpa tanda jasa yang telah menyalurkan ilmunya tanpa pamrih di TK Kuncup harum, SDN Dukuharum, SMP Negeri 1 Tembelang, SMA Negeri 2 Jombang, dan Fakultas Farmasi Universitas Jember.
6. Almamater tercinta Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTO

Orang yang luar biasa itu sederhana dalam ucapan, tetapi hebat dalam tindakan.

(Confusius)

Musuh yang paling berbahaya di atas dunia ini adalah penakut dan bimbang. Teman yang paling setia , hanyalah keberanian dan keyakinan yang teguh.

(Andrew Jakson)

Semangat adalah salah satu kunci keberhasilan.

(Penulis)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

nama : Riza Wahyuningtyas

NIM : 0622010101003

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul *Pengembangan Lab Dalam Kepingan (LDK) Berbasis Kertas Untuk Penentuan Kadar Asam Urat, Protein, dan pH pada Sampel Urin 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, 31 Mei 2010

Yang menyatakan,

Riza Wahyuningtyas

NIM 062210101003

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN LAB DALAM KEPINGAN (LDK) BERBASIS KERTAS
UNTUK PENENTUAN KADAR ASAM URAT, PROTEIN DAN pH
PADA SAMPEL URIN SECARA SIMULTAN**

Oleh :

RIZA WAHYUNINGTYAS

NIM 062210101003

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Drs. Bambang Kuswandi, MSc.,PhD

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Pengembangan Lab Dalam Kepingan (LDK) Berbasis Kertas Untuk Penentuan Kadar Asam Urat, Protein, dan pH pada Sampel Urin Secara Simultan* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada :

hari : Senin

tanggal : 31 Mei 2010

tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Prof. Drs. Bambang Kuswandi, MSc., PhD
NIP 19690201 199403 1 002

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

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Nuriman, MSc,Ph.D
NIP 19650601 199302 1 001

Ema Rachmawati, S.Farm., Apt
NIP 19840308 200801 2 003

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas jember

Prof. Drs. Bambang Kuswandi, MSc.,PhD
NIP 196902011994031002

*Pengembangan Lab Dalam Kepingan (LDK) Berbasis Kertas Untuk Penentuan
Kadar Asam Urat, Protein dan pH pada Sampel Urin Secara Simultan*

Riza Wahyuningtyas

Fakultas Farmasi, Universitas Jember

ABSTRACT

LDK (Lab Dalam Kepingan) merupakan suatu sensor kimia yang dibuat untuk menentukan kadar asam urat, protein, dan nilai pH dalam urin. LDK membutuhkan waktu sekitar ± 5 menit untuk menimbulkan respon perubahan warna serta memiliki waktu penyimpanan kurang dari 3 minggu dan disimpan di lemari es (8°C). Untuk pengukuran kadar asam urat dalam urin digunakan reagen kompleks besi (III)–tris (1,10 phenantrolin) 1000 ppm. pH optimum reagen ini adalah pH 6. Limit deteksi adalah 100 ppm, dan kuantisasi adalah 400 ppm, daerah kerja pada konsentrasi 400-1000 ppm, sensitivitas setiap perbedaan konsentrasi 0,029 ppm dimulai dari batas terkecil 100 ppm akan menimbulkan respon perubahan warna yang berbeda, selektif pada gula tetapi tidak pada garam, RSD $< 5\%$ yaitu 1,48 %. Indikator *tetrabromophenol-blue* 1000 ppm digunakan sebagai reagen untuk penentuan kadar protein dalam urin. pH optimum reagen ini adalah pada pH 4. Limit deteksi adalah 1 ppm, limit kuantitasi adalah 100 ppm, daerah kerja pada konsentrasi 100-1000 ppm, sensitivitas setiap perbedaan konsentrasi 0,036 ppm akan menimbulkan respon perubahan warna yang berbeda, selektif pada pengganggu gula dan garam, RSD yaitu 1,45%. Untuk penentuan nilai pH dalam urin digunakan campuran indikator *bromothymol blue* : *methyl red* = 2:1. Yang memiliki range warna berbeda-beda pada setiap kondisi pH (pH 5 – 9).

Kata kunci : sensor kimia, reagen, immobilisasi, asam urat, protein, pH

RINGKASAN

Pengembangan Lab Dalam Kepingan (LDK) Berbasis Kertas Untuk Penentuan Kadar Asam Urat, Protein dan pH pada Sampel Urin Secara Simultan; Riza Wahyuningtyas, 062210101003; 95 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Asam urat diproduksi sendiri oleh tubuh sehingga keberadaannya normal ada di dalam darah dan urin, sedangkan protein adalah bagian dari semua sel hidup dan merupakan bagian terbesar tubuh sesudah air. Sejumlah besar protein secara normal melewati kapiler glomerulus tetapi tidak memasuki urin. Nilai pH urin berpengaruh terhadap terbentuknya asam urat, protein dalam urin yang dapat menunjukkan adanya kerusakan pada glomerulus. Adanya asam urat yang berlebih di dalam urin dan protein di dalam urin serta nilai pH urin sangatlah penting untuk menegakkan diagnosa penyakit, sehingga memerlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan penyebabnya.

Oleh karena itu, perlu diupayakan suatu teknologi deteksi gejala penyakit asam urat, proteinuria dan pH pada urin yang siap pakai setiap saat, tanpa memakan waktu yang lama, mudah penggunaannya serta harganya terjangkau. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah sensor kimia berbasis reagen kering yang dapat dilakukan secara semi kuantitatif dengan pengelihatian mata biasa. Hal ini biasa disebut dengan sensor kimia. Sensor kimia yang dikembangkan berupa Lab Dalam Kepingan (LDK) yang berasal dari kertas saring berbahan serat selulosa untuk mendeteksi asam urat, protein, dan pH urin yang cepat dan praktis dibandingkan menggunakan metode larutan yang membutuhkan waktu lama.

Bentuk LDK yang dikembangkan terdiri dari 4 ruang yaitu 3 ruang tempat reagen dan 1 ruang untuk tempat sisa sampel. Volume sampel optimum yang dapat memenuhi LDK adalah 70 μ L. Penentuan karakteristik sensor kimia melalui histogram *RGB* “*adobe photoshop*” yang meliputi waktu respon, limit deteksi, daerah kerja, lama penyimpanan, selektivitas, sensitivitas, dan presisi. Waktu respon LDK

ini adalah ± 5 menit dan waktu penyimpanannya kurang dari 3 minggu pada lemari es (8°C).

Untuk pengukuran kadar asam urat dalam urin digunakan reagen kompleks besi (III)–tris (1,10-phenantrolin) dengan konsentrasi 1000 ppm. Reagen ini memberikan warna merah muda pada LDK dan berubah menjadi orange ketika bereaksi dengan asam urat. pH optimum reagen ini adalah pH 6. Daerah kerja adalah 100 ppm, dan kuantisasi adalah 400 ppm, daerah linier pada konsentrasi 400-1000 ppm, sensitivitas setiap perbedaan konsentrasi 0,029 ppm dimulai dari batas terendah 100 ppm akan menimbulkan respon perubahan warna yang berbeda, selektif pada gula tetapi tidak pada garam, presisi dikatakan baik sesuai dengan parameter sensor kimia yaitu memiliki nilai RSD $< 5\%$ yaitu 1,48 %.

Indikator *tetrabromophenol-blue* 1000 ppm digunakan sebagai reagen untuk penentuan kadar protein dalam urin. pH optimum reagen ini adalah pada pH 4. Ketika diimmobilisasi pada LDK memberikan warna kuning, ketika bereaksi dengan albumin/protein akan berubah menjadi biru kehijauan/biru. Limit deteksi adalah 1 ppm, limit kuantitasi adalah 100 ppm, daerah kerja pada konsentrasi 100-1000 ppm, sensitivitas yaitu setiap perbedaan konsentrasi 0,036 ppm akan menimbulkan respon perubahan warna yang berbeda pula, selektif pada pengganggu gula dan garam, presisi dikatakan baik sesuai dengan parameter sensor kimia yaitu memiliki nilai RSD $< 5\%$ yaitu 1,45 %.

Sedangkan untuk penentuan nilai pH dalam urin digunakan campuran indikator *bromothymol blue* dan *methyl red* dengan perbandingan 2 : 1. Yang memiliki range warna berbeda-beda pada setiap kondisi pH (pH 5 – 9).

Sampel nyata yang digunakan dalam penelitian ini adalah urin pasien yang mengandung asam urat dan protein atau salah satunya serta pH urin di Laboratorium Patologi Klinik “ELISA” RSUD dr. Soebandi, Jember. Hasil yang diperoleh dari rumah sakit dengan sampel serum darah adalah berkesesuaian dengan hasil yang diperoleh dari metode LDK menggunakan sampel urin.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul *Pengembangan Lab Dalam Kepingan (LDK) Berbasis Kertas Untuk Penentuan Kadar Asam Urat, Protein dan pH pada Sampel Urin Secara Simultan*. 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 berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, MSc., PhD selaku Dekan Fakultas Farmasi;
2. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M Sc., Ph D selaku dosen pembimbing utama dan Nia Kristiningrum, S.Farm.,Apt selaku dosen pembimbing anggota yang dengan penuh kesabaran meluangkan waktu memberikan pengarahan, bimbingan, dan saran dalam penulisan skripsi ini;
3. Khususnya Prof. Drs. Bambang Kuswandi, MSc., PhD yang ikut mendanai penelitian ini melalui hibah kompetensi yang diperolehnya;
4. Dr. Nuriman serta Ema Rachmawati, S.Farm., Apt. sebagai dosen penguji yang banyak memberikan kritik, saran dan masukan yang membangun dalam penulisan skripsi ini;
5. Bu Wayan selaku teknisi Laboratorium Kimia Farmasi, atas saran-saran dan bantuannya selama penulis mengerjakan penelitian;
6. Kepala dan teknisi Instalasi Laboratorium Patologi Klinik “ELISA” Rumah Sakit Daerah dr. Soebandi Jember, atas bantuannya selama menjalani penelitian di Rumah Sakit;
7. Ayah dan ibuku “The Best Couple Parents” yang mengajarkanku kasih sayang, kesabaran, keikhlasan, keberanian, kerja keras, kemandirian, dan tanggung jawab, serta doa yang terus mengalir serta segala pengorbanan selama ini;

8. Adikku “Bodong” atas semangat yang diberikan untuk mengejar masa depan yang baik.
9. Keluarga besar Pak Nanang dan warga kost “Kaldupat” mbak Alya, mbak Retno, Nisa, Sisil, Choir, Aja, dan Elsy terimakasih atas bantuannya selama adaptasi di kota Jember;
10. Sahabat seperjuanganku tercinta Riana, Nona, Cety, Sisil, Choir, dan Aja terimakasih atas perhatian, pengertian dan pertolongan dan kekompakan dalam menjalani kehidupan di kampus;
11. Patner kerjaku di Lab Kimia dan Kemosensor Adin, Nurista, dan Nufus atas bantuan dan motivasi yang membuatku terus semangat;
12. Teman-teman KKT XV Wonoasri 2010 NandaQu, mas Danang, Ade, Bima, Andri, Nanang, Niken, Ummu, Tyas, Novi atas kebersamaan dan kisah suka duka selama di desa;
13. Semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung memberikan bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna 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. Amin.

Jember, 31 Mei 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTO	iii
PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN JUDUL	v
PENGESAHAN	vi
ABSTRAK	vii
RINGKASAN.....	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xx
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Tentang Asam Urat	6
2.2 Tinjauan Tentang Protein.....	9
2.2.1 Tinjauan Tentang Proteinuria	9
2.3 Tinjauan Tentang pH.....	10
2.4 Tinjauan Tentang Urin.....	11

2.4.1 Definisi Urin	11
2.4.2 Komposisi Urin	12
2.4.3 Macam – macam Sampel Urin	12
2.5 Komplek Besi (III)-Tris (1,10-Phenantrolin)	13
2.5.1 Besi (III)	13
2.5.2 Tris (1,10-Phenantrolin)	14
2.6 Tetrabromophenol-Blue	16
2.7 Indikator Asam-Basa	17
2.7.1 Bromothymol Blue	19
2.7.2 Methyl Red	20
2.8 Teknik Immobilisasi	21
2.8.1 Adsorpsi	21
2.8.2 Entrapment	23
2.8.3 Encapsulasi	23
2.8.4 Crosslinking	24
2.8.5 Ikatan Kovalen	24
2.9 Sensor Kimia	25
2.9.1 Definisi Sensor Kimia	25
2.9.2 Mekanisme Sensor Kimia	25
2.9.3 Aplikasi sensor Kimia	27
2.10 Karakteristik Sensor Kimia	27
2.10.1 Daerah Kerja	27
2.10.2 Selektivitas	28
2.10.3 Sensitivitas	28
2.10.4 Presisi	29
2.11 LDK (Laboratorium Dalam Kepingan)	29
2.12 Cetak Sablon	31
2.12.1 Alat	31
2.12.2 Bahan Pracetak	33

2.12.3 Bahan Cetak.....	33
2.12.4 Proses Cetak Sablon.....	34
2.13 RGB Adobe Photoshop Cs.....	36
2.13 Adobe Photoshop CS.....	36
2.13 RGB Adobe Photoshop	38
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	39
3.1 Jenis Penelitian.....	39
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	39
3.3 Rancangan Penelitian.....	39
3.3.1 Rancangan Operasional	39
3.3.2 Diagram Alur Penelitian	40
3.4 Alat dan Bahan.....	41
3.4.1 Alat	41
3.4.2 Bahan.....	41
3.5 Prosedur Penelitian	41
3.5.1 Preparasi untuk Penentuan Kadar Asam Urat	41
3.5.2 Preparasi untuk Penentuan Kadar Protein	42
3.5.3 Preparasi untuk Penentuan pH Urin.....	43
3.5.4 Preparasi Larutan Blanko.....	43
3.5.5 Preparasi Sampel Urin Simulasi.....	44
3.6 Fabrikasi LDK	44
3.7 Pengukuran Analit terhadap LDK	47
3.8 Optimasi LDK	47
3.8.1 Optimasi Volume Sampel Urin yang Diperlukan	47
3.8.2 Optimasi Konsentrasi Larutan Reagen Asam Urat	47
3.8.3 Optimasi Konsentrasi Larutan Reagen Protein	48
3.8.4 Optimasi Konsentrasi Larutan Indikator pH.....	48
3.8.5 Optimasi Larutan Indikator.....	48
3.9 Karakteristik LDK	48

3.9.1 Penentuan Waktu Respon LDK.....	48
3.9.2 Limit Deteksi	48
3.9.3 Daerah Kerja.....	49
3.9.4 Sensitivitas	49
3.9.5 Selektivitas.....	49
3.9.6 Presisi.....	49
3.9.7 Penentuan Lama Penyimpanan.....	49
3.10 Aplikasi LDK pada Sampel Simulasi	49
3.11 Aplikasi LDK pada Sampel Nyata.....	50
Bab 4. PEMBAHASAN	51
4.1 Kualitas LDK Sebagai Sensor Kimia	51
4.1.1 Fabrikasi LDK.....	51
4.1.1.1 Pencetakan LDK dengan Teknik Sablon	51
4.1.1.2 Proses Immobilisasi Reagen	53
4.2 Optimasi LDK	54
4.2.1 Volume Sampel Optimum	54
4.2.2 Konsentrasi Larutan Reagen Kompleks Besi (III) – Tris (1,10 Phenantrolin) Optimal	55
4.2.3 Konsentrasi Larutan Reagen <i>Tetrabromophenol-Blue</i>	57
4.2.4 Konsentrasi Larutan Reagen <i>Bromothymol Blue & Methyl Red</i>	59
4.2.5 Perbandingan Konsentrasi Larutan Reagen <i>Bromothymol Blue & Methyl Red</i>	60
4.2.6 pH Optimum reagen Kompleks Besi (III) – Tris (1,10 Phenantrolin)	61
4.2.7 pH Optimum reagen <i>Tetrabromophenol-Blue</i>	62
4.3 Kemampuan LDK dalam Pengukuran Kadar Asam Urat, Protein, dan pH	64
4.3.1 Waktu Respon LDK.....	64

4.3.1.1 Waktu Respon pada Lokasi Deteksi Asam Urat	64
4.3.1.2 Waktu Respons pada Lokasi Deteksi Protein.....	65
4.3.1.3 Waktu Respon pada Lokasi pH.....	66
4.3.1.4 Waktu Respon LDK.....	67
4.3.2 Limit Deteksi	68
4.3.2.1 Limit Deteksi pada Lokasi Deteksi Asam Urat.....	68
4.3.2.2 Limit Deteksi pada Lokasi Deteksi Protein.....	69
4.3.3 Daerah Kerja.....	71
4.3.3.1 Daerah Kerja pada Lokasi Deteksi Asam Urat.....	71
4.3.3.2 Daerah Kerja pada Lokasi deteksi Protein.....	73
4.3.4 Sensitivitas.....	75
4.3.4.1 Sensitivitas pada Lokasi Deteksi Asam Urat.....	75
4.3.4.2 Sensitivitas pada Lokasi Deteksi Protein.....	76
4.3.5 Selektivitas.....	77
4.3.5.1 Selektivitas pada Lokasi Deteksi Asam Urat.....	77
4.3.5.2 Selektivitas pada Lokasi Deteksi Protein.....	78
4.3.6 Presisi.....	80
4.3.7 Penentuan Lama Penyimpanan.....	81
4.4 Aplikasi LDK pada Sampel Urin Simulasi.....	83
4.5 Aplikasi LDK pada Sampel Urin Nyata.....	84
BAB.5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	90
5.1 Kesimpulan.....	90
5.2 Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA.....	93
LAMPIRAN	96

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Struktur molekul asam urat	6
2.2 Jalur utama metabolisme dan transport asam urat	8
2.3 Struktur protein	9
2.4 Struktur 1,10-phenantrolin.....	14
2.5 Perubahan ion besi (III) menjadi ion besi (II)	15
2.6 Asam urat mereduksi kompleks besi (III)-tris(1,10-phenantrolin)	15
2.7 Struktur <i>tetrabromophenol-blue</i>	16
2.8 Reaksi perubahan warna <i>tetrabromophenol-blue</i>	17
2.9 Keseimbangan indikator asam basa dalam larutan air.....	18
2.10 Struktur <i>bromothymol-blue</i>	20
2.11 Struktur <i>methyl red</i>	20
2.12 Teknik adsorpsi	22
2.13 Teknik entrapment	23
2.14 Teknik encapsulasi.....	23
2.15 Teknik crosslinking.....	24
2.16 Teknik kovalen.....	24
2.17 Skema sensor kimia	26
2.18 Skematik dari μ TAS dengan detektor optik dan lab-on-a-chip	30
2.19 Screen nomor kerapatan	31
2.20 Rakel	32
2.21 Meja sablon	33
2.22 Skema teknik sablon	36
2.23 Tampilan area kerja <i>adobe photoshop CS</i>	37
3.1 Diagram alur penelitian	40

3.2 Cara peletakan screen diatas meja sablon.....	45
3.3 Cara peletakan tinta.....	45
3.4 Skema pembuatan LDK.....	46
3.5 Model LDK yang dimodifikasi biosensor	46
4.1 Bentuk LDK dengan dari hasil cetak sablon	53
4.2 Kondisi LDK setelah immobilisasi	54
4.3 Optimasi beberapa volume untuk LDK.....	55
4.4 Optimasi konsentrasi larutan reagen kompleks besi (III) – tris (1,10 phenantrolin) tanpa adanya standar asam urat.	56
4.5 Optimasi konsentrasi larutan reagen kompleks besi (III) – tris (1,10 phenantrolin) setelah direaksikan dengan standar asam urat.	56
4.6 Optimasi konsentrasi larutan reagen <i>tetrabromophenol-blue</i> tanpa adanya standar albumin.	57
4.7 Optimasi konsentrasi larutan <i>reagen tetrabromophenol-blue</i> setelah direaksikan dengan standar albumin.....	58
4.8 pH optimum reagen kompleks besi (III) – tris (1,10-phenantrolin) setelah direaksikan dengan larutan standart asam urat.....	62
4.9 pH optimum reagen <i>tetrabromophenol-blue</i> setelah direaksikan dengan larutan standart BSA.....	63
4.10 Perubahan warna ketika terjadi reaksi antara reagen dengan standart asam urat.....	64
4.11 Perubahan warna ketika terjadi reaksi antara reagen dengan standart albumin..	65
4.12 Perubahan warna pada lokasi deteksi pH.....	67
4.13 Perubahan warna sebelum dan sesudah bereaksi dengan larutan standar masing-masing 1000 ppm dan pH 9	68
4.14 LDK yang telah diuji dengan standart asam urat.....	69
4.15 LDK yang telah diuji dengan standart albumin	70
4.16 Perubahan warna reagen dengan standar BSA 10 ppm.....	70
4.17 Perubahan warna reagen dengan standar BSA 1 ppm.....	71

4.18 Kurva kalibrasi Δ mean <i>red</i>	72
4.19 Kurva kalibrasi Δ mean <i>blue</i>	74
4.20 Hasil penyimpanan.....	81
4.21 Pengujian LDK.....	83
4.22 Hasil pengujian LDK pada sampel simulasi konsentrasi 100–1000 ppm..	84

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Sifat – Sifat Besi (Fe).....	13
2.2 Perubahan Warna dan Jangkauan pH dari Indikatoer Tertentu.....	18
4.1 Optimasi konsentrasi larutan reagen <i>bromothymol blue</i> pada pH 5 – 9.....	59
4.2 Optimasi konsentrasi larutan reagen <i>methyl red</i> pada pH 5 – 9.....	60
4.3 Perbandingan konsentrasi larutan reagen <i>bromothymol blue & methyl red</i>	61
4.4 Data waktu respon LDK dengan reagen Kompleks Besi (III)-Tris (1,10- Phenantrolin) pada konsentrasi larutan standart 1000 ppm.....	65
4.5 Data waktu respon LDK dengan <i>tetrabromophenol-blue</i> pada berbagai konsentrasi standar albumin	66
4.6 Waktu respon pada lokasi deteksi pH.....	67
4.7 Hasil pengukuran nilai Δ mean <i>red</i> untuk daerah linier	72
4.8 Hasil pengukuran nilai Δ mean <i>blue</i> untuk daerah linier.....	73
4.9 Hasil pengukuran nilai Δ mean histogram <i>red</i> untuk selektivitas.....	77
4.10 Hasil pengukuran nilai Δ mean histogram <i>blue</i> untuk selektivitas.....	79
4.11 Hasil pengukuran nilai Δ mean <i>RGB</i> untuk presisi.....	80
4.12 Data lama waktu penyimpanan	82
4.13 Uji semikuantitatif kadar asam urat dalam urin	86
4.14 Uji semikuantitatif kadar protein dalam urin	86
4.15 Uji semikuantitatif nilai pH urin	87
4.16 Hasil Pengujian LDK pada Pasien di Laboratorium Patologi Klinik “ELISA” RSUD dr. Soebandi.....	88

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A. Perhitungan presisi	96
A.1 Perhitungan presisi pada lokasi deteksi asam urat.....	96
A.2 Perhitungan presisi pada lokasi deteksi protein.....	97
LAMPIRAN B. Hasil pemeriksaan pasien di dr. Soebandi.....	98
B.1 Hasil pemeriksaan asam urat di RSUD dr. Soebandi	98
B.2 Hasil pemeriksaan protein dan pH urin di RSUD dr. Soebandi	99
LAMPIRAN C. Brosur dan kemasan.....	101
C.1 Brosur penggunaan LDK.....	101
C.2 Kemasan LDK.....	102
LAMPIRAN D. Alat dan bahan	103
D.1 Alat dan bahan untuk menyablon	103
D.2 Bahan untuk deteksi asam urat	103
D.3 Bahan untuk deteksi protein.....	104
D.4 Bahan untuk deteksi pH	104