



**PENGEMBANGAN KOYO SEBAGAI KOYO PINTAR  
DENGAN DETEKSI KANDUNGAN KERINGAT  
(UREA, ASAM LAKTAT DAN pH)**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Rida Rizki Akbar**

**NIM. 052210101069**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2011**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Yuda Cahyoargo Hariadi dan Ibunda Arry Nurhayati tercinta yang telah mencurahkan seluruh perhatian serta kasih sayang, pengorbanan dan mendoakanku dengan penuh kesabaran berharap yang terbaik selalu hadir dalam hidupku.
2. Saudaraku tercinta Rida Kurnia Akbar.
3. Pacar dan sahabatku Mayang Aprimavista.
4. Almamater tercinta Fakultas Farmasi Universitas Jember.
5. Laboratorium Bio dan Kemo Sensor, Bagian Kimia Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Jember.

## MOTTO

**Jika kita hanya mengerjakan sesuatu yang sudah kita ketahui, kapankah kita akan mendapat pengetahuan yang baru  
(Mario Teguh)**

**Hai orang-orang yang beriman jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.  
(QS. Al-Baqarah:153)**

**Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap kali kita jatuh.  
(Confusius)**

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Rida Rizki Akbar

NIM : 052210101069

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul:

Pengembangan Koyo Sebagai Koyo Pintar dengan Deteksi Kandungan Keringat (Urea, Asam Laktat dan pH) 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 bertanggungjawab 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, Oktober 2011

Yang menyatakan,

Rida Rizki Akbar

NIM 052210101069

**SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN KOYO SEBAGAI KOYO PINTAR  
DENGAN DETEKSI KANDUNGAN KERINGAT  
(UREA, ASAM LAKTAT DAN pH)**

Oleh

**Rida Rizki Akbar**

**NIM. 052210101069**

Pembimbing

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

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

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul *Pengembangan Koyo sebagai Koyo Pintar dengan Deteksi Kandungan Keringat (Urea, Asam Laktat dan pH)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada:

hari : Rabu

tanggal : 05 Oktober 2011

tempat : Fakultas Farmasi

## Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc.,PhD  
NIP 196902011994031002

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

Anggota I,

Anggota II,

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

Diana Holiday S.Farm., Apt. M. Farm  
NIP 197812212005012002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,

Prof. Drs. Bambang Kuswandi, MSc., PhD  
NIP 1969020111994031002

## RINGKASAN

### **Pengembangan Koyo sebagai Koyo Pintar dengan Deteksi Kandungan Keringat (Urea, Asam Laktat dan pH)**

Rida Rizki Akbar;052210101069;2011;Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Keringat mengandung beberapa konsentrasi analit yang dapat memberikan informasi tentang keadaan kimia fisika tubuh seseorang (Heitz, 2005). Urea merupakan sisa metabolisme protein yang setiap hari di produksi dalam tubuh. Asam laktat diproduksi oleh tubuh dari metabolisme glukosa simpan tanpa oksigen yang memadai. Kenaikan asam laktat dalam tubuh mempengaruhi perubahan pH, dimana kenaikan asam laktat akan cenderung menjadi asam. Analit-analit ini akan di sekresikan secara normal dalam keringat.

*Lab on a chip* atau Laboratorium Dalam Kepingan (LDK) merupakan suatu aplikasi yang dapat mempercepat dan menggabungkan pensamplingan, preparasi sampel, separasi, reaksi kimia, deteksi analit dan analisis data yang semuanya akan terintegrasi dan dilakukan dalam satu *mikrodevice* analisis. Sensor kimia dan biosensor yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebuah LDK berupa chip kain kecil yang mengandung reagen-reagen tertentu di mana reagen-reagen yang dipakai dalam chip kain ini akan selektif terhadap analit yang akan di deteksi yaitu Urea dan Asam Laktat serta mampu mendeteksi pH. Reagen-reagen yang selektif tersebut akan diimmobilisasi dengan teknik *adsorpsi* dalam chip kain dimana masing-masing reagen akan berada dalam jalurnya yang tersendiri yang dibentuk dari hasil tehnik pengecapan lilin batik.

Linieritas reagen pendeteksi urea yang didapat meliputi rentang konsentrasi 100 ppm – 2000 ppm. Batas deteksi yang di dapat adalah 77,75 ppm sementara batas kuantitasi adalah 259,17 ppm. Kepresisian yang didapat adalah RSD 1,88% dan selektif terhadap interferensi garam dengan % interferensi 0,51%. Linieritas reagen pendeteksi asam laktat yang didapat meliputi rentang konsentrasi 105ppm –

1050ppm. Batas deteksi yang didapat adalah 40,2906 ppm sementara batas kuantitasi adalah 134,3032 ppm. Kepresisian yang didapat adalah RSD 1,76% dan selektif terhadap interferensi garam dengan % interferensi 0,18%. Linieritas reagen pendeteksi pH yang didapat meliputi rentang pH 4,5-6,5 dan Kepresisian LDK adalah RSD 1,82%

Dan dari uji aplikasi pada sampel nyata dengan membandingkan antara pengujian kuantitatif dan kualitatif maka dapat disimpulkan koyo pintar dapat di aplikasikan.



## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Pengembangan Koyo sebagai Koyo Pintar Dengan Deteksi Kandungan Keringat (Urea, Asam Laktat dan pH)*. 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 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 selaku dosen pembimbing anggota atas waktu, pikiran dan perhatiannya dalam membimbing dan memberi petunjuk sehingga terselesaikannya penulisan skripsi ini;
3. Yuni Retnaningtyas., S.Farm., Apt dan Diana Holiday S.Farm., Apt sebagai dosen penguji yang banyak memberikan kritik, saran dan masukan yang membangun dalam penulisan skripsi ini;
4. Bu Wayan selaku teknisi Laboratorium Kimia Farmasi, atas saran-saran dan bantuannya selama penulis mengerjakan penelitian;
5. Bapakku yang mengajarkanku arti kerja keras dan tanggung jawab. Ibuku yang mengajarkanku kesabaran.
6. Mayang Aprimavista, pacar dan sahabatku yang telah memberiku semangat dan doa.
7. Welut Community, Agun, Brain, Yaya, Doni, Rio yang telah memberikan dukungan dan semangat.

8. Lukman Cempe dan teman-teman praktikan lainnya di laboratorium bio dan kemo sensor.
9. Teman teman angkatan 2005, 2006, 2007, 2008 yang telah memberi banyak kesan pertemanan dan semangat.

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.

Jember, Oktober 2011

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR RUMUS PERSAMAAN</b> .....	xvi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR PERSAMAAN REAKSI</b> .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	4
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	4
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
<b>2.1 Tinjauan tentang Keringat</b> .....	6
<b>2.2 Tinjauan tentang Urea</b> .....	6
<b>2.3 Tinjauan tentang Urease</b> .....	7
<b>2.4 Tinjauan tentang Bromothymol Blue</b> .....	8

<b>2.5</b>	<b>Tinjauan tentang Asam Laktat</b> .....	9
<b>2.6</b>	<b>Tinjauan tentang pH</b> .....	10
<b>2.7</b>	<b>Tinjauan tentang Reagen Indikator Asam Basa</b> .....	11
<b>2.8</b>	<b>Tinjauan tentang Reagen Komplek Besi (III) – Tris (1,10 Phenantrolin)</b> .....	13
<b>2.9</b>	<b>Tinjauan tentang Chip Kain (Mikrototal Analisis Sistem (<math>\mu</math>TAS))</b> .....	14
<b>2.10</b>	<b>Tinjauan tentang Sensor Kimia</b> .....	16
	2.10.1 Definisi Sensor Kimia .....	16
	2.10.2 Aplikasi Sensor Kimia .....	16
<b>2.11</b>	<b>Tinjauan tentang Biosensor</b> .....	17
	2.11.1 Definisi Biosensor.....	17
	2.11.2 Mekanisme Biosensor.....	18
	2.11.3 Transduser Molekuler.....	18
<b>2.12</b>	<b>Tinjauan tentang Teknik Immobilisasi</b> .....	19
	2.12.1 Adsorpsi .....	19
	2.12.2 Entrapment .....	20
	2.12.3 Encapsulasi .....	21
	2.12.4 Crosslinking .....	21
	2.12.5 Ikatan Kovalen.....	22
<b>2.13</b>	<b>Tinjauan tentang Karakteristik Analisis</b> .....	22
	2.13.1 Daerah Linier .....	22
	2.13.2 Limit Deteksi (LOD) dan Kuantitasi.....	23
	2.13.3 Akurasi.....	23
	2.13.4 Presisi .....	23
	2.13.5 Selektivitas .....	23
<b>2.14</b>	<b>Tinjauan tentang Koyo</b> .....	24
<b>2.15</b>	<b>Tinjauan tentang Teknologi Cetak</b> .....	24

2.15.1 Definisi Teknologi Cetak .....	25
2.15.2 Teknologi Cetak Batik.....	25
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>28</b>
3.2.1 Tempat Penelitian .....	28
3.2.2 Waktu Penelitian .....	28
<b>3.3 Rancangan Penelitian .....</b>	<b>28</b>
3.3.1 Rancangan Operasional .....	28
3.3.2 Diagram Alur Penelitian .....	29
<b>3.4 Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>30</b>
3.4.1 Alat.....	30
3.4.2 Bahan .....	30
<b>3.5 Pembuatan Larutan .....</b>	<b>30</b>
3.5.1 Pembuatan Larutan untuk Pengukuran pH .....	30
3.5.2 Pembuatan Larutan untuk Deteksi Urea .....	31
3.5.3 Pembuatan Larutan untuk Deteksi Asam Laktat.....	31
<b>3.6 Fabrikasi Koyo Pintar .....</b>	<b>33</b>
3.6.1 Fabrikasi Chip Kain Batik.....	32
3.6.2 Fabrikasi Kertas Standar Pembacaan .....	33
3.6.3 Aplikasi Chip Kain pada Koyo .....	34
<b>3.7 Optimasi Chip Kain .....</b>	<b>35</b>
3.7.1 Optimasi Volume Reagen pada Chip Kain .....	35
3.7.2 Optimasi pH Dapar .....	35
3.7.3 Optimasi Konsentrasi Reagen pada Chip Kain .....	35
<b>3.8 Karakteristik Analisis.....</b>	<b>36</b>
3.8.1 Penentuan Linieritas.....	36
3.8.2 Penentuan Batas Deteksi dan Kuantitasi.....	36

3.8.3	Penentuan Presisi .....	37
3.8.4	Penentuan Akurasi.....	37
3.8.5	Penentuan Selektifitas.....	38
<b>3.9</b>	<b>Aplikasi Koyo Pintar Pada Sampel Nyata.....</b>	<b>38</b>
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1</b>	<b>Fabrikasi Chip Kain Sebagai Sensor Kimia dan Biosensor...</b>	<b>40</b>
4.1.1	Pengecapan Chip Kain dengan Teknik Pengecapan Batik..	40
4.1.2	Proses Immobilisasi Reagen Chip Kain.....	42
<b>4.2.</b>	<b>Optimasi Chip Kain.....</b>	<b>43</b>
4.2.1	Optimasi Volume Reagen .....	43
4.2.2	Optimasi Konsentrasi Indikator Klorofenol Merah .....	44
4.2.3	Optimasi Konsentrasi Kompleks Besi(III)Phenantrolin .....	45
4.2.4	Optimasi pH Dapar Fosfat.....	46
4.2.5	Penentuan Konsentrasi Larutan Indikator BTB.....	47
<b>4.3</b>	<b>Karakteristik Analisis .....</b>	<b>49</b>
4.3.1	Karakteristik Analisis Reagen Pendeteksi Urea.....	49
4.3.2	Karakteristik Analisis Reagen Pendeteksi Asam Laktat.....	56
4.3.3	Karakteristik Analisis Reagen Pendeteksi pH Keringat.....	63
<b>4.4</b>	<b>Fabrikasi Koyo Pintar .....</b>	<b>67</b>
<b>4.5</b>	<b>Aplikasi Koyo Pintar Pada Sampel Keringat.....</b>	<b>69</b>
4.5.1	Pengujian Kuantitatif.....	69
4.5.2	Pengujian Kualitatif.....	72
<b>BAB 5.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>73</b>
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan .....</b>	<b>73</b>
<b>5.2</b>	<b>Saran .....</b>	<b>75</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>76</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>.....</b>	<b>79</b>

## DAFTAR GAMBAR

		Halaman
2.1.	Struktur Kimia Urea .....	7
2.2	Struktur Bromothymol Blue.....	7
2.3	Struktur Kimia Asam Laktat.....	10
2.4	Struktur Kimia Klorofenol Merah.....	11
2.5	Struktur Kimia <u>1, 10-phenantrolin</u> .....	14
2.6	Skematik dari $\mu$ TAS dengan Detektor Optik dan Lab-On-Chip .....	15
2.7	Skema Sensor Kimia .....	17
2.8	Konstruksi Umum Biosensor .....	18
2.9	Teknik Adsorpsi .....	20
2.10	Teknik <i>Entrapment</i> .....	21
2.11	Teknik Encapsulasi .....	21
2.12	Teknik <i>Crosslinking</i> .....	22
2.13	Teknik Ikatan Kovalen .....	22
2.14	Canting Cap Logam.....	26
2.15	Wajan Cap Batik .....	26
2.16	Meja Cap Batik.....	27
2.17	Hasil Cetakan Cap Batik.....	27
3.1	Diagram Alur Penelitian.....	29
3.2	Diagram Alur Pembuatan Chip Kain Batik.....	33
3.3	Kertas Standar Pembacaan Koyo Pintar.....	34
3.3	Desain Koyo Pintar.....	35
4.1	Hasil Potongan Chip Kain.....	41
4.2	Serat Katun Chip Kain .....	41

4.3	Chip Kain Setelah diimobilisasi.....	42
4.4	Kurva Kalibrasi Penentuan Linieritas Reagen Pendeteksi Urea.....	51
4.5	Kurva Kalibrasi Penentuan Linieritas Reagen Pendeteksi Asam Laktat....	58
4.6	Kurva Kalibrasi Penentuan Linieritas Reagen Pendeteksi pH keringat....	65
4.7	Koyo Pintar Sebelum di Aplikasikan.....	67
4.8	Penempelan Koyo Pintar pada Subjek Manusia .....	68
4.9	Koyo Pintar Sesudah di Aplikasikan.....	69

### DAFTAR RUMUS PERSAMAAN

	Halaman
3.1 Persamaan LOD .....	36
3.2 Persamaan LOQ .....	36
3.3 Persamaan SD.....	37
3.4 Persamaan Kv .....	37
3.5 Persamaan %recovery .....	38
3.6 Persamaan %interferen.....	38

### DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Perubahan Warna dan Jangkauan pH dari Indikator Tertentu.....	12
2.2 Sifat-sifat Besi (Fe) .....	13
4.1 Optimasi Volume Reagen .....	44
4.2 Optimasi Konsentrasi Indikator Klorofenol Merah.....	45
4.3 Optimasi Konsentrasi Larutan Kompleks Phenantrolin.....	46
4.4 Optimasi pH Dapar Fosfat.....	47
4.5 Optimasi Konsentrasi Indikator Bromothymol Blue.....	48



4.6 Hasil Pengukuran RGB untuk Penentuan Linieritas Reagen Pendeteksi Urea..	50
4.7 Hasil Pengukuran RGB untuk LOD-LOQ Reagen Pendeteksi Urea.....	52
4.8 Hasil Pengukuran RGB untuk Presisi Reagen Pendeteksi Urea.....	53
4.9 Data Hasil Pengujian Akurasi untuk Reagen Pendeteksi Urea.....	54
4.10. Hasil Uji Selektivitas Reagen Pendeteksi Urea .....	56
4.11 Data RGB untuk Linieritas Reagen Pendeteksi Asam Laktat .....	57
4.12 Data Hasil Pengukuran LOD-LOQ reagen pendeteksi Asam Laktat.....	59
4.13 Hasil Pengukuran RGB untuk Presisi Reagen Pendeteksi Asam Laktat.....	60
4.14 Data Pengukuran Akurasi Regen Pendeteksi Asam Laktat.....	61
4.15. Hasil Uji Selektivitas Reagen Pendeteksi Asam Laktat.....	63
4.16 Data Hasil Pengukuran untuk Linieritas Reagen Pendeteksi pH/.....	64
4.17 Data Hasil untuk Penentuan Presisi Reagen Pendeteksi pH Keringat.....	66
4.18 Hasil Pengukuran untuk Aplikasi Sampel Nyata.....	70
4.19 Hasil Uji T non Parameter.....	71
4.20 Perbandingan Hasil Metode Standar dengan Kuisisioner.....	72

### DAFTAR PERSAMAAN REAKSI

	Halaman
2.1 Reaksi hidrolisis urea dikatalisis oleh enzim urease.....	8
2.2 Reaksi konversi urea menjadi ion ammonium dan ion hidroksil (OH).....	8
2.3 Reaksi hidrolisis urea dengan indikator bromthymolblue (BTB).....	9
2.4 Reaksi asam indikator yang tidak berdisosiasi (HIn).....	11
2.5 Reaksi basa indikator yang tidak berdisosiasi (InOH).....	11