



**PENGEMBANGAN KOYO PINTAR DENGAN CHIP BERBAHAN KAOS  
UNTUK ANALISIS ASAM LAKTAT, NATRIUM, DAN pH PADA SAMPEL  
KERINGAT**

**SKRIPSI**

Oleh

**Luqman Hakimul Irsyad  
NIM 072210101064**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**



**PENGEMBANGAN KOYO PINTAR DENGAN CHIP BERBAHAN KAOS  
UNTUK ANALISIS ASAM LAKTAT, NATRIUM, DAN pH PADA  
SAMPEL KERINGAT**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Fakultas Farmasi (SI) dan mencapai gelar sarjana Farmasi

Oleh :

**Luqman Hakimul Irsyad  
NIM 072210101064**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2011**

## PERSEMBAHAN

Dengan segenap ketulusan hati, saya persembahkan karya tulis ini untuk :

1. **Allah SWT**, syukur Alhamdulillah atas pertolongan, rahmat dan hidayah Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
2. Ibuku Patini dan Bapakku Syafi'i tercinta, yang telah memberikan kasih sayang, perhatian, dan nasehat untukku serta senantiasa mendoakan aku.
3. Adik – adikku Arief, Fajar, dan Ike serta kakakku Mas Awir dan Mbak Diana yang selalu memberikanku kebahagiaan serta kasih sayang yang kalian berikan untukku.
4. Bapak Bambang Kuswandi, terima kasih telah memberikan bimbingan dengan segala perhatian hingga terselesaikan skripsi ini. Ibu Yuni Retnaningtyas, terima kasih atas segala perhatian, bimbingan, dan nasihat yang ibu berikan selama ini kepada saya.
5. Saudara-saudaraku seperjuangan Komite Sentral GMNI, jiwa marhaenis kita menuntun berparadigma dan empati kita. Tetaplah menjadi banteng-banteng muda "Pedjoeang Pemikir-Pemikir Pedjoeang". Merdeka!!!
6. Saudara-saudaraku MPA Pring Kuning Winastanto, Alvan, Rocky, Danik, Bawon, Yaya, Rahma, Lili, Annas, Aja, Weka, Rizki, Muji, Imam, dan Nisa tumbuh diatas tanah yang keras menumbuhkan tali persaudaraan dan berfikir kita. Terima kasih semuanya, Semoga tetap menjadi rumpun bambu yang terkuat. Lestari!!!
7. Imroatul Azizah yang selalu sabar mengarahkan dan memberikan semangat, terima kasih.
8. Sahabat-sahabatku Gilang, Lukboy, Lili, Ceri, Alvi, Linda, Mbak Wahyu, Iwan, Nanang, Alfin, serta sahabat yang lain terima kasih atas dukungan, bantuan, dan nasehat yang kalian berikan kepadaku, serta teman-teman angkatan 2007 yang telah memberi banyak kesan pertemanan dan semangat.

9. Kawan-kawan anggota penelitian Brian, Ridho, Agun, dan Mayang, serta tim BCS (*Bio Chemo Sensor*) yang lain terima kasih atas bantuan, dorongan serta semangat selama kebersamaan kita dalam melakukan penelitian.
10. Pahlawan "Tanpa Tanda Jasa" ku di SDN Deketagung, SMPN 3 Sugio, SMAN 2 Lamongan, Fakultas Farmasi Universitas Jember, atas kesabarannya dalam membimbing dan menyalurkan ilmunya, menjadikanku sebagai sosok yang berwawasan.

## **MOTTO**

**Rumpun Bambu Terkuat, Tumbuh di atas Tanah yang Keras  
(MPA Pring Kuning)**

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

**SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN KOYO PINTAR DENGAN CHIP BERBAHAN KAOS  
UNTUK ANALISIS ASAM LAKTAT, NATRIUM, DAN pH PADA  
SAMPEL KERINGAT**

Oleh

**Luqman Hakimul Irsyad**

**NIM 072210101064**

Pembimbing :

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

Dosen Pembimbing Anggota : Yuni Retnaningtyas, S.Si., Apt., M.Si.

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : Luqman Hakimul Irsyad

NIM : 072210101064

Menyatakan dengan sungguh-sungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul *"Pengembangan Koyo Pintar dengan Chip Berbahan Kaos untuk Analisis Asam Laktat, Natrium, dan pH pada Sampel Keringat"* adalah bebar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah saya ajukan pada institusi manapun, dan 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 di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Oktober 2011

Yang menyatakan,

Luqman Hakimul Irsyad

NIM. 072210101064

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul ”*Pengembangan Koyo Pintar dengan Chip Berbahan Kaos untuk Analisis Asam Laktat, Natrium, dan pH pada Sampel Keringat*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada:

hari : Selasa

tanggal : 04 Oktober 2010

tempat : Fakultas Farmasi

### Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D  
NIP 196902011994031002

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

Anggota I,

Anggota II,

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

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

### Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,

Prof. Drs. Bambang Kuswandi, MSc., Ph.D  
NIP 1969020111994031002



## RINGKASAN

**Pengembangan Koyo Pintar dengan Chip Berbahan Kaos untuk Analisis Asam Laktat, Natrium, dan pH pada Sampel Keringat;** Luqman Hakimul Irsyad, 072210101064; 2011; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Keringat dihasilkan oleh kelenjar keringat (*glandula sudorifera*) yang terdapat pada lapisan dermis. Keringat dialirkan melalui saluran kelenjar keringat dan dikeluarkan dari dalam tubuh melalui pori-pori. Keringat yang keluar dari tubuh mengandung beberapa elektrolit makro terutama natrium ( $\text{Na}^+$ ). Selain itu keringat juga mengandung sisa metabolisme seperti asam laktat.

Pengukuran metabolit dalam keringat dapat merefleksikan proses biokimia di jaringan dan memberikan penandaan kelangsungan hidup jaringan. Pengukuran metabolit dengan sampel keringat lebih ramah dan aman terhadap subjek atau pasien dari pada menggunakan sampel darah. Pengukuran tersebut tidak perlu mengambil darah dari subjek yang dapat mengakibatkan rasa sakit dan tekanan mental serta menyebabkan terjadinya resiko infeksi. Monitoring kondisi fisik menggunakan keringat juga mempunyai keuntungan tidak adanya gangguan dan mudah digunakan.

Untuk mengetahui kondisi fisik tersebut diupayakan suatu teknologi yang sesuai, salah satunya adalah pengembangan koyo pintar untuk deteksi keringat yang dapat dipakai setiap saat, cepat, dan mudah penggunaannya dengan harga terjangkau. Penggunaan sediaan patch seperti koyo relatif tidak ada gangguan dan praktis. Saat ini, instrumen laboratorium menyediakan pengukuran kuantitatif sampel biologis dengan biaya yang cukup mahal dan membutuhkan tenaga ahli serta membutuhkan volume sampel biologis yang cukup banyak, sehingga sangat diperlukan suatu bentuk alternatif pengujian cairan biologis yang menggunakan sedikit volume sampel dan biaya tidak mahal untuk digunakan secara luas.

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa chip pada koyo pintar menggunakan bahan kaos katun. Teknik pembuatannya dengan cetak cap batik yang terbuat dari kuningan, serta menggunakan lilin atau malam batik untuk membuat pola. Kondisi optimum chip meliputi: volume sampel optimum 7 $\mu$ L; reagen deteksi asam laktat adalah Kompleks Besi (III)- Tris (1,10 Phenantrolin) 1000 ppm, reagen deteksi natrium adalah kalium kromat 5% dengan perak nitrat 10000 ppm, sedangkan reagen pH adalah kloro fenol merah 2000 ppm.

Karakterisasi chip deteksi asam laktat mempunyai daerah kerja 105 ppm – 1050 ppm dengan nilai  $r = 0,9972$ , sensitive dengan nilai batas deteksi (LOD) sebesar 45,73 ppm dan batas kuantitasi (LOQ) chip sebesar 152,44 ppm, Presisi dengan nilai RSD-nya  $< 2\%$  yaitu 0,79%, selektif terhadap interferensi larutan urea, dan akurat dengan nilai % recovery sebesar 99,83-102,67%. Kemudian karakterisasi chip deteksi natrium mempunyai daerah kerja 900 ppm – 3000 ppm dengan nilai  $r = 0,9988$ , sensitive dengan nilai batas deteksi (LOD) sebesar 56,46 ppm dan batas kuantitasi (LOQ) chip sebesar 188,21 ppm, presisi dimana nilai RSD-nya  $< 2\%$  yaitu 0,89%, selektif terhadap interferensi larutan urea, akurat dengan nilai % recovery sebesar 99,67-101,65%. Sedangkan karakterisasi chip deteksi pH mempunyai daerah kerja pada pH 4-7 dengan nilai  $r = 0,9971$ , dan presisi dimana nilai RSD-nya  $< 2\%$  yaitu 0,97%. Hasil pengamatan dengan menggunakan chip dibandingkan dengan alat lain  $H_0$  diterima bahwa tidak ada perbedaan hasil yang bermakna dari dua metode yang digunakan, karena nilai signifikansi ( $\alpha$ ) dari ketiganya  $> 0,05$ , asam laktat signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 0,375, natrium sebesar 0,063, dan pH sebesar 0,375.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah, atas segala rahmat dan karunian-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ” *Pengembangan Koyo Pintar dengan Chip Berbahan Kaos untuk Analisis Asam Laktat, Natrium, dan pH pada Sampel Keringat*”. 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., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember;
2. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing utama dan Yuni Retnaningtyas., S.Si., Apt., M.Si. selaku dosen pembimbing anggota atas waktu, pikiran, dan perhatiannya dalam membimbing dan memberi petunjuk sehingga terselesaikannya penulisan skripsi ini;
3. Lestyo Wulandari, S.Farm., Apt., M.Farm., dan Diana Holiday S.F., Apt., M.Farm sebagai dosen penguji yang banyak memberikan kritik, saran dan masukan yang membangun dalam penulisan skripsi ini;
4. Bu Wayan selaku teknisi Laboratorium Kimia Farmasi dan Mas Huda selaku teknisi Laboratorium Elisa, terima kasih atas saran-saran dan bantuannya selama penulis mengerjakan penelitian;
5. Teman praktikan di laboratorium bio dan kemo sensor;
6. 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 skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Oktober 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	3
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Tinjauan Tentang Keringat</b> .....	5
<b>2.2 Tinjauan tentang Asam Laktat</b> .....	6
<b>2.3 Tinjauan tentang Natrium</b> .....	7
<b>2.4 Tinjauan tentang pH</b> .....	9
<b>2.5 Tinjauan tentang Koyo (Plester)</b> .....	10
<b>2.6 Tinjauan tentang Reagen</b> .....	11
2.6.1 Komplek Besi (III)-Tris (1,10-phenantrolin) .....	11
2.6.2 Kalium Kromat dan Perak Nitrat .....	13

<b>2.7 Indikator Asam – Basa</b> .....	13
<b>2.8 Sensor Kimia</b> .....	15
2.8.1 Definisi Sensor Kimia .....	15
2.8.2 Mekanisme Sensor Kimia .....	16
<b>2.9 Teknik Immobilisasi</b> .....	17
2.9.1 Adsorpsi .....	18
2.9.2 Enkapsulasi.....	19
2.9.3 <i>Crosslinking</i> .....	19
2.9.4 <i>Entrapment</i> .....	20
2.9.5 Ikatan Kovalen .....	20
<b>2.10 Karakteristik Sensor Kimia</b> .....	21
2.10.1 Akurasi .....	21
2.10.2 Presisi .....	21
2.10.3 Selektivitas .....	22
2.10.4 Daerah Linier.....	22
2.10.5 Limit Deteksi (LOD) dan Kuantitasi (LOQ).....	22
<b>2.11 Teknik Cap pada Kaos</b> .....	23
2.11.1 Alat dan Bahan .....	23
2.12.2 Proses Cap.....	25
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	27
<b>3.1 Jenis Penelitian</b> .....	27
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	27
<b>3.3 Rancangan Penelitian</b> .....	27
3.3.1 Rancangan Operasional.....	27
3.3.2 Diagram Alur Penelitian .....	28
<b>3.4 Alat dan Bahan</b> .....	29
3.4.1 Alat .....	29
3.4.2 Bahan.....	29

<b>3.5 Prosedur Penelitian</b> .....	29
3.5.1 Preparasi Reagen untuk Penentuan Asam Laktat.....	29
3.5.2 Preparasi Reagen untuk Penentuan Natrium.....	30
3.5.3 Preparasi Reagen untuk Penentuan pH Keringat .....	30
3.5.4 Preparasi Larutan Sampel.....	31
3.5.5 Fabrikasi Koyo Pintar dengan Chip Berbahan Kaos.....	31
3.5.6 Fabrikasi Kertas Pembacaan Chip.....	32
3.5.7 Pengukuran Respon Chip Berbahan Kaos Terhadap Analit dalam Sampel Simulasi .....	33
3.5.8 Optimasi Chip .....	34
3.5.9 Karakteristik Chip .....	34
<b>3.8 Aplikasi Chip Kaos pada Sampel Nyata</b> .....	36
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	38
<b>4.1 Koyo dengan Chip Berbahan Kaos</b> .....	38
4.1.1 Fabrikasi Chip .....	38
4.1.2 Proses Immobilisasi Reagen .....	40
<b>4.2 Optimasi Chip</b> .....	41
4.2.1 Optimasi Volume Reagen .....	41
4.2.2 Optimasi Konsentrasi Indikator Klorofenol Merah .....	42
<b>4.3 Karakteristik Chip</b> .....	44
4.3.1 Daerah Linier.....	44
4.3.2 Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi (LOD dan LOQ).....	50
4.3.3 Presisi .....	52
4.3.4 Selektivitas .....	55
4.3.5 Akurasi .....	58
<b>4.4 Fabrikasi Koyo dengan Chip Berbahan Kaos</b> .....	60
<b>4.5 Aplikasi Koyo Pintar dengan Chip Berbahan Kaos pada Sampel         Keringat</b> .....	61

<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	65
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	65
<b>5.2 Saran</b> .....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	67
<b>LAMPIRAN</b> .....	71



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sifat – Sifat Besi.....	12
Tabel 2.2 Perubahan Warna dan Jangkauan pH dari Indikator Tertentu .....	15
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Daerah Kerja Asam Laktat .....	45
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Daerah Kerja Natrium .....	47
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Daerah Kerja pH.....	49
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran LOD dan LOQ Asam Laktat .....	51
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran LOD dan LOQ Natrium .....	52
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Presisi Asam Laktat.....	53
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Presisi Natrium .....	54
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Presisi Deteksi pH .....	55
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Selektivitas Asam Laktat.....	56
Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Selektivitas Natrium .....	58
Tabel 4.11 Akurasi Asam laktat.....	59
Tabel 4.12 Akurasi Natrium.....	59
Tabel 4.13 Hasil Pengukuran Sampel Keringat dengan Chip dan Laboratorium Klinis .....	61
Tabel 4.14 Frekuensi Uji T Non Parametrik Dua Sampel Berhubungan.....	62
Tabel 4.15 Hasil Uji Statistik Uji T Non Parametrik Dua Sampel Berhubungan.....	63
Tabel 4.16 Pembacaan Chip.....	64

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Kimia Asam Laktat .....	6
Gambar 2.2 Elektrolit dalam Keringat .....	8
Gambar 2.3 (a) Koyo Salonpas (b) Koyo yang Digunakan Masyarakat.....	11
Gambar 2.4 Struktur 1, 10-Phenantrolin .....	12
Gambar 2.5 Struktur Klorofenol Merah.....	16
Gambar 2.6 Skema Sensor Kimia .....	16
Gambar 2.7 Teknik Adsorpsi .....	19
Gambar 2.8 Teknik Enkapsulasi .....	20
Gambar 2.9 Teknik <i>Crosslinking</i> .....	20
Gambar 2.10 Teknik <i>Entrapment</i> .....	21
Gambar 2.11 Teknik Ikatan Kovalen .....	22
Gambar 2.12 Cap terbuat dari Kuningan .....	24
Gambar 2.13 Kompor dan Penggorengan untuk Memanaskan Lilit Padat.....	25
Gambar 2.14 Skema Teknik Cap .....	27
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	29
Gambar. 3.2 Skema Proses Fabrikasi Koyo Pintar dengan Chip Berbahan Kaos .....	32
Gambar 3.3 Desain Koyo Pintar dengan Chip Berbahan Kaos .....	33
Gambar 3.4 Kertas Pembacaan Chip .....	34
Gambar 4.1 (a) Kaos Katun Tampak Depan dengan Perbesaran 20 Kali (b) Tampak Depan Perbesaran 400 Kali (c) Kaos Katun Tampak Samping dengan Perbesaran 20 Kali .....	39
Gambar 4.2 Bentuk dan Bagian-Bagian Chip.....	39
Gambar 4.3 Chip yang Telah Diimmobilisasi Reagen.....	40
Gambar 4.4 Optimasi Volume Reagen .....	41
Gambar 4.5 Optimasi Chip Berdasarkan Konsentrasi Reagen .....	41

Gambar 4.6 Kurva Kalibrasi Konsentrasi Standart Asam Laktat Vs Nilai $\Delta$ Mean RGB.....	46
Gambar 4.7 Kurva Kalibrasi Konsentrasi Standart Natrium vs Nilai $\Delta$ Mean RGB .	48
Gambar 4.8 Kurva Kalibrasi pH Vs Nilai $\Delta$ Mean RGB.....	50
Gambar 4.9 Koyo Pintar dengan Chip Berbahan Kaos (a) Penggunaan di Punggung Relawan (b) Sebelum digunakan (c) Setelah digunakan.....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Perhitungan LOD dan LOQ .....	71
B. Perhitungan Presisi.....	73
C. Perhitungan Akurasi.....	78
D. Hasil Laboratorium Elisa R.S.D. dr. Soebandi .....	81
E. Kertas Pembacaan Chip .....	86
F. Kemasan Produk Koyo Pintar.....	87
G. Kemasan Produk Koyo Pintar.....	88