



**PENGEMBANGAN PEMBALUT PINTAR UNTUK DETEKSI DINI
GANGGUAN FUNGSI GINJAL**

SKRIPSI

Oleh

**Nur Andriani
NIM 072210101058**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



**PENGEMBANGAN PEMBALUT PINTAR UNTUK DETEKSI DINI
GANGGUAN FUNGSI GINJAL**

SKRIPSI

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

Oleh

Nur Andriani
NIM 072210101058

FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2011

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang Maha segala-galanya;
2. Ayahanda tercinta Moh.Hafid, S.H dan ibunda Siti Djamilah, S.H kuhaturkan terima kasih yang tak terhingga atas bimbingan, semangat, pengorbanan, dukungan, doa, dan kasih sayang yang tiada hentinya kepadaku;
3. Kakakku Moh.Fiqhu'rrahman, S.Kom dan adikku Ferdausy Wardani terima kasih atas dukungan, semangat, dan doa hingga skripsi ini terselesaikan;
4. Bapak Bambang Kuswandi, terima kasih telah memberikan bantuan berupa jurnal, bahan, alat, serta bimbingan – bimbingan dengan segala perhatian hingga terselesaikan skripsi ini. Bapak dr. Hairrudin, terimah kasih atas segala saran dan nasihat yang selama ini bapak berikan. Bu Wayan, terimah kasih atas segala bantuan yang ibu berikan sampai terselesaikannya skripsi ini;
5. R.Yudho Pramono, S.Farm seseorang yang aku sayangi terima kasih telah menjadi penyemangatku dan motivasiku untuk menyelesaikan skripsi ini;
6. Guru-guruku di SDN Demangan 01 Bangkalan, SLTPN 02 Bangkalan, SMAN 01 Bangkalan terima kasih telah mendidikku dan menyalurkan ilmunya dengan penuh kesabaran;
7. Almamaterku Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTTO

Pergunakan waktu sehatmu sebelum datang waktu sakitmu.
(HR. Al Hakim & Al Baihaqi)

Pencegahan lebih baik daripada pengobatan.
(Johann Wolfgang von Goethe)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nur Andriani

NIM : 072210101058

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Pengembangan Pembalut Pintar Untuk Deteksi Dini Gangguan Fungsi Ginjal* 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, Desember 2011

Yang menyatakan,

Nur Andriani

NIM 072210101058

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN PEMBALUT PINTAR UNTUK DETEKSI DINI
GANGGUAN FUNGSI GINJAL**

Oleh

Nur Andriani
072210101058

Pembimbing :

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

Dosen Pembimbing Anggota : dr. Hairrudin, M.Kes

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Pengembangan Pembalut Pintar Untuk Deteksi Dini Gangguan Fungsi Ginjal* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada:

hari : Kamis

tanggal: 22 Desember 2011

tempat : Fakultas Farmasi

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

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

dr. Hairrudin, M.Kes

NIP 196902011994031002

NIP 197510112003121008

Anggota I,

Anggota II,

Diana Holidah, M.Farm, Apt

Lestyo Wulandari, S.si.,Apt. M.Farm.

NIP 197812212005012002

NIP 197604142002122001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,

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

NIP 196902011994031002

RINGKASAN

Pengembangan Pembalut Pintar Untuk Deteksi Dini Gangguan Fungsi Ginjal;
Nur Andriani, 072210101058; 2011: 95 halaman; Fakultas Farmasi Universitas
Jember.

Ginjal adalah organ vital yang berfungsi untuk pengaturan keseimbangan air dan elektrolit, pengaturan konsentrasi osmolaritas cairan tubuh dan konsentrasi elektrolit, serta mengekskresi sisa buangan metabolisme seperti urea, kreatinin, asam urat serta zat-zat kimia asing. Apabila fungsi ginjal mengalami gangguan dalam menjalankan fungsinya maka akan dapat menyebabkan terjadinya gagal ginjal. Menstruasi adalah pengeluaran darah, mukus, dan debris dari mukosa uterus secara berkala. Variasi konstituen darah pada wanita yang sehat selama siklus menstruasi adalah tetap yaitu pada jumlah urea, kalsium, serta fosfat anorganik sedangkan pada jumlah klorida dan jumlah bicarbonat mengalami perubahan.

Konsentrasi urea dalam darah menstruasi dapat dijadikan sebagai parameter fungsi ginjal serta bermanfaat dalam pendeteksian dini fungsi ginjal. Untuk memonitor kadar urea dalam darah menstruasi dapat digunakan biosensor enzimatis yaitu dengan mengimmobilisasi urease pada membran biosensor yang mengkatalisis reaksi hidrolisis urea. Dengan mengimmobilisasi secara adsorpsi reagen yang terdiri dari enzim urease dan indikator warna terpilih pada fase pendukung. Jika reagen yang telah diimmobilisasi bereaksi dengan analit maka akan terjadi perubahan warna dari lapisan indikator terpilih. Intensitas warna indikator pada fase pendukung sebanding dengan kadar urea sehingga kadar urea dalam darah menstruasi dapat diketahui.

Chip kertas dipilih sebagai fase pendukung dalam penelitian ini. *Chip* kertas yang dikembangkan dalam penelitian ini bersifat multifungsi yaitu selain fungsi utamanya untuk mengukur kadar urea dalam darah menstruasi juga dapat digunakan untuk mengukur pH dari darah menstruasi. *Chip* kertas sebagai sensor kimia untuk pengukuran pH darah menstruasi menggunakan reagen yang terdiri dari indikator asam basa terpilih dengan dapar fosfat.

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa *chip* kertas yang difabrikasi menggunakan teknik cetak sablon, *chip* kertas terbuat dari kertas saring yang disablon menggunakan cat sablon berupa campuran pasta karet, emulsifier dan tinta hitam sehingga diharapkan *chip* kertas mampu menahan perembesan dari cairan sampel. Kondisi optimum *chip* kertas meliputi: volume sampel optimum 50 μL ; volume reagen urea dan pH optimum 2 μL ; pH optimum buffer fosfat untuk deteksi urea pada pH 7,5; konsentrasi optimum larutan indikator *Bromothymol Blue* 3000 ppm; konsentrasi optimum larutan indikator *Chlorophenol Red* 5000 ppm.

Hasil karakteristik analisis meliputi: waktu respon deteksi urea dan pH adalah ± 2 menit; larutan standar urea memiliki daerah linier yang baik pada rentang konsentrasi 100 ppm – 800 ppm; pada larutan standar pH memiliki daerah linier pada rentang rentang pH 4 – 7,5 ; batas deteksi urea sebesar 72,55 ppm dan batas kuantitasi urea sebesar 241,83 ppm; *chip* kertas cukup selektif untuk deteksi urea dengan adanya pengganggu seperti garam dan kreatinin pada sampel; presisi deteksi urea dan pH memiliki nilai RSD $< 2\%$, serta akurasi urea dengan nilai % *recovery* pada rentang 90-107%. *Chip* kertas ini dapat diaplikasikan pada sampel nyata untuk deteksi dini gangguan fungsi ginjal yang dibuktikan dengan adanya kesesuaian hasil antara *chip* kertas dengan pemeriksaan klinik. Hasil karakteristik analisis menunjukkan *chip* kertas memenuhi persyaratan penggunaan sebagai biosensor untuk penentuan kadar urea pada sampel darah menstruasi yang sekaligus bernilai positif karena *chip* kertas dapat digunakan untuk mengukur pH darah menstruasi.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah, atas segala rahmat dan karunian-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ”*Pengembangan Pembalut Pintar Untuk Deteksi Dini Gangguan Fungsi Ginjal*”. 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, dan dr. Hairrudin, M.Kes selaku Dosen Pembimbing Anggota, Diana Holiday, M.Farm, Apt selaku Dosen Penguji I serta Lestyo Wulandari, S.si.,Apt. M.Farm. selaku Dosen Penguji II terima kasih 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. drg. Yunita, mbak aan, serta karyawan Rekam Medis RS Bina Sehat Jember, terima kasih banyak atas bantuan untuk mendapatkan data rekam medis pasien sebagai sampel dalam skripsi ini;
4. Mbak mayang, rika, mulyani, uut, serta dwi terima kasih banyak atas bantuannya untuk menjadi sampel dalam skripsi ini;
5. Karyawan Laboratorium Klinik ‘ELISA’ RSUD dr.Soebandi Jember, terima kasih banyak atas bantuannya;
6. Ayah, Ibu, kakakku dan adikku yang telah memberikan kasih sayang, perhatian dan dukungan moral spiritual;

7. Teman–teman seperjuangan Arief Lukman W dan Riang Pramulia terima kasih atas bantuan, dorongan serta semangat selama kebersamaan kita dalam melakukan penelitian;
8. Semua teman-teman KKT Suco dan teman–teman farmasi 2007, terima kasih atas dukungan, nasehat, semangat serta bantuanya;
9. Teman-teman seperjuangan di Laboratorium Sensor Kimia dan Biosensor yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan studi ini;
10. Sahabat-sahabatku Uce', Desi, Diska, Gemol, dan masih banyak lagi terima kasih atas semangat dan nasehat-nasehatnya;
11. Seluruh penghuni kos Mastrip 2 No.73 mbk lisa, mbk ika, mbk tri, vivin, finish terima kasih atas rasa kebersamaan dan persaudaraan, serta dukungannya;
12. 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, Desember 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Tentang Ginjal	6
2.2 Tinjauan Tentang pH	7
2.7.1 pH Darah	7
2.7.2 pH Vagina	7
2.3 Tinjauan Tentang Menstruasi	8
2.3.1 Siklus Menstruasi	8
2.4 Tinjauan Tentang Urea	9

2.4.1 Katabolisme Nitrogen Asam Amino	9
2.4.2 Urea Nitrogen Darah	11
2.5 Enzim	12
2.5.1 Enzim Urease	13
2.6 Indikator Asam-Basa	14
2.7 Sensor Kimia	17
2.7.1 Definisi Sensor Kimia	17
2.7.2 Mekanisme Sensor Kimia	17
2.7.3 Teknik Immobilisasi.....	18
2.8 Biosensor	22
2.8.1 Definisi Biosensor	22
2.8.2 Mekanisme Biosensor	23
2.8.3 Transduser Molekular	24
2.9 Karakteristik Biosensor	25
2.10 Mikrototal Analisis Sistem	26
2.11 Cetak Sablon	27
2.12 Proses Cetak Sablon	30
BAB 3. METODE PENELITIAN	33
3.1 Jenis Penelitian	33
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	33
3.3 Rancangan Penelitian	33
3.3.1 Rancangan Operasional.....	33
3.3.2 Diagram Alur Penelitian	34
3.4 Alat dan Bahan	35
3.4.1 Alat	35
3.4.2 Bahan.....	35
3.5 Prosedur Penelitian	35
3.5.1 Penyiapan Bahan.....	35
3.5.2 Pembuatan <i>Chip</i> Kertas.....	37

3.5.3 Proses Immobilisasi Reagen	39
3.5.4 Optimasi <i>Chip</i> Kertas	40
3.5.4.1 Optimasi Volume Sampel Serum	40
3.5.4.2 Optimasi Volume Reagen.....	40
3.5.4.3 Optimasi Konsentrasi Larutan Indikator <i>Bromothymol</i> <i>Blue</i>	40
3.5.4.4 Optimasi Konsentrasi Larutan Indikator <i>Chlorophenol</i> <i>Red</i>	41
3.5.4.5 Optimasi pH Larutan Dapar Fosfat.....	41
3.5.5 Karakterisasi <i>Chip</i> Kertas.....	41
3.5.5.1 Penentuan Waktu Respon <i>Chip</i> Kertas.....	41
3.5.5.2 Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi	41
3.5.5.3 Daerah Linier	42
3.5.5.4 Selektivitas.....	42
3.5.5.5 Presisi.....	43
3.5.5.6 Akurasi.....	44
3.6 Aplikasi <i>Chip</i> Kertas Pada Sampel Simulasi	44
3.7 Aplikasi <i>Chip</i> Kertas Pada Pembalut Sebagai Pembalut Pintar ..	44
3.8 Aplikasi Pembalut Pintar Pada Sampel Nyata.....	45
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Kualitas <i>Chip</i> Kertas Sebagai Biosensor dan Sensor Kimia	47
4.1.1 Fabrikasi <i>Chip</i> Kertas.....	47
4.1.2 Proses Immobilisasi Reagen	48
4.2 Optimasi <i>Chip</i> Kertas.....	49
4.2.1 Optimasi Volume Reagen	49
4.2.2 Optimasi Volume Sampel	50
4.2.3 Optimasi Konsentrasi Larutan Indikator BTB	51
4.2.4 Optimasi pH Larutan Dapar Fosfat	52
4.2.5 Optimasi Konsentrasi Larutan Indikator CPR	53

4.3 Karakteristik <i>Chip</i> Kertas	54
4.3.1 Karakteristik <i>Chip</i> Kertas Untuk Deteksi Urea.....	54
4.3.1.1 Waktu Respon.....	54
4.3.1.2 Daerah Linier	55
4.3.1.3 Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi	59
4.3.1.4 Presisi.....	60
4.3.1.5 Akurasi.....	61
4.3.1.6 Selektivitas	62
4.3.2 Karakteristik <i>Chip</i> Kertas Untuk Deteksi pH.....	64
4.3.2.1 Waktu Respon	64
4.3.2.2 Daerah Linier	65
4.3.1.3 Presisi	67
4.4 Aplikasi <i>Chip</i> Kertas Pada Sampel Simulasi	69
4.5 Fabrikasi Pembalut Pintar	71
4.6 Aplikasi Pembalut Pintar Pada Sampel Nyata.....	73
4.7 Komparasi Pembalut Pintar Dengan Alat Analisis Pada	
Laboratorium Medis	75
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	82

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Perubahan warna dan jangkauan pH indikator.....	16
4.1 Hasil pengukuran waktu respon <i>chip</i> kertas untuk deteksi urea	55
4.2 Hasil pengukuran <i>RGB</i> untuk daerah linier urea.....	56
4.3 Hasil pengukuran <i>RGB</i> untuk <i>LOD-LOQ</i> pendeteksia urea	60
4.4 Hasil pengukuran <i>RGB</i> untuk presisi pendeteksian urea	61
4.5 Hasil pengujian akurasi untuk pendeteksian urea	62
4.6 Hasil pengukuran selektivitas untuk pendeteksian urea.....	63
4.7 Hasil pengukuran waktu respon <i>chip</i> kertas untuk deteksi pH	64
4.8 Hasil pengukuran <i>RGB</i> untuk daerah linier pH.....	66
4.9 Hasil pengukuran <i>RGB</i> untuk presisi deteksi pH.....	68
4.10 Hasil pengukuran <i>RGB</i> urea dan pH pada sampel simulasi.....	70
4.11 Hasil pengujian kuantitatif pada sampel nyata.....	74

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Struktur ginjal	6
2.2 Proses katabolisme nitrogen asam amino	10
2.3 Struktur <i>Bromthymol Blue</i>	15
2.3 Struktur <i>Chlorophenol Red</i>	15
2.5 Skema sensor kimia.....	17
2.6 Teknik adsorpsi	19
2.7 Teknik <i>entrapment</i>	20
2.8 Teknik <i>encapsulasi</i>	21
2.9 Teknik <i>crosslinking</i>	21
2.10 Teknik ikatan kovalen	22
2.11 Konstruksi umum biosensor.....	23
2.12 Prinsip pensensoran deteksi urea	24
2.13 Skematik dari μ TAS dengan detektor optik dan <i>Lab on chip</i>	27
2.14 <i>Screen</i> nomor kerapatan antara 120 t–150t (a) dan (b) 48 T-90t	28
2.15 <i>Screen</i> terpasang pada bingkai	28
2.16 Rakel	29
2.17 Teknik menyablon.....	32
3.1 Diagram alur penelitian.....	34
3.2 Cara peletakan <i>screen</i> di atas meja sablon	38
3.3 Cara peletakan tinta.....	38
3.4 Skema pembuatan <i>chip</i> kertas	39
3.5 Area deteksi pada <i>chip</i> kertas.....	40
3.6 Model pembalut pintar	45
4.1 Bentuk dan bagian <i>chip</i> kertas	48
4.2 <i>Chip</i> kertas sebelum dan sesudah immobilisasi reagen	49
4.3 Optimasi volume reagen	50

4.4 Optimasi volume sampel.....	51
4.5 Optimasi konsentrasi larutan indikator BTB	52
4.6 Optimasi pH larutan dapar fosfat	52
4.7 Optimasi konsentrasi larutan indikator CPR.....	53
4.8 <i>Chip</i> kertas sebelum dan sesudah bereaksi dengan standart urea	54
4.9 Kurva kalibrasi urea terhadap $\Delta mean RGB$	58
4.10 <i>Chip</i> kertas sebelum dan sesudah bereaksi dengan standart pH	64
4.11 Kurva kalibrasi pH terhadap $\Delta mean RGB$	67
4.12 Pembalut pintar sebelum diimmobilisasi reagen.....	71
4.13 Pembalut pintar setelah diimmobilisasi reagen.....	72
4.14 Pembalut pintar setelah bereaksi dengan sampel nyata	73

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Perhitungan	82
B. Hasil pemeriksaan medis di laboratorium klinik ELISA	88
C. Kemasan produk jadi	94
D. Petunjuk penggunaan	95