



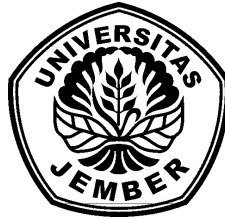
**PENGEMBANGAN PEMBALUT PINTAR UNTUK DETEKSI DINI
ANEMIA DEFISIENSI BESI**

SKRIPSI

Oleh

**Riang Pramulia
NIM 072210101033**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



**PENGEMBANGAN PEMBALUT PINTAR UNTUK DETEKSI DINI ANEMIA
DEFISIENSI BESI**

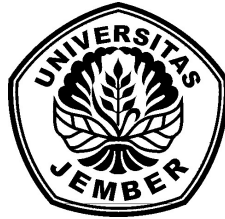
SKRIPSI

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

Oleh

Riang Pramulia
NIM 072210101033

FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2011



**PENGEMBANGAN PEMBALUT PINTAR UNTUK DETEKSI DINI
ANEMIA DEFISIENSI BESI**

SKRIPSI

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

Oleh

Riang Pramulia
NIM 072210101033

FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2011

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang Maha segala – galanya;
2. Ayahanda Mulyadib Eko Purnomo dan Ibunda Wan Pratiwi tercinta, kuhaturkan terima kasih yang tak terhingga atas doa, dukungan, pengorbanan, dan kasih sayang yang tiada henti kepadaku;
3. Bapak Bambang Kuswandi, terima kasih telah memberikan bimbingan – bimbingan dengan segala perhatian hingga terselesaikan skripsi ini. Bapak dr. Hairrudin, terima kasih atas segala saran dan nasihat yang selama ini bapak berikan. Bu Wayan, terima kasih atas segala bantuan yang ibu berikan sampai terselesaikannya skripsi ini;
4. Seseorang yang aku sayang Kholid Subekti yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan studi ini;
5. Pahlawan ”tanpa tanda jasa” ku di SDN Gedongan II Mojokerto, SMPN 10 Jember, SMAN 2 Jember, Fakultas Farmasi Universitas Jember, atas kesabarannya dalam membimbing dan menyalurkan ilmunya, menjadikanku sebagai sosok yang berpendidikan;
6. Almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTTO

Dan kami ciptakan besi padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia, (supaya mereka mempergunakan besi itu) dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong agama-Nya dan rasul – rasul-Nya padahal Allah tidak dilihatnya
(QS. Al Hadid: 25)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Riang Pramulia

NIM : 072210101033

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul "*Pengembangan Pembalut Pintar Untuk Deteksi Dini Anemia Defisiensi Besi*" 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,

Riang Pramulia

NIM 072210101033

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN PEMBALUT PINTAR UNTUK DETEKSI DINI
ANEMIA DEFISIENSI BESI**

Oleh

Riang Pramulia
072210101033

Pembimbing:

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

Dosen Pembimbing Anggota : dr. Hairrudin, M.Kes

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "*Pengembangan Pembalut Pintar Untuk Deteksi Dini Anemia Defisiensi Besi*" telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada :

hari : Rabu

tanggal: 21 Desember 2011

tempat : Fakultas Farmasi

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

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

dr. Hairrudin, M.Kes

NIP 196902011994031002

NIP 197610112003121001

Anggota I,

Anggota II,

Diana Holidah, SF., M.Farm, Apt

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

NIP 197812212005012002

NIP 197604142002122001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,

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

NIP 196902011994031002

RINGKASAN

Pengembangan Pembalut Pintar Untuk Deteksi Dini Anemia Defisiensi Besi; Riang Pramulia, 072210101033; 2011; 72 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Anemia merupakan salah satu masalah gizi utama di Indonesia. Sebagian besar anemia di Indonesia disebabkan oleh kekurangan zat besi yang disebut dengan anemia defisiensi besi. Zat besi adalah salah satu unsur gizi yang merupakan komponen pembentuk hemoglobin atau sel darah merah. Salah satu parameter untuk mendeteksi anemia defisiensi besi adalah mengukur besarnya kadar serum besi (SI).

Untuk mengetahui kandungan serum besi dan pH darah menstruasi dalam serum darah menstruasi dapat digunakan *chip* kertas sebagai sensor kimia dengan karakteristik tertentu yang dapat mendeteksi analit secara semikuantitatif dengan penglihatan mata biasa. *Chip* kertas yang difabrikasi dengan teknik cetak sablon dan diimmobilisasi dengan teknik adsorpsi ini mengandung reagen 1,10 – Fenantrolin dan indikator *bromothymol blue*. Serum besi pada serum darah menstruasi akan bereaksi dengan reagen membentuk kompleks yang berwarna merah jingga dan akan bereaksi dengan indikator *bromothymol blue* membentuk warna kuning pada suasana asam dan warna biru pada suasana basa.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tinta sablon yang sesuai untuk *chip* kertas 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 *chip* kertas meliputi volume sampel optimum sebesar 50 μ L dan volume reagen optimum sebesar 2 μ L.

Hasil karakteristik *chip* kertas ini meliputi: daerah linier *chip* kertas adalah rentang konsentrasi 0,2 – 1,8 ppm, dengan nilai $r = 0,9975$ untuk deteksi standart besi dan rentang pH 4 – 8, dengan nilai $r = 0,9945$ untuk deteksi pH, batas deteksi dari penelitian adalah 0,025 ppm dan batas kuantitasi 0,083 ppm, selektivitas *chip* kertas cukup bagus karena adanya interferen NaCl dan kreatinin tidak mempengaruhi kerja

reagen pada *chip* kertas, dapat ditunjukkan dengan Δ *mean* RGB yang relatif kecil, presisi *chip* kertas dinyatakan dengan besar RSD. *Chip* kertas dinyatakan cukup presisi karena nilai RSD pada masing – masing konsentrasi kurang dari 2%. Serta % recovery *chip* kertas sebesar 84,281 – 98,579%. *Chip* kertas ini dapat diaplikasikan pada sampel nyata untuk mendeteksi secara anemia defisiensi besi sekaligus dapat mengukur besarnya pH darah menstruasi. Hal ini dibuktikan dengan nilai yang tidak jauh berbeda/mendekati antara hasil deteksi *chip* kertas dengan hasil deteksi laboratorium di rumah sakit.

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 Anemia Defisiensi Besi* ”. 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, M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama, dan dr. Hairrudin, M.Kes selaku Dosen Pembimbing Anggota, Diana Holiday, SF., M.Farm, Apt selaku Dosen Penguji I serta Lestyo Wulandari, S.si., Apt., M.Farm selaku Dosen Penguji II atas bantuan dan dukungannya baik materi, motivasi, waktu maupun pikiran dalam penulisan skripsi ini;
2. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D selaku dekan Fakultas Farmasi, dosen, seluruh staf, dan teknisi yang telah memberikan bantuan selama penyelesaian skripsi ini;
3. Karyawan RS Bina Sehat, drg. Yunita dan Mbak Aan ,terima kasih banyak atas bantuan untuk mendapatkan data – data pasien yang terkena anemia defisiensi besi;
4. Karyawan Laboratorium ELISA, Mas Huda, terima kasih banyak atas bantuan untuk pemeriksaan secara medis;
5. Ayah, ibu dan adekku yang telah memberikan kasih sayang, perhatian, dan dukungan moral spiritual;
6. Rekan kerjaku Arief Lukman dan Nur Andriani, terima kasih atas bantuan, dorongan serta semangat selama kebersamaan kita dalam melakukan penelitian;
7. 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 MOTTO | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN PEMBIMBINGAN SKRIPSI | v |
| HALAMAN PENGESAHAN | vi |
| RINGKASAN | vii |
| PRAKATA | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.5 Batasan Masalah | 5 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Tinjauan Tentang Zat Besi | 6 |
| 2.1.1 Definisi Zat Besi | 6 |
| 2.1.2 Absorpsi Zat Besi | 6 |
| 2.1.3 Metabolisme Zat Besi | 7 |
| 2.1.4 Zat Besi Dalam Tubuh | 9 |
| 2.2 Tinjauan Tentang Hemoglobin | 10 |
| 2.2.1 Definisi Hemoglobin | 10 |
| 2.2.2 Sintesis Hemoglobin | 10 |
| 2.2.3 Katabolisme Hemoglobin | 12 |
| 2.3 Tinjauan Tentang Anemia Defisiensi Besi | 13 |
| 2.3.1 Definisi Anemia Defisiensi Besi..... | 13 |
| 2.3.2 Tanda dan Gejala Anemia Defisiensi Besi | 14 |
| 2.3.3 Penyebab Anemia Defisiensi Besi | 14 |
| 2.4 1,10 – Fenantrolin | 16 |
| 2.5 Indikator Asam – Basa | 17 |
| 2.6 Bromothymol Blue | 20 |
| 2.7 Menstruasi | 20 |
| 2.8 Teknik Immobilisasi | 22 |
| 2.8.1 Adsorpsi | 22 |

| | | |
|---------------|--|----|
| | 2.8.2 <i>Entrapment</i> | 23 |
| | 2.8.3 <i>Encapsulasi</i> | 24 |
| | 2.8.4 <i>Crosslinking</i> | 24 |
| | 2.8.5 Ikatan Kovalen..... | 25 |
| 2.9 | Sensor Kimia | 25 |
| | 2.9.1 Definisi dan Mekanisme Sensor Kimia..... | 25 |
| | 2.9.2 Aplikasi Sensor Kimia..... | 26 |
| 2.10 | Karakteristik Sensor Kimia | 27 |
| | 2.10.1 Daerah Linier..... | 27 |
| | 2.10.2 Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi..... | 27 |
| | 2.10.3 Selektivitas..... | 28 |
| | 2.10.4 Presisi..... | 28 |
| | 2.10.5 Akurasi..... | 28 |
| 2.11 | Mikrototal Analisis Sistem (μTAS) | 29 |
| 2.12 | Cetak Sablon | 30 |
| 2.13 | Proses Cetak Sablon | 31 |
| BAB 3. | METODE PENELITIAN | 35 |
| 3.1 | Jenis Penelitian | 35 |
| 3.2 | Tempat dan Waktu Penelitian | 35 |
| | 3.2.1 Tempat Penelitian..... | 35 |
| | 3.2.2 Waktu Penelitian..... | 35 |
| 3.3 | Rancangan Penelitian | 35 |
| | 3.3.1 Rancangan Operasional..... | 35 |
| | 3.3.2 Diagram Alir Penelitian..... | 36 |
| 3.4 | Alat Dan Bahan Penelitian | 37 |
| | 3.4.1 Alat Penelitian..... | 37 |
| | 3.4.2 Bahan Penelitian..... | 37 |
| 3.5 | Prosedur Penelitian | 37 |
| | 3.5.1 Penyiapan Bahan..... | 37 |
| | 3.5.2 Pembuatan <i>Chip</i> Kertas..... | 38 |
| | 3.5.3 Proses Immobilisasi Reagen..... | 40 |
| | 3.5.4 Optimasi <i>Chip</i> Kertas..... | 41 |
| | 3.5.5 Karakteristik <i>Chip</i> Kertas..... | 42 |
| 3.6 | Fabrikasi Pembalut Pintar | 43 |
| 3.6 | Aplikasi <i>Chip</i> Kertas pada Sampel Serum Darah Adisi | 44 |
| 3.7 | Aplikasi <i>Chip</i> Kertas pada Sampel Darah Menstruasi | 45 |
| BAB 4. | HASIL dan PEMBAHASAN | 46 |
| 4.1 | Kualitas <i>Chip</i> Kertas Sebagai Sensor Kimia | 46 |
| | 4.1.1 Pencetakan <i>Chip</i> Kertas dengan Teknik Cetak Sablon..... | 46 |
| | 4.1.2 Proses Immobilisasi Reagen..... | 48 |
| 4.2 | Optimasi <i>Chip</i> Kertas | 49 |
| | 4.2.1 Optimasi Volume Sampel..... | 49 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.2 Optimasi Volume Reagen | 50 |
| 4.2.3 Optimasi Konsentrasi Indikator <i>Bromothymol Blue</i> | 50 |
| 4.3 Karakteristik <i>Chip</i> Kertas | 51 |
| 4.3.1 Daerah Linier | 52 |
| 4.3.2 Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi | 56 |
| 4.3.3 Selektivitas | 58 |
| 4.3.4 Presisi | 59 |
| 4.3.5 Akurasi | 60 |
| 4.4 Fabrikasi Pembalut Pintar | 62 |
| 4.5 Aplikasi <i>Chip</i> Kertas pada Sampel Serum Darah Adisi..... | 63 |
| 4.6 Aplikasi <i>Chip</i> Kertas pada Sampel Darah Menstruasi | 65 |
| 4.7 Komparasi <i>Chip</i> Kertas dengan Alat Analisis pada Laboratorium Medis..... | 66 |
| BAB 5. KESIMPULAN dan SARAN | 68 |
| 5.1 Kesimpulan | 68 |
| 5.2 Saran..... | 69 |
| DAFTAR PUSTAKA | 70 |
| LAMPIRAN | 73 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Urutan Tahapan Anemia Defisiensi Besi..... | 14 |
| 2.2 Perubahan Warna dan Jangkauan pH dari Indikator Tertentu | 19 |
| 4.1 Optimasi Konsentrasi Indikator <i>Bromothymol Blue</i> | 51 |
| 4.2 Hasil Pengukuran Nilai Δ <i>mean</i> RGB Standart Besi untuk Daerah Linier | 53 |
| 4.3 Hasil Pengukuran Nilai Δ <i>mean</i> RGB pH untuk Daerah Linier | 55 |
| 4.4 Hasil Pengukuran LOD dan LOQ Standart Besi | 57 |
| 4.5 Hasil Uji Selektivitas Standart Besi dengan Pengganggu NaCl & Kreatinin | 59 |
| 4.6 Hasil Pengujian Presisi Standart Besi | 60 |
| 4.7 Hasil Pengujian Presisi pH | 60 |
| 4.8 Hasil Uji Akurasi Standart Besi..... | 61 |
| 4.9 Hasil Pengujian <i>Chip</i> Kertas pada Sampel Serum Darah Adisi | 64 |
| 4.10 Perbandingan Hasil Laboratorium dan <i>Chip</i> Kertas | 66 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Sintesis Heme..... | 11 |
| 2.2 Struktur 1,10 - Fenantrolin..... | 16 |
| 2.3 Reaksi Ion Besi dan 1,10 – Fenantrolin | 17 |
| 2.4 Struktur <i>Bromothymol Blue</i> | 20 |
| 2.5 Teknik Adsorpsi..... | 23 |
| 2.6 Teknik <i>Entrapment</i> | 23 |
| 2.7 Teknik <i>Encapsulasi</i> | 24 |
| 2.8 Teknik <i>Crosslinking</i> | 24 |
| 2.9 Teknik Ikatan Kovalen..... | 25 |
| 2.10 Mekanisme Kerja Sensor Kimia | 26 |
| 2.11 Skematik dari μ TAS dengan Detektor Optik dan <i>Lab-on-a-chip</i> | 29 |
| 2.12 Gambar Raket | 31 |
| 2.13 Teknik Menyablon | 34 |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian | 36 |
| 3.2 Cara Peletakan <i>Screen</i> di Atas Meja Sablon..... | 39 |
| 3.3 Cara Peletakan Tinta | 39 |
| 3.4 Skema Pembuatan <i>Chip</i> Kertas..... | 40 |
| 3.5 Area Deteksi pada <i>Chip</i> Kertas..... | 41 |
| 3.6 Desain Pembalut Pintar..... | 44 |
| 4.1 Bentuk <i>Chip</i> Kertas dari Hasil Cetak Sablon..... | 48 |
| 4.2 <i>Chip</i> Kertas Setelah Diimmobilisasi | 48 |
| 4.3 Optimasi Volume Sampel <i>Chip</i> Kertas..... | 49 |
| 4.4 Optimasi Volume Reagen <i>Chip</i> Kertas | 50 |
| 4.5 Persamaan Garis Regresi Linier Standart Besi | 54 |
| 4.6 Persamaan Garis Regresi Linier pH | 56 |
| 4.7 Kurva Penentuan LOD dan LOQ Standart Besi | 58 |
| 4.8 Gambar Pembalut Pintar | 62 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|---------|
| Lampiran 1. Perhitungan RSD Blanko | 73 |
| Lampiran 2. Perhitungan LOD dan LOQ..... | 75 |
| Lampiran 3. Perhitungan Selektivitas | 76 |
| Lampiran 4. Perhitungan Presisi | 77 |
| Lampiran 5. Perhitungan Akurasi | 79 |
| Lampiran 6. Hasil Pemeriksaan Serum Besi di Laboratorium ELISA | 81 |
| Lampiran 7. Kemasan Produk Jadi dan Cara Pembacaannya | 87 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Anemia merupakan salah satu masalah gizi utama di Indonesia. Sebagian besar anemia di Indonesia disebabkan oleh kekurangan zat besi. Anemia yang disebabkan kekurangan zat besi disebut dengan anemia defisiensi besi oleh karena zat besi adalah salah satu unsur gizi yang merupakan komponen pembentuk hemoglobin atau sel darah merah. Salah satu parameter untuk mendeteksi anemia defisiensi besi adalah mengukur besarnya kadar serum besi (SI). Kadar normal serum besi adalah 65 – 165 µg/dl. Kelompok masyarakat yang rawan terkena anemia ini adalah remaja putri, wanita usia subur, ibu hamil, dan ibu menyusui (Depkes, 2003).

Sekitar 30% penduduk dunia menderita anemia dan lebih dari setengahnya merupakan anemia defisiensi besi dan sebanyak 14% wanita yang sedang menstruasi juga mengalami anemia defisiensi besi (DeMaeyer, 1989). Jumlah darah yang keluar selama periode menstruasi normal telah dipelajari oleh beberapa kelompok peneliti yang menemukan bahwa jumlah berkisar antara 25 – 60 ml. Pada konsentrasi hemoglobin normal yaitu 14 gr/dl dan konsentrasi besi hemoglobin 3,4 mg/gr, volume darah ini mengandung besi sekitar 12 – 29 mg dan mencerminkan pengeluaran darah ekuivalen dengan 0,4 – 1,0 mg besi setiap hari selama siklus, atau dari 150 – 400 mg per tahun. Apabila jumlah besi yang diserap dari makanan biasanya cukup terbatas, maka pengeluaran besi yang tampaknya tidak berarti ini menjadi penting karena ikut menurunkan cadangan besi yang pada sebagian besar wanita sudah rendah (Cunningham, 2006). Selain itu, anemia defisiensi besi dapat pula diakibatkan oleh infestasi parasit, seperti cacing tambang, *Schistosoma* dan *Trichuris trichiura*, serta asupan dan serapan zat besi yang rendah (Arisman, 2008).