



**PENGEMBANGAN SENSOR BERBASIS KERTAS (*CHIP* KERTAS)
UNTUK DETEKSI AWAL INFEKSI SALURAN KEMIH PADA
SAMPEL URIN DENGAN PARAMETER UJI NITRIT & pH**

SKRIPSI

Oleh:

Eka Yulianti Nur Auliya Rohmah

NIM 162210101140

**BAGIAN KIMIA FARMASI
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER**

2020



**PENGEMBANGAN SENSOR BERBASIS KERTAS (*CHIP* KERTAS)
UNTUK DETEKSI AWAL INFEKSI SALURAN KEMIH PADA
SAMPEL URIN DENGAN PARAMETER UJI NITRIT & pH**

SKRIPSI

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

Oleh:

Eka Yulianti Nur Auliya Rohmah

NIM 162210101140

**BAGIAN KIMIA FARMASI
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER**

2020

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT yang Maha pengasih dan penyayang berkat rahmatnya saya dapat menyelesaikan skripsi ini;
2. Papa Yoyok Yulianto dan Mama Kuni Anisah Fahmi tersayang, saya ucapkan terimakasih yang tak terhingga atas semua doa, dukungan, pengorbanan, dan kasih sayang yang luar biasa. Adikku Amira Yofani Febeliana yang selalu menjadi alasan untuk segera menyelesaikan studi ini;
3. Bapak Bambang Kuswandi, saya ucapkan terimakasih atas bimbingan, saran, dan segala perhatian hingga terselesaikannya skripsi ini. Bapak Dwi Koko Pratoko, saya ucapkan terimakasih atas segala bimbingan, saran, nasihat yang selama ini bapak berikan. Bu Wayan dan Bu Hani, saya ucapkan terimakasih atas segala bantuan yang ibu berikan sampai terselesaikannya skripsi ini;
4. Bu Ika Norcahyanti, saya ucapkan terimakasih atas bimbingan 4 tahun ini yang telah memberikan nasihat dan dorongan semangat agar dapat lulus tepat waktu;
5. Seseorang yang spesial Muhammad Azzam Farisi Razak yang selalu memberikan semangat dan dukungan hingga selesainya skripsi ini;
6. Sahabat-sahabatku Kos Raihan Rohma, Ulya, Ines, Afalah, dan Silka terimakasih atas bantuan dan dorongan semangat selama ini. Sahabatku tercinta Dewi, Siska yang selalu memberikan doa dan semangat;
7. Teman-teman sekelompok Anis, Itut, dan Kintan terimakasih atas bantuan, dorongan semangat selama kebersamaan kita dalam melakukan penelitian;
8. Guru-guru TK Dharma Wanita, SDN 1 Rejotangan, SMPN 1 Ngunut, SMAN 1 Ngunut, Fakultas Farmasi Universitas Jember, terimakasih atas kesabarannya dalam membimbing dan menyalurkan ilmunya hingga menjadikanku sebagai sosok yang berpendidikan;
9. Almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTTO

Ya Allah, tidak ada kemudahan kecuali yang Engkau buat mudah
dan Engkau menjadikan kesedihan (kesulitan), jika Engkau kehendaki pasti akan
menjadi mudah

(HR. Ibnu Hibban)

Dan (ingatlah juga), tatkala Tuhanmu memaklumkan; Sesungguhnya jika kamu
bersyukur, pasti kami akan menambah (nikmat) kepadamu, dan jika kamu
mengingkari (nikmat-Ku), maka sesungguhnya azab-Ku sangat pedih

(Surat Ibrahim: 7)

Everything should be made as simple as possible, but not simpler

(Albert Einstein)

Jangan mudah menyerah dan putus asa untuk menggapai tujuanmu

(Penulis)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Eka Yulianti Nur Auliya Rohmah

NIM : 162210101140

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “ *Pengembangan Sensor Berbasis Kertas (Chip Kertas) untuk Deteksi Awal Infeksi Saluran Kemih pada Sampel Urin dengan Parameter Uji Nitrit & pH*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, 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, 23 Juli 2020

Yang menyatakan,

Eka Yulianti Nur Auliya Rohmah

NIM : 162210101140

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN SENSOR BERBASIS KERTAS (*CHIP* KERTAS)
UNTUK DETEKSI AWAL INFEKSI SALURAN KEMIH PADA
SAMPEL URIN DENGAN PARAMETER UJI NITRIT & pH**

Oleh:

Eka Yulianti Nur Auliya Rohmah

NIM 162210101140

Pembimbing :

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

Dosen Pembimbing Anggota : apt. Dwi Koko Pratoko, S.Farm., M.Sc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Pengembangan Sensor Berbasis Kertas (Chip Kertas) untuk Deteksi Awal Infeksi Saluran Kemih pada Sampel Urin dengan Parameter Uji Nitrit & pH* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada :

hari, tanggal : Kamis, 23 Juli 2020

tempat : Fakultas Farmasi

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D. apt. Dwi KoKo Pratoko, S.Farm., M.Sc.

NIP 196902011994031002

NIP 198504282009121004

Tim Penguji

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

apt. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm.

apt. Ari Satia Nugraha, M.Sc-Res., Ph.D.

NIP 197604142002122001

NIP 197807212003121001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,

apt. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm

NIP 197604142002122001

RINGKASAN

Pengembangan Sensor Berbasis Kertas (*Chip* Kertas) untuk Deteksi Awal Infeksi Saluran Kemih pada Sampel Urin dengan Parameter Uji Nitrit & pH:

Eka Yulianti Nur Auliya Rohmah: 162210101140; 2020; 145 Halaman; Fakultas Farmasi, Universitas Jember.

Infeksi saluran kemih (ISK) merupakan infeksi yang disebabkan oleh bakteri di saluran kemih dan bukan kontaminasi sehingga menyebabkan adanya bakteri pada urin. Normalnya pada saluran air kemih tidak terdapat virus, bakteri, dan mikroorganisme lainnya. Jumlah bakteriuria pada pasien ISK yaitu dengan jumlah bakteri biakan urin $>10^5$ CFU/ml (10^8 CFU/L). ISK kebanyakan disebabkan oleh bakteri gram negatif aerob yang biasa ditemukan di saluran pencernaan. Sebagian besar bakteri penyebab ISK dapat merubah nitrat menjadi nitrit, misalnya bakteri gram negatif seperti *Escherichia coli*, *Enterobacter* sp, *Citrobacter* sp, *Klebsiella* sp dan *Proteus* sp mengandung enzim nitrat reduktase yang dapat mereduksi nitrat menjadi nitrit. Bakteri lainnya seperti *Providencia stuartii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter* sp, *Enterococcus faecalis*, dan *Staphylococcus saprophyticus* tidak memiliki enzim nitrat reduktase. Penyebab ISK sekitar 90% disebabkan oleh *Escherichia coli*.

Pemeriksaan untuk nitrit dan pH menyediakan suatu penyaringan yang cepat untuk menguji adanya penyakit ISK. Kandungan nitrit dan nilai pH urin dapat digunakan *chip* kertas sebagai sensor kimia dengan karakteristik tertentu yang dapat mendeteksi analait secara semikuantitatif dengan penglihatan mata biasa. *Chip* kertas yang difabrikasi dengan teknik sablon dan diimobilisasi secara adsorpsi ini mengandung 3 reagen yaitu asam sulfanilat, α -naftilamina (deteksi nitrit), dan *bromothymol blue* (deteksi pH). Nitrit pada urin bereaksi dengan reagen asam

sulfanilat- α -naftilamina membentuk *azodye* berwarna merah muda. pH pada urin tergantung pada asiditas dan alkalis urin dimana indikator *bromothymol blue* akan menghasilkan warna kuning pada suasana asam dan menghasilkan warna biru pada suasana basa.

Chip kertas menggunakan matriks pendukung berupa kertas saring jenis “whatman”. Kondisi optimum dari chip kertas yaitu volume sampel optimum yang digunakan pada *chip* kertas adalah 15 μ L, volume reagen optimum adalah 1,0 μ L. Konsentrasi larutan indikator *bromothymol blue* yang digunakan adalah 500 mg/dL dan intensitas warna yang digunakan untuk deteksi nitrit dan pH adalah nilai *mean Red* yang diperoleh dari program aplikasi “*ImageJ*”.

Hasil karakterisasi *chip* kertas ini meliputi: koefisien korelasi dari linieritas yaitu 0,999 untuk deteksi nitrit dan 0,998 untuk deteksi pH, memiliki *LOD* 0,094 dan *LOQ* 0,283 untuk deteksi nitrit, *chip* kertas untuk deteksi nitrit cukup sensitif dengan nilai *slope* 10,750, cukup selektif karena adanya pengganggu kreatinin, protein albumin, dan glukosa pada sampel urin tidak mempengaruhi kerja reagen pada *chip* kertas, cukup presis dengan nilai *RSD* < 7,3% untuk *chip* kertas deteksi nitrit dan pH, *chip* kertas untuk deteksi nitrit cukup akurat dari hasil akurasi yang telah memenuhi persyaratan, waktu respon yang dihasilkan *chip* kertas untuk mencapai nilai yang konstan yaitu kurang lebih 6 menit, serta waktu pakai. *chip* kertas yang dihasilkan yaitu *chip* kertas dapat digunakan di suhu ruang selama 4 hari dan pada kulkas selama 10 hari. *Chip* kertas ini dapat diaplikasikan pada sampel urin simulasi untuk mendeteksi awal penyakit ISK. Hal ini dibuktikan dengan adanya kesesuaian antara hasil *chip* kertas dengan hasil hasil deteksi dipstik urin.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Pengembangan Sensor Berbasis Kertas (Chip Kertas) untuk Deteksi Awal Infeksi Saluran Kemih pada Sampel Urin dengan Parameter Uji Nitrit & pH*”. 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 terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama, bapak apt. Dwi Koko Pratoko, S.Farm., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Anggota, ibu apt. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm selaku Dosen Penguji I, dan bapak apt. Ari Satia Nugraha, MSc-Res., Ph.D. selaku Dosen Peguji II atas bantuan dan dukungannya baik materi, motivasi, pikiran, maupun waktu dalam penulisan skripsi ini;
2. Ibu apt. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm selaku dekan Fakultas Farmasi, dosen, karyawan, dan teknisi yang telah memberikan bantuan selama menyelesaikan skripsi ini;
3. Papa, Mama, Adek yang telah memberikan kasih sayang, materi, dorongan semangat hingga terselesaikannya skripsi ini;
4. Teman-teman seperjuangan Sensor Kimia yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan penelitian ini;
5. Teman sekelompok sensor klinik yang telah memberikan motivasi, dan semangat untu terselesaikannya skripsi ini;
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dengan baik bagi penulis dan pembaca.

Jember, 23 Juli 2020

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	xv
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING SKRIPSI	xv
HALAMAN PENGESAHAN	xv
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan tentang Infeksi Saluran Kemih	6
2.1.1 Definisi Infeksi Saluran Kemih	6
2.1.2 Klasifikasi Infeksi Saluran Kemih	6
2.1.3 Etiologi Infeksi Saluran Kemih	7
2.1.4 Patofisiologi Infeksi Saluran Kemih	8
2.1.5 Faktor Resiko Infeksi Saluran Kemih	10
2.1.6 pH Bakteri pada Urin Pasien Infeksi Saluran Kemih	11

2.1.7	Diagnosis Infeksi Saluran Kemih	12
2.2	Tinjauan tentang Urin sebagai Sampel	13
2.2.1	Definisi Urin	14
2.2.2	Karakteristik Urin	14
2.2.3	Jenis-jenis Sampel Urin	14
2.2.4	Pemeriksaan Laboratorium	15
2.3	Sensor Kimia.....	17
2.3.1	Definisi Sensor Kimia	17
2.3.2	Mekanisme Sensor Kimia	18
2.3.3	Aplikasi Sensor Kimia	20
2.3.4	Teknik Imobilisasi	20
2.3.5	Fase Pendukung Sensor Kimia	24
2.3.6	Karakteristik Sensor Kimia	26
2.4	Uji Deteksi Nitrit	32
2.4.1	α -naftilamina	34
2.4.2	Asam Sulfanilat	34
2.5	Uji Deteksi pH.....	35
2.6	Tinjauan tentang <i>ImageJ</i>.....	37
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN	40
3.1	Jenis Penelitian	40
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	40
3.3	Rancangan Penelitian.....	40
3.3.1	Rancangan Operasional	40
3.3.2	Diagram Alur Penelitian	41
3.4	Alat dan Bahan.....	42
3.4.1	Alat.....	42
3.4.2	Bahan	42
3.5	Prosedur Penelitian	42
3.5.1	Preparasi Reagen Asam Sulfanilat- α -naftilamina	42

3.5.2	Preparasi untuk Penentuan pH Urin.....	43
3.5.3	Preparasi Larutan Blanko.....	47
3.6	Pembuatan Sensor Berbasis Kertas (<i>Chip Kertas</i>).....	47
3.7	Optimasi <i>Chip Kertas</i>	47
3.7.1	Optimasi Volume Sampel Urin	47
3.7.2	Optimasi Volume Reagen Asam Sulfanilat- α -naftilamina	48
3.7.3	Optimasi Volume Indikator <i>Bromothymol Blue</i>	48
3.7.4	Optimasi Konsentrasi Larutan Indikator <i>Bromothymol Blue</i>	48
3.7.5	Optimasi Intensitas Warna	48
3.8	Proses Imobilisasi Reagen	49
3.9	Karakterisasi <i>Chip Kertas</i>.....	49
3.9.1	Linieritas	49
3.9.2	Batas Deteksi dan Kuantitasi.....	50
3.9.3	Sensitivitas	50
3.9.4	Selektivitas (Interferensi).....	50
3.9.5	Presisi	51
3.9.6	Akurasi.....	51
3.9.7	Waktu Respon	51
3.9.8	Waktu Pakai	52
3.10	Aplikasi <i>Chip Kertas</i> pada Sampel Urin Simulasi.....	52
3.11	Komparasi Hasil <i>Chip Kertas</i> pada Sampel Urin Simulasi dengan Hasil Tes Dipstik Urin	53
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	54
4.1	Fabrikasi <i>Chip Kertas</i>	54
4.1.1	Proses Imobilisasi Reagen	54
4.2	Optimasi <i>Chip Kertas</i>.....	55
4.2.1	Optimasi Volume Sampel Urin	55
4.2.2	Optimasi Volume Reagen Asam Sulfanilat- α -naftilamina	56
4.2.3	Optimasi Volume Indikator <i>Bromothymol Blue</i>	57

4.2.4	Optimasi Konsentrasi Larutan Indikator <i>Bromothymol Blue</i>	57
4.2.5	Optimasi Intensitas Warna	59
4.3	Karakterisasi <i>Chip</i> Kertas	63
4.3.1	Linieritas	63
4.3.2	Batas Deteksi dan Kuantitasi.....	68
4.3.3	Sensitivitas	69
4.3.4	Selektivitas	70
4.3.5	Presisi.....	72
4.3.6	Akurasi	73
4.3.7	Waktu Respon	74
4.3.8	Waktu Pakai	76
4.4	Aplikasi <i>Chip</i> Kertas pada Sampel Urin Simulasi	78
4.5	Komparasi Hasil <i>Chip</i> Kertas dengan Hasil Tes Dipstik Urin pada Sampel Urin Simulasi	83
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	85
5.1	Kesimpulan	85
5.2	Saran	86
	DAFTAR PUSTAKA	87
	LAMPIRAN	93

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Mikroorganisme Penyebab ISK.....	8
2.2 pH Bakteri pada Urin Penyebab ISK.....	12
2.3 Kriteria Bakteriuria.....	13
2.4 Kriteria Penerimaan Nilai Presisi.....	30
2.5 Kriteria Penerimaan % <i>recovery</i> pada Konsentrasi Analit yang Berbeda.....	31
2.6 Perubahan Warna dan Jangkauan pH dari Indikator tertentu.....	36
4.1 Optimasi Konsentrasi Indikator <i>Bromothymol Blue</i>	58
4.2 Hasil Pengukuran Nilai Δ <i>Mean Red</i> untuk Linieritas Standar Nitrit	64
4.3 Hasil Pengukuran Nilai Δ <i>Mean Red</i> untuk Linieritas <i>Bromothymol Blue</i> pH 5-9.....	67
4.4 Hasil Uji Selektivitas Standar Nitrit dengan Penganggu Kreatinin, Protein Albumin, dan Glukosa.....	71
4.5 Hasil Pengukuran Presisi Standar Nitrit 0,9 mg/dL.....	72
4.6 Hasil Pengukuran Presisi pH 6,1.....	73
4.7 Hasil Pengukuran Akurasi pada Standar Nitrit.....	74
4.8 Hasil <i>Chip</i> Kertas dan Hasil Tes Dipstik Urin pada Sampel Urin Simulasi....	79
4.9 Hasil Presisi Sampel Urin Simulasi pada Standar Nitrit 0,6 mg/dL.....	81
4.10 Hasil Presisi Sampel Urin Simulasi pada Standar Nitrit 1 mg/dL.....	81
4.11 Hasil Presisi Sampel Urin Simulasi pada Standar Nitrit 2 mg/dL.....	81
4.12 Hasil Presisi Sampel Urin Simulasi pH 6.....	82
4.13 Hasil Akurasi Sampel Urin Simulasi 0,6 mg/dL.....	82
4.14 Hasil Akurasi Sampel Urin Simulasi 1 mg/dL.....	83
4.15 Hasil Akurasi Sampel Urin Simulasi 2 mg/dL.....	83

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Anatomi dan Sistem terkait Infeksi Saluran Kemih.....	9
2.2 Skema Sensor Kimia.....	18
2.3 Sensor Kimia.....	18
2.4 Sensor Kimia Berbasis Transfer Muatan.....	19
2.5 Sensor Kimia Berbasis Kunci-Anak Kunci.....	19
2.6 Teknik Adsorpsi.....	21
2.7 Teknik <i>Entrapment</i>	22
2.8 Teknik Enkapsulasi.....	23
2.9 Teknik <i>Cross linking</i>	23
2.10 Ikatan Kovalen.....	24
2.11 Skematis dari μ TAS dengan Detektor Optik dan <i>Lab-on-chip</i> (inzet).....	25
2.12 Mekanisme Reaksi <i>Griess-ilosvay</i>	33
2.13 Struktur α -naftilamina.....	34
2.14 Struktur Asam Sulfanilat.....	35
2.15 Struktur <i>Bromothymol blue</i>	37
2.16 Progam <i>ImageJ</i> dan Cara Penggunaannya.....	38
3.1 Diagram Alur Penelitian.....	41
3.2 Desain dan Ukuran <i>Chip</i> Kertas.....	47
3.3 Area Deteksi pada <i>Chip</i> Kertas.....	49
4.1 Bentuk <i>Chip</i> Kertas dari Hasil Penyablonan.....	54
4.2 Hasil <i>Chip</i> Kertas setelah diimobilisasi dengan Reagen.....	55
4.3 Optimasi Volume Sampel Urin pada <i>Chip</i> Kertas.....	56
4.4 Optimasi Volume Reagen Asam Sulfanilat- α -naftilamina.....	56
4.5 Optimasi Volume Indikator <i>Bromothymol Blue</i>	57
4.6 Optimasi Intensitas Warna Δ <i>Mean Red</i> Standar Nitrit.....	60

4.7	Optimasi Intensitas Warna Δ <i>Mean Green</i> Standar Nitrit.....	60
4.8	Optimasi Intensitas Warna Δ <i>Mean Blue</i> Standar Nitrit.....	60
4.9	Optimasi Intensitas Warna Δ <i>Mean RGB</i> Standar Nitrit.....	61
4.10	Optimasi Intensitas Warna Δ <i>Mean Red</i> Indikator <i>Bromothymol Blue</i>	61
4.11	Optimasi Intensitas Warna Δ <i>Mean Green</i> Indikator <i>Bromothymol Blue</i>	62
4.12	Optimasi Intensitas Warna Δ <i>Mean Blue</i> Indikator <i>Bromothymol Blue</i>	62
4.13	Optimasi Intensitas Warna Δ <i>Mean RGB</i> Indikator <i>Bromothymol Blue</i>	62
4.14	Kurva Persamaan Regresi Standar Nitrit.....	65
4.15	Kurva Persamaan Regresi <i>Bromothymol Blue</i> 5-9.....	68
4.16	Hasil <i>LOD</i> dan <i>LOQ</i> Standar Nitrit dari Progam <i>Validation Method of Analysis</i>	69
4.17	Kurva Hasil Pengukuran Waktu Respon Standar Nitrit Konsentrasi 1 mg/dL....	75
4.18	Kurva Hasil Pengukuran Waktu Respon pH 6.....	75
4.19	Kurva Hasil Waktu Pakai Suhu Ruang Standar Nitrit 1 mg/dL.....	76
4.20	Kurva Hasil Waktu Pakai Kulkas Standar Nitrit 1 mg/dL.....	77
4.21	Kurva Hasil Waktu Pakai Suhu Ruang pH 6.....	77
4.22	Kurva Hasil Waktu Pakai Kulkas pH 6.....	78

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infeksi saluran kemih (ISK) merupakan infeksi yang disebabkan oleh bakteri di saluran kemih dan bukan kontaminasi sehingga menyebabkan adanya bakteri pada urin (Pratistha dkk., 2018). Normalnya pada saluran air kemih tidak terdapat virus, bakteri, dan mikroorganisme lainnya. Jumlah bakteriuria pada pasien ISK yaitu dengan jumlah bakteri biakan urin $>10^5$ CFU/ml (10^8 CFU/L) (Chisholm-Burns dkk., 2016). Secara umum faktor predisposisi memudahkan terjadi ISK antara lain, adanya sumbatan aliran air kemih, refluks vesikoureter, air kemih sisa dalam kandung kemih, pemakaian instrumentasi, dan kehamilan (Samirah dkk., 2006). Bakteri penyebab ISK diantaranya yaitu *Citrobacter* sp, *Escherichia coli*, *Providencia stuartii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus* sp, *Acinetobacter* sp, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella* sp, dan *Staphylococcus saprophyticus* (Sari dan Muhartono, 2018). Sebagian besar bakteri diatas tidak semua dapat merubah nitrat menjadi nitrit, misalnya bakteri gram negatif seperti *Escherichia coli*, *Enterobacter* sp, *Citrobacter* sp, *Klebsiella* sp dan *Proteus* sp mengandung enzim nitrat reduktase yang dapat mereduksi nitrat menjadi nitrit (Malau dan Adipireno, 2019). Secara umum, bakteri penyebab ISK sekitar 90% disebabkan oleh *Escherichia coli* (Sari dan Muhartono, 2018).

ISK merupakan masalah kesehatan yang penting di lingkungan rumah sakit dan komunitas. AUA (*American Urological Association*) memperkirakan 150 juta infeksi saluran kemih terjadi di seluruh dunia setiap tahun, yang menyumbang \$6 miliar dalam pengeluaran perawatan kesehatan (AUA, 2019). Berdasarkan data dari ACOG (*American College of Obstetricians and Gynecologists*) sekitar 62,7 juta individu dewasa berusia 20 tahun dan 50,8 juta individu lanjut usia mengalami infeksi saluran kemih, diantaranya adalah wanita (ACOG, 2008).

Gejala dan tanda umum pada pasien ISK, yaitu disuria, nyeri atau tekanan suprapubik, hematuria, peningkatan frekuensi dan urgensi urin, demam, rasa tidak enak, mual, muntah, dan nyeri panggul (Turpen, 2018). Selain tanda dan gejala diatas, hasil laboratorium menunjukkan adanya nitrit dan leukosit esterase (LE) (Masajtis-Zagajewska dan Nowicki, 2017). Pada urin manusia normal mengandung nitrat yang berasal dari bahan makanan. Nitrat dapat mengalami reduksi jika terdapat bakteri dalam jumlah yang signifikan dalam urin, kemampuan bakteri yang memiliki enzim nitrat reduktase dapat merubah nitrat menjadi nitrit (Aziz dkk., 2009). Nitrit didalam urin menunjukkan adanya bakteri pada urin sedangkan, leukosit esterase pada urin digunakan sebagai petunjuk adanya sel leukosit (Sari dan Muhartono, 2018). Pemeriksaan laboratorium lainnya seperti deskripsi warna, berat jenis, konsentrasi glukosa, keton, darah, protein, bilirubin, dan pH tetap dilakukan (Ghinorawa, 2015). Secara normal pH urin dari asam sampai basa memiliki rentang pH 4,5-8,0. Bakteri yang berbeda mungkin memiliki sifat uropatogenik tertentu yang berinteraksi dengan faktor inang dan menghasilkan keasaman urin yang berbeda (Lai dkk., 2019).

Penegakan diagnosis ISK dapat dilakukan dengan pemeriksaan laboratorium yaitu, urinalisis dan kultur urin (Chisholm-Burns dkk., 2016). Pemeriksaan urinalisis memiliki beberapa keuntungan yaitu dapat memberikan informasi yang sangat luas berdasarkan banyaknya parameter yang ada dan dapat mencerminkan adanya kelainan yang terjadi dalam tubuh. Pemeriksaan urinalisis juga memiliki beberapa kekurangan yaitu memerlukan waktu, membutuhkan alat khusus, dan membutuhkan keahlian dalam melakukan interpretasi (Loesnihari, 2017). Pemeriksaan yang dapat dilakukan selain urinalisis yaitu kultur urin, tetapi pemeriksaan ini memiliki beberapa kekurangan diantaranya mahal, membutuhkan tenaga ahli yang terlatih, membutuhkan waktu lama, serta dapat memperoleh hasil negatif hingga 60-80% (Pratistha dkk., 2018). Selain pemeriksaan laboratorium dapat dilakukan pemeriksaan secara mandiri dengan metode carik celup urin menggunakan dipstik urin yang telah beredar dipasaran. Keuntungan dari metode ini yaitu mudah, dan yang terpenting

adalah hasilnya cepat dibanding kultur urin (Sari dan Muhartono, 2018). Adapun kekurangan dari metode ini dipstik dapat rusak jika disimpan dalam tempat lembab, terpapar dengan sinar matahari, panas, dan bahan kimia yang berbahaya (Aziz dkk., 2009).

Sebagai alternatif dari pemeriksaan laboratorium urinalisis, kultur urin, dan carik celup maka dapat dibuat salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk deteksi awal penyakit ISK yaitu sensor kimia berbasis reagen kering yang dapat dilakukan secara kualitatif atau dengan penglihatan mata biasa. Sensor kimia merupakan suatu alat analisis yang berisi reagen kimia dan dapat bereaksi dengan analit tertentu dalam larutan atau gas sehingga menghasilkan perubahan fisika kimiawi yang dapat dirubah menjadi sinyal elektrik proporsional dengan konsentrasi dari analit tersebut. Tujuan dari pembuatan sensor kimia ini untuk melakukan uji yang praktis, volume sampel yang dibutuhkan sedikit, dan murah. Dimana pada biasanya analisis klinis membutuhkan waktu berjam-jam atau berhari-hari dalam memperoleh hasilnya (Kuswandi, 2010).

Sensor yang dapat dikembangkan untuk deteksi awal penyakit ISK yaitu sensor kimia pendeteksi nitrit dan pH urin, dimana sensor yang dikembangkan berbasis reagen kering asam sulfanilat- α -naftilamina (deteksi nitrit) dan *bromothymol blue* (deteksi pH). Reagen asam sulfanilat- α -naftilamina merupakan reagen yang sensitif dan selektif terhadap nitrit. Prinsip penentuan nitrit dengan reagen asam sulfanilat- α -naftilamina, yaitu pada suasana pH yang asam nitrit bereaksi dengan asam sulfanilat untuk membentuk suatu campuran diazonium yang akan bereaksi senyawa α -naftilamina untuk menghasilkan suatu azodye yang berwarna merah muda (Wiwin Diarti dkk., 2015). Reagen kedua yang digunakan yaitu *bromothymol blue* untuk deteksi pH pada urin. Reagen *bromothymol blue* memiliki rentang pH 6,0-7,6. Prinsip penentuan pH urin yang diukur dengan reagen *bromothymol blue* akan menghasilkan perubahan warna kuning bila dalam suasana asam dan berwarna biru jika dalam suasana basa (Padmaningrum, 2012).

Desain sensor menggunakan matriks pendukung berupa *chip* kertas kecil. Selanjutnya, *chip* kertas diimobilisasi menggunakan reagen asam sulfanilat- α -naftilamina dan *bromothymol blue* dengan teknik adsorpsi. Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini akan dilakukan pengembangan sensor kimia berbasis reagen kering asam sulfanilat- α -naftilamina dan *bromothymol blue* yang siap dipakai untuk deteksi nitrit dan pH pada urin yang diaplikasikan pada *chip* kertas sehingga, menghasilkan sensor dengan kondisi pengukuran yang tepat dan cepat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah kondisi optimal dari volume sampel, volume reagen, konsentrasi larutan reagen, dan intensitas warna untuk penentuan infeksi saluran kemih dengan *chip* kertas yang diimobilisasi dengan reagen asam sulfanilat- α -naftilamina dan indikator *bromothymol blue*?
2. Bagaimanakah karakteristik analitis asam sulfanilat- α -naftilamina dan indikator *bromothymol blue* pada *chip* kertas tersebut untuk penentuan infeksi saluran kemih yang meliputi linieritas, batas deteksi (*LOD*), batas kuantitasi (*LOQ*), sensitivitas, selektivitas, presisi, akurasi, waktu respon, serta waktu pakainya dengan perubahan warna ?
3. Apakah *chip* kertas sebagai sensor kimia dapat diaplikasikan untuk deteksi awal infeksi saluran kemih pada sampel urin ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menentukan kondisi optimal dari volume sampel, volume reagen, konsentrasi larutan reagen, dan intensitas warna dalam penentuan infeksi saluran kemih dengan menggunakan *chip* kertas yang diimobilisasi dengan reagensia asam sulfanilat- α -naftilamina dan indikator *bromothymol blue*.
2. Untuk menentukan karakteristik analitis asam sulfanilat- α -naftilamina dan indikator *bromothymol blue* pada *chip* kertas untuk penentuan infeksi saluran kemih yang meliputi linieritas, batas deteksi (*LOD*), batas kuantitasi (*LOQ*), sensitivitas selektivitas, presisi, akurasi, waktu respon, serta waktu pakainya dengan perubahan warna.
3. Untuk menentukan apakah *chip* kertas sebagai sensor kimia dapat digunakan untuk deteksi awal infeksi saluran kemih pada sampel urin.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Pengujian awal pada deteksi penyakit infeksi saluran kemih pada sampel urin.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang teknologi sensor kimia dalam bentuk *chip* kertas.
3. Pengembangan teknologi sensor kimia yang berupa *chip* kertas berisi reagen kering untuk deteksi penyakit infeksi saluran kemih pada urin secara cepat, praktis dan murah.
4. Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat digunakan sebagai dasar penelitian lebih lanjut.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan tentang Infeksi Saluran Kemih

2.1.1 Definisi Infeksi Saluran Kemih

Infeksi saluran kemih (ISK) dapat terjadi pada pria maupun wanita dari berbagai macam usia dengan tampilan klinis dan episode. ISK lebih sering terjadi pada wanita dibandingkan dengan pria (Samirah dkk., 2006). Secara umum, saluran kemih tidak terdapat bakteri tetapi adanya bakteri yang naik melalui rektum dapat menyebabkan ISK. Meningkatnya virulensi atau menurunnya pertahanan inang, adanya inokulasi bakteri, serta kolonisasi bakteri pada saluran kemih maka dapat menyebabkan terjadinya ISK (Ghinorawa, 2015).

Menurut Bonkat dkk. (2015) ISK dapat dikelompokkan menjadi :

- a. ISK kompleks (*complicated UTI*) merupakan infeksi yang disertai dengan kelainan struktur atau fungsional saluran kemih yang menyebabkan aliran balik urin.
- b. ISK simpleks (*simple UTI, uncomplicated UTI*) merupakan infeksi pada saluran kemih yang normal atau tanpa kelainan struktural atau fungsional pada saluran kemih.
- c. ISK berulang (*recurrent*) merupakan kekambuhan infeksi tanpa komplikasi atau komplikasi dengan frekuensi setidaknya dua kali dalam enam bulan atau tiga kali dalam setahun.
- d. ISK terkait kateter (*CA-UTI*) merupakan ISK yang terjadi pada saat saluran kemih dipasang kateter dalam waktu 48 jam terakhir.

2.1.2 Klasifikasi Infeksi Saluran Kemih

Berdasarkan struktur anatomi ISK dibagi menjadi dua yaitu (Chisholm-Burns dkk., 2016) :

a. ISK atas

- 1) Pielonefritis akut (PNA) adalah infeksi yang menyebabkan invasi bakteri ke parenkim ginjal.
- 2) Pielonefritis kronik (PNK) istilah ini biasanya digunakan untuk kepentingan histologik kelainan ginjal dengan ditemukannya proses peradangan kronis pada interstisium ginjal dan secara radiologik ditemukan gambaran parut ginjal yang khas pada kalises yang tumpul (IDAI, 2011).

b. ISK bawah

- 1) Sistitis merupakan infeksi yang disertai dengan bakteriuria bermakna.
- 2) Sindroma uretra akut (SUA) merupakan presentasi klinis dari sistitis tanpa ditemukannya mikroorganisme.

2.1.3 Etiologi Infeksi Saluran Kemih

Penyebab terbanyak terjadinya ISK adalah bakteri gram negatif yang biasanya menghuni usus dan selanjutnya akan naik menuju ke saluran kemih. Bakteri gram negatif yang paling sering menyebabkan terjadinya ISK yaitu *Escherichia coli* dengan presentase 60-80% (IDAI, 2011). Menurut Dipiro dkk (2017) *Escherichia coli* menyebabkan infeksi saluran kemih sekitar 80-90%. *Escherichia coli* merupakan bakteri yang sering diisolasi tetapi menyumbang kurang dari 50% infeksi, selain itu bakteri lain yang juga sering diisolasi termasuk *Proteus* sp, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus* sp, dan *Enterococcus* sp. *Enterococcus* sp merupakan organisme kedua yang paling sering diisolasi pada pasien rawat inap.

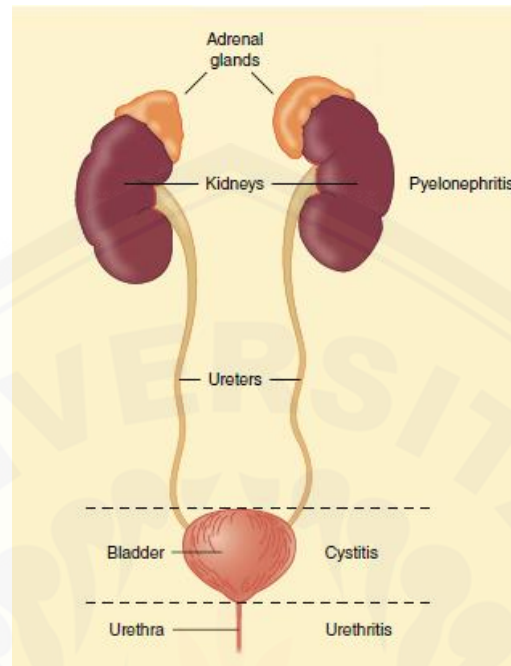
Bakteri lain seperti *Staphylococcus aureus* dapat timbul dari saluran kemih, tetapi lebih sering disebabkan oleh bakteremia yang menghasilkan abses metastasis di ginjal. Selain itu, bakteri umum penyebab ISK pada pasien kritis dan kateter kronis adalah *Candida* sp (Dipiro dkk., 2017). Berikut macam-macam mikroorganisme penyebab ISK dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Mikroorganisme Penyebab ISK (Lee dan Le, 2018)

No	Jenis ISK	Mikroorganisme
1	<i>Uncomplicated UTI</i>	<i>Escherichia coli</i> <i>Staphylococcus saprophyticus</i> <i>Enterococcus</i> sp <i>Klebsiella pneumonia</i> <i>Proteus mirabilis</i>
2	<i>Complicated UTI</i>	Mirip dengan <i>uncomplicated UTI</i> Antibiotik resisten <i>Escherichia coli</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Acinetobacter baumannii</i> <i>Enterococcus</i> sp <i>Staphylococcus</i> sp
3	<i>CA-UTI</i>	<i>Proteus mirabilis</i> <i>Morganella morganii</i> <i>Providencia stuartii</i> <i>Corynebacterium urealyticum</i> <i>Candida</i> sp
4	<i>Recurrent UTI</i>	<i>Proteus mirabilis</i> <i>Klebsiella pneumonia</i> <i>Enterobacter</i> sp Antibiotik resisten <i>Escherichia coli</i> <i>Enterococcus</i> sp <i>Staphylococcus</i> sp

2.1.4 Patofisiologi Infeksi Saluran Kemih

Saluran kemih atau kandung kemih merupakan tempat yang bebas dari mikroorganisme. ISK dapat terjadi saat adanya bakteri yang masuk ke dalam saluran kemih dan berkembang biak di dalam media urin. Terdapat tiga cara untuk bakteri dapat masuk ke saluran kemih dan menyebabkan infeksi, yaitu melalui jalur menaik (*ascending*), hematogen (*descending*), dan limfatik. Dua jalur utama dalam terjadinya ISK yaitu jalur menaik (*ascending*) dan jalur hematogen (*descending*) (Chisholm-Burns dkk., 2016). Berikut gambar struktur anatomi dan sistem terkait ISK dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Anatomi dan Sistem terkait Infeksi Saluran Kemih (Chisholm-Burns dkk., 2016)

Jalur menaik (*ascending*) merupakan jalur ketika bakteri yang masuk ke uretra bergerak keatas menuju kandung kemih dan ketika jumlah bakteri di kandung kemih berlebih dapat menyebabkan terjadinya sistitis. Bakteri yang terus bergerak naik ke saluran kemih melalui ureter dapat menyebabkan infeksi yang lebih rumit, seperti pielonefritis (Chisholm-Burns dkk., 2016). Jalur hematogen biasanya terjadi akibat dari penyebaran organisme dari infeksi primer di dalam tubuh. Infeksi melalui jalur hematogen jarang terjadi dan melibatkan sejumlah kecil patogen invasif. Penyebaran melalui jalur hematogen ini dapat mengakibatkan infeksi ginjal yang berat, misalnya *Staphylococcus aureus* dapat menimbulkan abses ginjal (Dipiro dkk., 2017).

2.1.5 Faktor Resiko Infeksi Saluran Kemih

Beberapa faktor resiko penyebab sebagian besar terjadinya ISK, yaitu :

1) Jenis kelamin

Mayoritas ISK terjadi pada wanita dan hingga 50% wanita membutuhkan perawatan ISK pada usia 32 tahun. Resiko ini terjadi melalui beberapa faktor, yaitu uretra wanita lebih pendek sekitar 4 cm dibandingkan dengan laki-laki sekitar 20 cm hal ini memungkinkan peningkatan patogen lebih cepat ke kandung kemih, pada wanita pascamenopause kekurangan hormon estrogen dapat menurunkan flora alami dan menurunkan sistem kekebalan imun (Solh dkk., 2017).

2) Pada wanita yang melakukan hubungan seksual, penggunaan diafragma serviks, penggunaan spermisida, diabetes, kehamilan dapat meningkatkan terjadinya ISK (Chisholm-Burns dkk., 2016).

3) Bakteri dan sistem kekebalan tubuh

Banyak bakteri didalam ISK memiliki karakteristik yang memungkinkan untuk bertahan hidup dan berkembang biak dalam saluran kemih. Adanya perubahan pada flora urogenital dapat meningkatkan resiko ISK, hal ini dapat terjadi dengan pemberian agen antibiotik yang mengubah atau menghilangkan flora normal (Solh dkk., 2017).

4) Kelainan anatomi

Beberapa kelainan anatomi yang dapat meningkatkan resiko terjadinya ISK, diantaranya yaitu adanya pembesaran prostat, obstruksi saluran kemih atau retensi yang dapat meningkatkan jumlah bakteri dalam urin, refluks vesikoureteral dapat memberikan jalur bakteri naik ke saluran kemih bagian atas, memiliki riwayat penyakit batu di daerah saluran kencing dimana keberadaan batu yang telah terinfeksi tersebut menjadi sumber infeksi dan sumber kuman sehingga bisa menyebabkan infeksi berulang (Solh dkk., 2017).

5) Pemasangan kateter

Hampir 97% dari ISK nosokomial secara langsung dikaitkan dengan katerisasi urin. Pemasangan kateter menjadi prediktor terbesar ISK dengan resiko peningkatan bakteriuria sekitar 5% per hari. Adanya pemasangan kateter ini menyebabkan bakteri bergerak dan akhirnya masuk ke dalam kandung kemih. Akibatnya, bakteri yang ditemukan dalam infeksi ini jauh lebih bervariasi dibandingkan dengan ISK non-kateter (Solh dkk., 2017).

6) Diabetes Melitus (DM)

Pasien DM berisiko mengalami komplikasi kronik makrovaskuler diantaranya adalah infeksi. Pada pasien DM yang lebih rentan mengalami infeksi yaitu pasien DM dengan kadar glukosa darah yang tinggi (Saptiningsih, 2012). Pasien DM terutama berjenis kelamin wanita lebih berisiko terkena infeksi saluran kemih dibandingkan pada laki-laki, hal ini dikarenakan struktur anatomis uretra pada wanita lebih pendek dibandingkan dengan laki-laki (Tandogdu dkk., 2016).

2.1.6 pH Bakteri pada Urin Pasien Infeksi Saluran Kemih

Penetapan reaksi atau pH urin harus menggunakan urin segar atau yang telah diawetkan supaya tidak terjadi ammonia karena perombakan dari ureum. Secara normal urin memiliki pH normal antara 4,5-8,0 (Gandasoebrata, 1968). Bakteri yang berbeda mungkin memiliki sifat uropatogenik tertentu yang berinteraksi dengan faktor inang dan menghasilkan keasaman urin yang berbeda. Sebagai contoh, meskipun kurangnya bukti epidemiologi yang besar, organisme pemecah urea, seperti *Proteus* sp dan *Pseudomonas aeruginosa*, telah terbukti berhubungan dengan peningkatan pH urin (Lai dkk., 2019). Berikut pH bakteri pada urin penyebab ISK dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 pH Bakteri pada Urin Penyebab ISK (Lai dkk., 2019)

No	Nama Bakteri	pH
1.	<i>Proteus mirabilis</i>	Meningkatkan pH urin
2.	<i>Proteus vulgaris</i>	diatas 8,3 tetapi, <i>Proteus mirabilis</i> menunjukkan pH
3.	<i>Providencia rettgeri</i>	paling basa 6,72
4.	<i>Morganella morganii</i>	Meningkatkan pH urin menjadi 7,4
5.	<i>Staphylococcus aureus</i>	Meningkatkan pH urin menjadi 6,9
6.	<i>Klebsiella pneumonia</i>	Meningkatkan pH urin maksimum 6,4 tetapi,
7.	<i>Klebsiella oxytoca</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
8.	<i>Enterobacter cloacae</i>	menunjukkan pH paling
9.	<i>Serratia marcescens</i>	basa 6,62 dan <i>Klebsiella pneumonia</i> menunjukkan
10.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	pH paling asam 6,18
11.	<i>Providencia stuartii</i>	Menunjukkan pH paling
12.	<i>Enterococcus faecalis</i>	basa 6,4
13.	<i>Escherichia coli</i>	Menunjukkan pH paling asam 6,21

2.1.7 Diagnosis Infeksi Saluran Kemih

Penegakan diagnosis ISK didasarkan pada anamnesis, pemeriksaan fisik, pemeriksaan laboratorium yang dipastikan dengan biakan urin. Adanya gangguan dalam mengontrol kandung kemih, pola berkemih, dan aliran urin dapat digunakan sebagai petunjuk untuk menentukan diagnosis. Hal terpenting yang menjadi pemeriksaan utama untuk infeksi saluran kemih yaitu pemeriksaan urinalisis dan kultur urin (IDAI, 2011). Tes laboratorium urinalisis harus menunjukkan adanya pyuria >10 sel darah putih/ mm^3 urin (10×10^6 / L), bakteriuria $>10^5$ bakteri CFU/ mL (10^8 CFU/ L), nitrit, dan leukosit esterase. Selain itu, tes diagnostik lainnya yang dapat dilakukan yaitu kultur urin bakteri (Chisholm-Burns dkk., 2016). Berikut kriteria diagnostik untuk bakteriuria signifikan dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Kriteria Bakteriuria (Dipiro dkk., 2017)

No	Kriteria Bakteriuria
1.	$\geq 10^2$ CFU <i>coliforms</i> / mL ($\geq 10^5$ CFU/ L) atau $\geq 10^5$ CFU <i>noncoliforms</i> / mL ($\geq 10^8$ CFU/ L) pada wanita simptomatik.
2.	$\geq 10^4$ bakteri CFU/ mL ($\geq 10^7$ CFU/ L) pada pria simptomatik.
3.	$\geq 10^5$ bakteri CFU/ mL ($\geq 10^8$ CFU/ L) pada individu asimtomatik pada dua spesimen berturut-turut.
4.	$\geq 10^{2-5}$ bakteri CFU/ mL ($\geq 10^{5-8}$ CFU/ L) pada pasien yang dikaterisasi.

Selain jumlah biakan bakteri untuk penegakan diagnosis juga dilihat dari ada tidaknya nitrit di dalam urin. Pada orang normal tidak ditemukan nitrit atau negatif nitrit, sedangkan pada pasien infeksi saluran kemih menunjukkan adanya hasil positif nitrit (Pardede, 2018). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Mizutani dkk., (1989) pada pasien ISK tanpa komplikasi ditemukan sejumlah nitrit dengan konsentrasi 1,821 mg/dL–2,557 mg/dL, sedangkan untuk ISK dengan komplikasi jumlah konsentrasi nitrit yaitu 3,359 mg/dL- 4,242 mg/dL. pH urin pada orang normal umumnya 4,5-8,0 (Gandasoebrata, 1968), tetapi biasanya orang normal memiliki pH 6,0 (Chalik, 2016). Pada pasien infeksi saluran kemih pH urin tergantung dari bakteri yang menginfeksi. Bakteri yang berbeda mungkin memiliki sifat uropatogenik tertentu yang berinteraksi dengan faktor inang dan menghasilkan keasaman urin yang berbeda (Lai dkk., 2019).

2.2 Tinjauan tentang Urin sebagai Sampel

2.2.1 Definisi Urin

Sistem urinaria terdiri dari kandung kemih, ginjal, ureter, dan uretra. Keutamaan fungsi dari sistem urinaria sebagai tempat pembuangan limbah nitrogen (terutama dalam bentuk urea) dan produk samping metabolisme lainnya dari darah. Sistem urinaria membantu mempertahankan kehomeostasisan dengan cara

menghasilkan urin dari sisa hasil metabolisme (Breshears dan Confer, 2017). Urin adalah cairan yang dikeluarkan melalui kandung kemih dan merupakan hasil akhir dari proses pembentukan urin yang terjadi di ginjal, yaitu filtrasi, reabsorpsi, dan sekresi. Kandung kemih terletak di panggul dan merupakan struktur kistik yang terdiri dari otot polos (Liu dan Su, 2019).

2.2.2 Karakteristik Urin

Karakteristik urin terdiri dari sifat fisik dan sifat komposisi urin. Komposisi urin, terdiri dari 95% air, hormon, toksin, zat-zat sisa nitrogen hasil metabolisme (kreatinin, amoniak, asam urea, dan protein), elektrolit (Na, Ca, bikarbonat, fosfat, sulfat), dan pigmen (bilirubin, urobilin). Selain itu, sifat fisik urin memiliki warna kuning pucat jika urin encer dan kuning pekat jika urin kental untuk urin segar berwarna jernih. Urin memiliki bau yang khas yaitu berbau amoniak, memiliki pH urin normal 4,5-8,0, serta berat jenis urin berkisar 1,001-1,035 tergantung pada konsentrasi urin (Chalik, 2016).

2.2.3 Jenis-jenis Sampel Urin

Ada beberapa jenis sampel urin diantaranya adalah :

1) Urin pagi

Urin pagi merupakan urin yang dikeluarkan pertama kali pada saat pagi hari setelah bangun tidur. Urin pagi memiliki warna yang lebih pekat dibandingkan dengan urin yang dikeluarkan pada saat siang hari. Biasanya urin ini baik digunakan untuk pemeriksaan seperti protein, sedimen, berat jenis, dan juga untuk reaksi biologik.

2) Urin sewaktu

Urin sewaktu adalah urin yang dikeluarkan pada waktu tertentu dan tidak dapat ditentukan dengan khusus. Biasanya urin ini cukup baik untuk pemeriksaan rutin.

3) Urin postprandial

Urin postprandial merupakan urin yang pertama kali dikeluarkan 1,5–3,0 jam sesudah makan. Biasanya urin ini berguna untuk pemeriksaan terhadap reduksi.

4) Urin 24 jam

Urin 24 jam merupakan jumlah urin yang dikeluarkan selama 24 jam, contohnya urin yang dikeluarkan mulai jam 9 pagi sampai jam 9 pagi keesokan harinya.

5) Urin 3 gelas atau 2 gelas pria

Penampungan urin ini bertujuan untuk memeriksa urologi dan untuk mengetahui gambaran tata letak radang atau lesi yang mengakibatkan timbulnya nanah atau darah dalam urin seorang lelaki.

Menampung urin 3 gelas dapat dilakukan dengan cara, sebelum pemeriksaan pasien dilarang berkemih selama beberapa jam :

- 1) Ditampung 20-30 ml urin yang mula-mula keluar pada gelas pertama.
- 2) Pada gelas kedua ditampung urin berikutnya.
- 3) Selanjutnya ditampung beberapa ml urin terakhir pada gelas ketiga.

Penampungan urin 2 gelas dilakukan dengan cara yang sama. Perbedaannya tidak dilakukan penampungan urin pada gelas ketiga dan pada gelas pertama ditampung urin sebanyak 50-75 ml (Gandasoebrata, 1968).

2.2.4 Pemeriksaan Laboratorium

a) Pemeriksaan Urinalisis

Pemeriksaan urinalisis merupakan pemeriksaan dasar yang berfungsi untuk memantau kondisi ginjal dan saluran kemih. Pemeriksaan urinalisis dapat dilakukan melalui pemeriksaan carik celup dan mikroskopis. Pada pemeriksaan carik celup parameter yang paling diperhatikan berupa bakteri, leukosit, eritrosit, hematuria, nitrit dan protein. Parameter tersebut dianggap mampu menggambarkan kondisi ginjal dan saluran kemih (Utsch dan Klaus, 2014). Parameter pemeriksaan urin yang lain yaitu pH, deskripsi warna, berat jenis, konsentrasi glukosa, bilirubin, dan keton tetap

dilakukan. Pemeriksaan mikroskopis juga dilakukan karena pemeriksaan ini merupakan pemeriksaan kuantitatif yang dapat menggambarkan jumlah biakan bakteri pada urin, terutama pada pasien ISK (Ghinorawa, 2015).

Pada tahap preanalitik harus dilakukan identifikasi urin dengan benar agar mendapatkan hasil yang baik. Tahapan yang perlu dilakukan seperti, pengumpulan (sampling), transportasi sampel untuk sampai ke laboratorium, penerimaan sampel yang datang, hingga bagaimana cara menyiapkan sampel di tahap pengujian karena apabila tidak dilakukan dengan baik dapat menjadi sumber kesalahan yang sangat fatal. Tahapan preanalitik yang tidak benar dapat menurunkan angka hasil palsu hampir 20% dari suatu hasil pemeriksaan laboratorium sehingga dapat menyebabkan kesalahan dalam diagnosis (Delanghe dan Speeckaert, 2014).

Pada pasien ISK pemeriksaan carik celup sering dilakukan. Pemeriksaan ini dapat menggambarkan adanya nitrit dan leukosit esterase yang merupakan parameter penting untuk penyakit ISK tetapi, pemeriksaan lainnya seperti pH juga dilakukan. Pemeriksaan ini cukup efektif untuk mendiagnosis ISK dengan mempertimbangkan harga murah, metodenya mudah, dan memberikan hasil yang cepat (Sari dan Muhartono, 2018).

b) Kultur Urin

Pemeriksaan penunjang ISK dapat dilakukan melalui pemeriksaan kultur urin. Pemeriksaan kultur urin selama ini digunakan sebagai pemeriksaan baku untuk melihat adanya bakteri penyebab ISK dan jumlah kolonisasi bakteri digunakan untuk salah satu syarat diagnosis ISK. Pemeriksaan ini memiliki beberapa kekurangan diantaranya butuh biaya yang besar, hasil yang diperoleh lama, dan 60-80% dapat memperoleh hasil negatif (Pratistha dkk., 2018).

2.3 Sensor Kimia

2.3.1 Definisi Sensor Kimia

Sensor kimia adalah suatu alat yang dapat memberi respon terhadap analit tertentu melalui reaksi kimia secara selektif dan seringkali digunakan untuk penentuan analit baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Umumnya sensor kimia menggunakan reagen tertentu yang sesuai untuk menentukan estimasi kimiawi, estimasi kimiawi yang akan di deteksi disebut juga sebagai analit (Kuswandi, 2010).

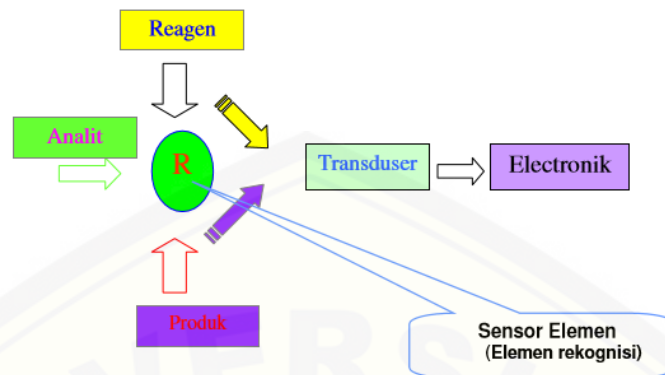
Sensor kimia memiliki banyak kelebihan antara lain (Kuswandi, 2010) :

- 1) Sensor optik bersifat pasif secara elektris. Hal ini memungkinkan sensor optik tersebut tidak terganggu oleh medan listrik dan medan magnet, sehingga secara intrinsik relatif.
- 2) Dapat di miniaturasi dengan mudah. Jika membuat sensor yang relatif kecil maka sampel yang dibutuhkan juga sedikit.
- 3) Konstruksinya cukup kuat (tidak mudah pecah seperti pada elektroda gelas).

Disamping kelebihan yang dimiliki oleh sensor kimia ada juga kelemahannya yang harus diperhatikan yaitu :

- 1) Waktu respon yang relatif lama. Hal ini dimungkinkan karena terjadi transfer masa antara analit dan membran yang mengandung reagen terimobilisasi dalam bentuk fase yang berbeda sehingga memerlukan waktu respon yang relatif lama.
- 2) Hilangnya sinyal optik
- 3) Fluktuasi sumber sinar

Skema sensor kimia dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Skema Sensor Kimia (Kuswandi, 2010)

Pada gambar skema diatas dapat disimpulkan sensor kimia merupakan suatu alat analisis berisi reagen kimia dan dapat bereaksi dengan analit tertentu dalam larutan ataupun gas sehingga menghasilkan perubahan sifat fisika kimia yang diubah menjadi sinyal elektrik proporsional dengan konsentrasi analit tersebut (Kuswandi, 2010). Pada alat sensor kimia terdapat transduser yang berfungsi dalam merubah sinyal listrik, sehingga hasil deteksinya mudah untuk dibaca secara analog menggunakan jarum petunjuk maupun secara digital menggunakan *digital display*. Jenis transduser dalam sensor meliputi elektrokimia, warna (optik), piezo-elektrik, dan termal (Eggins & Brian, 2002). Secara singkat sensor kimia dapat ditulis pada Gambar 2.3 berikut :

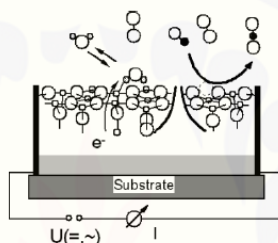
Sensor Kimia = Reagen + Transduser

Gambar 2.3 Sensor Kimia (Kuswandi, 2010)

2.3.2 Mekanisme Sensor Kimia

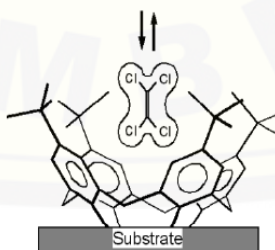
Sensor kimia ideal merupakan suatu sensor yang dapat berinteraksi dengan analit secara *reversible*, sehingga terbentuk sinyal sensor yang dapat dikontrol dengan mudah, baik secara termodinamik ataupun kinetik. Mekanisme dari suatu sensor

kimia secara umum dapat dirancang atau di desain sesuai dengan karakteristik analit yang ingin dideteksi. Beberapa contoh bentuk-bentuk reaksi yang dapat dirancang dalam mengembangkan sebuah sensor kimia yaitu sensor kimia yang berbasis transfer muatan. Sensor kimia ini biasanya banyak terjadi pada sensor kimia yang menggunakan material anorganik seperti SnO_2 , TiO_2 , Ta_2O_5 , IrOx , In_2O_5 . Reaksi ini biasanya terbentuk melalui reaksi akseptor-donor dari reaksi adsorpsi kimiawi terhadap analit dengan lapisan sensor (Kuswandi, 2010). Berikut sensor kimia berbasis transfer muatan dapat dilihat dibawah pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Sensor Kimia Berbasis Transfer Muatan (Kuswandi, 2010)

Selain jenis sensor kimia diatas juga terdapat jenis sensor lainnya yaitu sensor kimia berbasis reaksi kunci-anak kunci. Biasanya sensor jenis ini didesain dengan suatu reaksi yang sangat spesifik, sehingga sensor jenis ini memiliki tingkat selektifan tinggi dalam mendeteksi suatu analit (Kuswandi, 2010). Berikut sensor kimia berbasis reaksi kunci-anak kunci dapat dilihat dibawah pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Sensor Kimia Berbasis Kunci-Anak Kunci (Kuswandi, 2010)

2.3.3 Aplikasi Sensor Kimia

Salah satu aplikasi sensor kimia untuk kebutuhan hidup sehari-hari dapat digunakan dalam bidang kesehatan. Biasanya pada bidang kesehatan digunakan untuk pengukuran darah, gas dan ion serta metabolit lainnya yang sangat penting untuk menggambarkan kondisi kesehatan seseorang, khususnya pada pasien di rumah sakit yang dalam perawatan intensif. Sensor kimia juga dapat digunakan untuk menentukan suatu analit dalam sampel klinis seperti urin dan darah, dimana bila menggunakan analisis klasik di laboratorium hasil bisa dalam beberapa jam atau bahkan beberapa hari. Sedangkan bila digunakan sensor kimia bisa dalam hitungan menit. Selain itu, sensor kimia dapat digunakan untuk mendeteksi adanya penyimpangan dalam pemakaian obat-obatan, seperti penggunaan paracetamol atau aspirin yang over dosis maupun untuk monitoring klinis secara umum (Kuswandi, 2010).

2.3.4 Teknik Imobilisasi

Imobilisasi reagen merupakan pengikatan reagen pada fase padat atau material pendukung secara merata yang memungkinkan untuk terjadinya pertukaran dengan larutan sampel dimana terdapat analit untuk dideteksi. Imobilisasi reagen secara garis besar dikelompokkan menjadi dua jenis metode imobilisasi yaitu metode kimia dan fisika. Metode imobilisasi secara fisika meliputi proses penyerapan (adsorpsi), pemerangkapan (*entrapment*), pengkapsulan (*encapsulation*), dan interaksi elektrostatik sedangkan metode imobilisasi secara kimia meliputi pembentukan ikatan kovalen dan ikatan silang (*cross linking*) (Kuswandi, 2010).

a) Proses Penyerapan (Adsorpsi)

Adsorpsi merupakan bentuk yang sering digunakan dalam imobilisasi reagen pada bahan pendukung, hal ini disebabkan karena adsorpsi mengikat berbagai macam reagen baik reagen bahan organik maupun bahan anorganik. Biasanya dalam banyak

kasus ikatan hidrogen dan ikatan *Van der Waals* banyak terlibat dalam imobilisasi secara adsorpsi. Mekanisme adsorpsi dalam imobilisasi ini adalah mengadsorpsi atau menyerap molekul reagen dalam fase pendukung (adsorben). Adsorben yang sering dipakai dalam proses imobilisasi antara lain material karbon, polimer berpori, dan material organik (Kuswandi, 2010).

Teknik adsorpsi secara umum dalam imobilisasi reagen dikelompokkan atas adsorpsi kimia dan adsorpsi fisika. Adsorpsi kimia akan terbentuk ikatan kovalen yang sangat kuat, sedangkan adsorpsi fisika dengan ikatan yang terbentuk lemah, yaitu ikatan hidrogen dan *Van der Waals*. Teknik imobilisasi reagen dengan adsorpsi yang paling banyak digunakan yaitu adsorpsi fisika dengan melibatkan ikatan hidrogen atau *Van der Waals* saja untuk reagen dengan material pendukungnya (Kuswandi, 2010). Berikut imobilisasi reagen dengan teknik adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 2.6



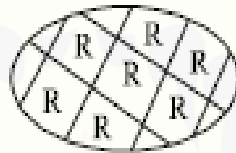
Gambar 2.6 Teknik Adsorpsi (Kuswandi, 2010)

Beberapa keuntungan dari teknik imobilisasi ini menurut Eggins & Brian (2002) adalah sebagai berikut :

- a) Sangat mudah di preparasi.
- b) Sangat mudah perawatannya, stabil dan tidak mudah terdegradasi.
- c) Sangat mudah dikembangkan.
- d) Bioaktif molekul yang terperangkap dalam membran berada dalam keadaan terkontak langsung dengan transdusernya.

b) Proses Pemerangkapan (*Entrapment*)

Entrapment merupakan metode imobilisasi reagen dengan mekanisme memerangkap reagen kimia dengan membran gel atau lapisan tipis film. Pembuatan membran dilakukan dengan mencampur reagen kimia dengan larutan monomer yang akan menyebabkan terjadinya polimerisasi sehingga terbentuk membran baik gel ataupun lapisan tipis film (Kuswandi, 2010). Berikut imobilisasi reagen dengan teknik *entrapment* dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 Teknik *Entrapment* (Kuswandi, 2010)

Metode pemerangkapan memiliki beberapa kekurangan, diantaranya yaitu (Eggins & Brian, 2002) :

- 1) Aktivitas enzim dapat berkurang melalui pori-pori gel.
- 2) Hambatan besar akibatnya menghambat difusi analit, yang menyebabkan reaksi menjadi lambat dan waktu respon menjadi lama.

c) Proses Pengkapsulan (*Encapsulation*)

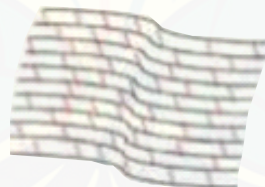
Pada teknik enkapsulasi ini biasanya sebuah membran semipermeable digunakan untuk memerangkap atau menjerat reagen kimia didalamnya pada permukaan sensor. Material membran yang sering digunakan misalnya *PVC* (*polyvinylchloride*), *cellulose acetate*, *polycarbonate*, dan *Polytetrafluoroethylene* (teflon). Teknik imobilisasi pengkapsulan cukup stabil terhadap perubahan pH, temperatur, kekuatan ion dan komposisi kimia (Kuswandi, 2010). Berikut imobilisasi reagen dengan teknik enkapsulasi dapat dilihat pada Gambar 2.8



Gambar 2.8 Teknik Enkapsulasi (Kuswandi, 2010)

d) Ikatan Silang (*Cross linking*)

Cross linking merupakan suatu metode imobilisasi yang akan mengikat reagen pada membran padat atau bahan pendukung lainnya seperti gel. Umumnya reagen yang digunakan dalam metode ini adalah glutaraldehida. Teknik ini juga memiliki kekurangan yaitu dapat menyebabkan kerusakan pada spesifikasi reagen dan hasil *cross linking* merupakan senyawa yang sangat kaku, sedangkan kelebihan dari teknik ini adalah dalam menstabilkan material biologis (enzim) yang telah teradsorpsi (Eggins & Brian, 2002). Berikut imobilisasi reagen dengan teknik *cross linking* dapat dilihat pada Gambar 2.9



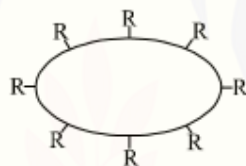
Gambar 2.9 Teknik *Cross linking* (Kuswandi, 2010)

e) Ikatan Kovalen

Teknik imobilisasi dimana terjadi ikatan antara gugus fungsi material pada matrik pendukungnya. Hal ini perlu suatu kondisi yang dapat dikontrol seperti pada temperatur rendah, memiliki kekuatan ioniknya kecil dan pH netral. Kelebihan dari teknik ini adalah ikatan yang terjadi sangat kuat sehingga tidak terjadi pelepasan material pada matriksnya (Eggins & Brian, 2002). Ikatan kovalen secara praktis

adalah mengikat reagen dengan ikatan kovalen baik secara langsung pada serat optik atau pada matrik pendukung padatan.

Ikatan kovalen dirancang menggunakan gugus fungsi terhadap membran maupun bahan pendukung lainnya sehingga memungkinkan terjadinya ikatan antara bioaktif molekul dengan gugus fungsi yang ditambahkan. Bagian dari bioaktif molekul yang akan dikaitkan bukan merupakan sisi aktif (katalis). Teknik immobilisasi dengan metode ini menggunakan gugus-gugus nukleofilik untuk kopling kimia seperti COOH, NH₂, SH, C₆H₄OH, dan OH (Eggins & Brian, 2002). Berikut immobilisasi reagen dengan teknik ikatan kovalen dapat dilihat pada Gambar 2.10



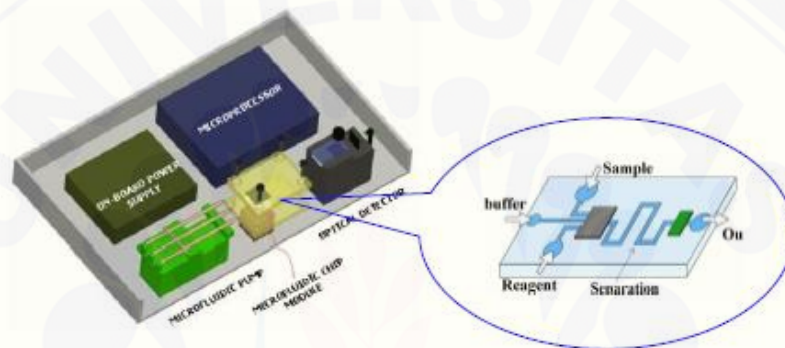
Gambar 2.10 Teknik Ikatan Kovalen (Kuswandi, 2010)

2.3.5 Fase Pendukung Sensor Kimia

Beberapa fase pendukung sensor kimia seperti sensor kimia optik, elektrokimia, *solid-state* sensor yang berbasis teknologi silikon, dan IC umumnya digunakan sebagai sensor tunggal dalam mendeteksi analit. Selain itu, ada sensor array yang dapat melakukan analisis secara multi analit dan simultan. Aplikasi lebih lanjut dari sensor array banyak dikembangkan sebagai sensor elektronik yang dikenal dengan *e-nose* dan *e-tongue*. Seiring berkembangnya piranti analisis dengan teknologi mikroelektronik dan mikrofabrikasi, saat ini sensor kimia juga berkembang ke arah mikroanalisis yang sering disebut sebagai μ TAS (mikrototal analisis sistem) (Kuswandi, 2010).

μ TAS merupakan miniaturisasi lanjutan dari sensor kimia yang telah berkembang sebelumnya. Kelebihan dari aplikasi μ TAS adalah integrasi dari semua

proses dalam satu *device* seperti pensamplangan, *pre-treatment* sampel, separasi, reaksi kimia, deteksi analit dan analisis data dapat dilakukan dalam satu *microdevice* analisis atau sering pula disebut *lab-on-chip*, seperti yang diberikan pada Gambar 2.11. μ TAS banyak digunakan dalam bidang biologi dan medis, serta klinis yang banyak melibatkan pengukuran analit dalam jumlah yang sangat terbatas dan sedikit sekali (Kuswandi, 2010).



Gambar 2.11 Skematis dari μ TAS dengan Detektor Optik dan *Lab-on-chip* (inset)
(Kuswandi, 2010)

Chip berbasis kertas atau *chip* kertas merupakan pengembangan teknologi dari μ TAS. Kertas merupakan suatu bahan untuk metode alternatif dalam melakukan pendeteksian karena biayanya yang relatif murah, sederhana dan mudah digunakan, penggunaan sekali pakai. Bahan kertas yang digunakan bersifat hidrofilik atau suka air. (Martinez dkk., 2007).

Chip kertas memiliki beberapa keuntungan seperti membutuhkan volume sampel yang sangat sedikit sekali (*ultra small sample*), membutuhkan volume reagen yang sedikit, analisis sangat cepat sehingga menjadikan proses analisis relatif murah. Di sisi lain, *chip* kertas juga memiliki kekurangan karena *chip* kertas merupakan teknologi baru yang belum sepenuhnya berhasil untuk dikembangkan. Masih sering ditemukan bahwa penggunaan *chip* kertas ikatannya tidak kompatibel dengan

imobilisasi kimia. *Chip* kertas banyak digunakan dalam penelitian dibidang biologis, medis dan klinik untuk manajemen kesehatan (Kuswandi, 2010).

Sensor berbasis kertas atau *chip* kertas yang digunakan untuk mendeteksi nitrit dan pengukuran pH urin pada pasien infeksi saluran kemih menggunakan kertas saring “whatman”. Kertas saring tersebut didesain dengan bentuk persegi yang didalamnya terdapat area sensor. Kertas saring selanjutnya disablon dengan menggunakan tinta karet hitam untuk menahan sampel dan reagen agar tetap terperangkap di dalam *chip* kertas. Proses penyablonan dilakukan oleh tenaga ahli dibidangnya.

2.3.6 Karakteristik Sensor Kimia

Performasi atau karakteristik sensor kimia digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu membran dan reagen sebagai sensor untuk mendeteksi suatu analit. Karakteristik sensor kimia meliputi linieritas, batas deteksi (*LOD*), batas kuantitasi (*LOQ*), selektivitas, sensitivitas, presisi, akurasi, waktu respon, dan waktu pakai.

a) Linieritas

Linieritas merupakan suatu kemampuan metode analisis dalam memberikan respon yang secara langsung atau dengan bantuan transformasi matematik yang baik, proporsional terhadap konsentrasi analit dalam sampel. Sebagai parameter adanya hubungan linier digunakan koefisiensi korelasi atau r pada analisis regresi linier $y = a + bx$. Hubungan linier yang ideal dicapai jika nilai $b = 0$ dan $r = +1$ atau -1 bergantung pada arah garis (Harmita, 2004).

b) Batas Deteksi dan Kuantitasi

Batas deteksi atau *LOD* adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi dan masih memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blangko. Penentuan batas deteksi suatu metode berbeda-beda tergantung pada metode analisis

itu menggunakan instrumen atau tidak. Pada analisis yang tidak menggunakan instrumen batas deteksi ditentukan dengan mendeteksi analit dalam sampel pada pengenceran bertingkat (Harmita, 2004). Batas kuantitasi atau *LOQ* dapat diartikan sebagai kuantitas terkecil analit dalam sampel yang masih dapat memenuhi kriteria cermat dan seksama.

Pada analisis instrumen batas deteksi dapat dihitung dengan mengukur respon blangko beberapa kali lalu dihitung simpangan baku respon blangko dan formula seperti persamaan 2.1

$$Q = \frac{k \times S_b}{SI} \dots \dots \dots (2.1)$$

SI

Keterangan :

Q = *LOD* atau *LOQ*

k = 3 untuk *LOD* atau 10 untuk *LOQ*

S_b = simpangan baku respon analitik dari blangko, $S_b = S_y/x$

SI = arah garis dari kurva antara respon terhadap konsentrasi = *slope* (b pada persamaan garis $y = bx + a$)

S_y = standar deviasi residual regresi linier

c) Sensitivitas

Sensitivitas adalah suatu sensor yang dinyatakan sebagai kemampuan sensor untuk membedakan konsentrasi analit pada konsentrasi yang sangat kecil. Pada kurva kalibrasi biasanya nilai sensitivitas dapat ditentukan dari nilai *slope* yang dihasilkan (Skoog dkk., 2016).

d) Selektivitas (Interferensi)

Selektivitas (interferensi) merupakan kemampuan suatu sensor yang hanya mengukur zat tertentu secara cermat dan seksama dengan adanya komponen lain yang mungkin ada dalam matriks sampel (Harmita, 2004). Interferensi dapat dinyatakan sebagai derajat penyimpangan (*degree of bias*) metode yang dilakukan terhadap sampel yang mengandung bahan dengan ditambahkan cemaran, hasil urai, senyawa sejenis, senyawa asing lainnya, dan dibandingkan terhadap hasil analisis sampel yang tidak mengandung bahan lain yang ditambahkan (Harmita, 2004). Dalam penentuan selektivitas dapat dilakukan dengan metode interferensi tetap (*fixed interference method / FIM*), dimana selektivitas suatu metode analisis terhadap analit dianggap baik jika persen interferensinya <5% (Ermer dan John, 2005). Nilai interferensi dapat dihitung dengan persamaan 2.2 dibawah ini :

$$\% \text{ Interferensi} = \frac{\Delta \text{mean RGB uji} - \Delta \text{mean RGB standar}}{\Delta \text{mean RGB standar}} \times 100 \dots \dots (2.2)$$

Menurut Kuswandi (2010) selektivitas dianggap sebagai parameter penting dalam sensor kimia dan parameter ini dapat menentukan layak tidaknya suatu sensor kimia digunakan sebagai pengukuran suatu analit.

e) Presisi

Secara definitif, presisi pada sensor kimia dapat dinyatakan sebagai kedekatan respon sensor terhadap respon lainnya untuk analit yang sama. Presisi sering kali dinyatakan sebagai kesesuaian dalam pengulangan pengukuran, sehingga sering dinyatakan sebagai deviasi dari *mean* atau rata-rata seperti pada persamaan 2.3

$$d_i = |x_i - \bar{x}| \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana x_i adalah respon sensor dan \bar{x} adalah rata-rata respon sensor. Presisi dari respon sensor terhadap analit sering kali dinyatakan dalam ukuran reproduibilitas dari suatu set pengukuran sensor terhadap analit, sehingga sering kali dinyatakan dalam bentuk standar deviasi (s), standar deviasi relatif (RSD), koefisien variasi (CV) seperti yang diberikan pada persamaan berikut.

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\text{RSD} = \frac{s}{\bar{x}} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$\text{CV} = \frac{s}{\bar{x}} \times 100 \dots\dots\dots(2.6)$$

x_i adalah individual sensor respon, N adalah jumlah pengukuran dan \bar{x} adalah rata-rata sensor respon. Dengan ukuran standar deviasi ini, maka reproduibilitas dan repeatabilitas dari sensor respon bisa diukur dimana repeatabilitas dapat dinyatakan sebagai kepresisian respon sensor terhadap analit yang diukur pada waktu dan kondisi yang sama. Reprodusibilitas dapat dinyatakan sebagai kepresisian respon sensor terhadap analit yang diukur pada waktu yang berbeda dan kondisi yang relatif sama. Pada sensor dianggap nilai presisi yang baik jika respon suatu analit dengan analit yang lain memiliki nilai standar deviasi relatif (RSD) < 7,3% (Kuswandi, 2010). Berikut kriteria penerimaan nilai presisi yang baik dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Kriteria Penerimaan Nilai Presisi (Yuwono dan Indrayanto, 2005)

Konsentrasi analit (%)	Unit	Presisi (RSD, %)
100	100%	1.3
≥ 10	10%	2.7
≥ 1	1%	2.8
≥ 0.1	0.1%	3.7
0.01	100 ppm	5.3
0.001	10 ppm	7.3
0.0001	1 ppm	11
0.00001	100 ppb	15
0.000001	10 ppb	21
0.0000001	1 ppb	30

f) Akurasi

Akurasi merupakan ukuran yang menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (*recovery*) analit yang ditambahkan (Harmita, 2004). Dianggap akurasi yang baik dalam sensor jika menunjukkan akurasi (% *recovery*) dibawah $\pm 5\%$. Kriteria penerimaan % *recovery* dapat dilihat pada Tabel 2.5 Sedangkan perhitungan % *recovery* dapat dihitung dengan persamaan 2.7 dibawah ini.

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{konsentrasi hasil percobaan}}{\text{Konsentrasi teoritis}} \times 100 \dots\dots\dots(2.7)$$

Tabel 2.5 Kriteria Penerimaan % *recovery* pada Konsentrasi Analit yang Berbeda (Yuwono dan Indrayanto, 2005)

Konsentrasi analit (%)	Unit	<i>Mean Recovery</i> (%)
100	100%	98-102
≥ 10	10%	98-102
≥ 1	1%	97-103
≥ 0.1	0.1%	95-105
0.01	100 ppm	90-107
0.001	10 ppm	80-110
0.0001	1 ppm	80-110
0.00001	100 ppb	80-110
0.000001	10 ppb	60-115
0.0000001	1 ppb	40-120

g) Waktu Respon

Waktu respon dalam sensor kimia berdasarkan rekomendasi IUPAC dinyatakan sebagai waktu pada saat sensor direaksikan dengan suatu analit atau sampel (bisa dengan dicelup, dialirkan ataupun diekspos) dan juga waktu pertama kali dimana respon sensor dapat menghasilkan sinyal yang stabil (*steady-state*). Sering kali disebutkan sebagai waktu sensor memberikan respon 90% (t_{90}) dari total sinyal yang menghasilkan dalam mendeteksi suatu analit (Kuswandi, 2010).

h) Waktu Pakai

Waktu pakai sensor dapat dinyatakan dengan waktu suatu sensor memberikan reaksi yang sama dan stabil pada analit yang akan dideteksi dengan konsentrasi yang sama sampai waktu respon sensor terhadap analit tersebut mengalami penurunan yang signifikan (biasanya lebih dari 15% dari respon awal). Dengan ini, maka bisa

ditentukan berapa lama dan berapa kali suatu sensor kimia dapat dipakai dalam pengukuran analit (Kuswandi, 2010).

2.4 Uji Deteksi Nitrit

Uji nitrit merupakan pemeriksaan tidak langsung terhadap bakteri dalam urin, dimana dalam keadaan normal nitrit tidak terdapat dalam urin (IDAI, 2011). Pada urin orang normal terdapat nitrat yang berasal dari bahan makanan (Aziz dkk., 2009). Nitrat berasal dari sayuran seperti brokoli, bit, kangkung, selada, bayam, serta nitrat dapat digunakan sebagai pengawet dan pewarna pada produk olahan daging (Silalahi dkk., 2018). Nitrat dalam urin selanjutnya akan diubah oleh bakteri yang mengandung enzim reduktase menjadi nitrit, tetapi tidak semua bakteri penyebab ISK mengandung enzim nitrat reduktase. Contoh bakteri gram negatif yang mengandung enzim nitrat reduktase yaitu *Escherichia coli*, *Enterobacter* sp, *Citrobacter* sp, *Klebsiella* sp dan *Proteus* sp. Proses perubahan nitrat menjadi nitrit dalam kandung kemih memerlukan waktu sekurangnya 4 jam. Spesimen terbaik untuk pemeriksaan nitrit adalah urin pagi yang diperiksa dalam keadaan segar (Berhandus dkk., 2016).

Hasil positif nitrit jika menghasilkan perubahan warna dari putih menjadi merah muda. Hasil negatif nitrit jika tidak menghasilkan perubahan warna. Selain itu, ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan nitrit seperti berikut (Aziz dkk., 2009) :

a) Positif palsu

- Disebabkan metabolisme bakteri in vitro apabila pemeriksaan tertunda.
- Adanya kontaminasi urin.
- Penggunaan obat fenazopiridin.

b) Hasil negatif palsu

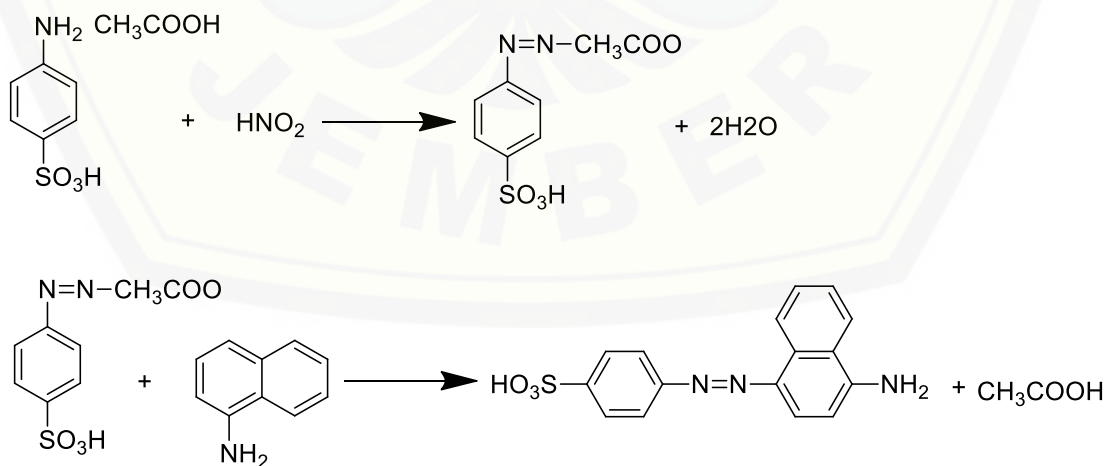
- Disebabkan oleh vitamin C dengan kadar lebih dari 75 mg/dl dalam urin yang mengandung sejumlah kecil nitrit (0,1 mg/dL atau kurang).

- Bakteri yang terdapat pada urin tidak mereduksi nitrat menjadi nitrit seperti *Streptococcus* sp, *Enterococcus* sp.
- Urin hanya sebentar berada dalam kandung kemih tidak sampai 4-6 jam.
- Dipengaruhi oleh diet yang tidak mengandung nitrat.
- Penggunaan antibiotik dapat menghambat metabolisme bakteri dan reduksi nitrit menjadi nitrogen.

Secara kimia uji nitrit dapat dilakukan berdasarkan reaksi *griess-ilosvay*. Reaksi *griess-ilosvay* merupakan reaksi diazotasi asam sulfanilat oleh asam nitrit yang diikuti dengan reaksi kopling α -naftilamina membentuk suatu zat pewarna azo berwarna merah muda (Setiono dan Pudjaatmaka, 1985). Terdapat 3 faktor penting untuk mendapatkan hasil yang positif pada tes nitrit dengan menggunakan pereaksi *griess*, yaitu (Aziz dkk., 2009):

- Jumlah kuman yang mereduksi nitrat menjadi nitrit harus cukup banyak paling sedikit diperlukan 10^5 bakteri CFU/mL.
- Urin harus mengandung nitrat.
- Kontak antara bakteri dengan nitrat harus lama sehingga bakteri cukup waktu untuk mereduksi nitrat.

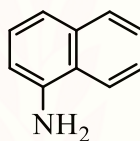
Berikut mekanisme reaksi *griess-ilosvay* dapat dilihat pada Gambar 2.12



Gambar 2.12 Mekanisme Reaksi *Griess-ilosvay*

2.4.1 α -naftilamina

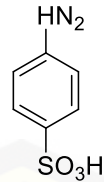
Senyawa α -naftilamina merupakan amina aromatik yang memiliki rumus molekul $C_{10}H_9N$ memiliki ciri-ciri berupa kristal berbentuk jarum tidak berwarna. Senyawa α -naftilamina mempunyai nama lain *1-Naphthylamine*, *1-Aminonaphthalene*, *naphthalene-1-amine*, *1-Naphthalenamine*. Senyawa α -naftilamina memiliki bobot molekul 143,18 g/mol, titik didih $300,8^{\circ}C$, titik lebur $50^{\circ}C$, tidak larut dalam air, larut dalam kloroform, dengan bebas larut dalam alkohol dan eter, termasuk ke dalam basa lemah, berbau seperti amoniak, mudah menyublim, dan berubah warna menjadi merah keunguan ketika terpapar dengan udara. Senyawa α -naftilamina dengan asam sulfanilat digunakan untuk pewarna azo. Struktur senyawa α -naftilamina dapat dilihat pada Gambar 2.13



Gambar 2.13 Struktur α -naftilamina

2.4.2 Asam Sulfanilat

Asam sulfanilat memiliki rumus molekul $C_6H_7NO_3S$ atau $NH_2C_6H_4SO_3H$ memiliki ciri-ciri berupa serbuk warna putih atau kristal putih keabuan, sedikit larut dalam air, tidak larut dalam etanol, eter, dan larut dalam asam hidroklorid. Asam sulfanilat memiliki nama lain *4-Aminobenzenesulfonic acid*, *p-Aminobenzenesulfonic acid*, *Sulphanilic acid*. Asam sulfanilat memiliki berat molekul 173,19 g/mol, berat jenis 1,485, titik lebur $288^{\circ}C$ atau $550^{\circ}F$, kelarutan dalam air 0,06 M. Asam sulfanilat merupakan komponen pereaksi *griess* untuk menentukan asam nitrit. Struktur asam sulfanilat dapat dilihat pada Gambar 2.14

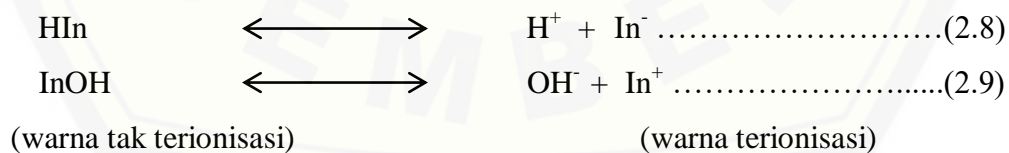


Gambar 2.14 Stuktur Asam Sulfanilat

2.5 Uji Deteksi pH

Uji pH dapat dilakukan dengan menggunakan Indikator pH atau indikator asam basa. Indikator asam-basa merupakan zat yang berubah warnanya atau membentuk fluoresen atau kekeruhan pada suatu rentang pH tertentu, perubahan warna dapat dilihat pada Tabel 2.6. Indikator asam-basa terletak terletak pada titik ekuivalen dan ukuran dari pH. Zat-zat indikator dapat berupa asam atau basa, larut, stabil, dan menunjukkan perubahan warna yang kuat serta biasanya adalah zat organik perubahan warna ini disebabkan oleh resonansi isomer elektron. Berbagai indikator mempunyai tetapan ionisasi yang berbeda akibatnya menunjukkan warna pada rentang pH yang berbeda (Khopkar, 1990).

Asam indikator yang tidak berdisosiasi (HIn) atau basa indikator yang tak berdisosiasi (InOH), mempunyai warna yang berbeda dari warna ionnya. Keseimbangan-keseimbangan dalam larutan air dapat ditulis seperti persamaan 2.8 dan 2.9 dibawah ini (Padmaningrum, 2012) :



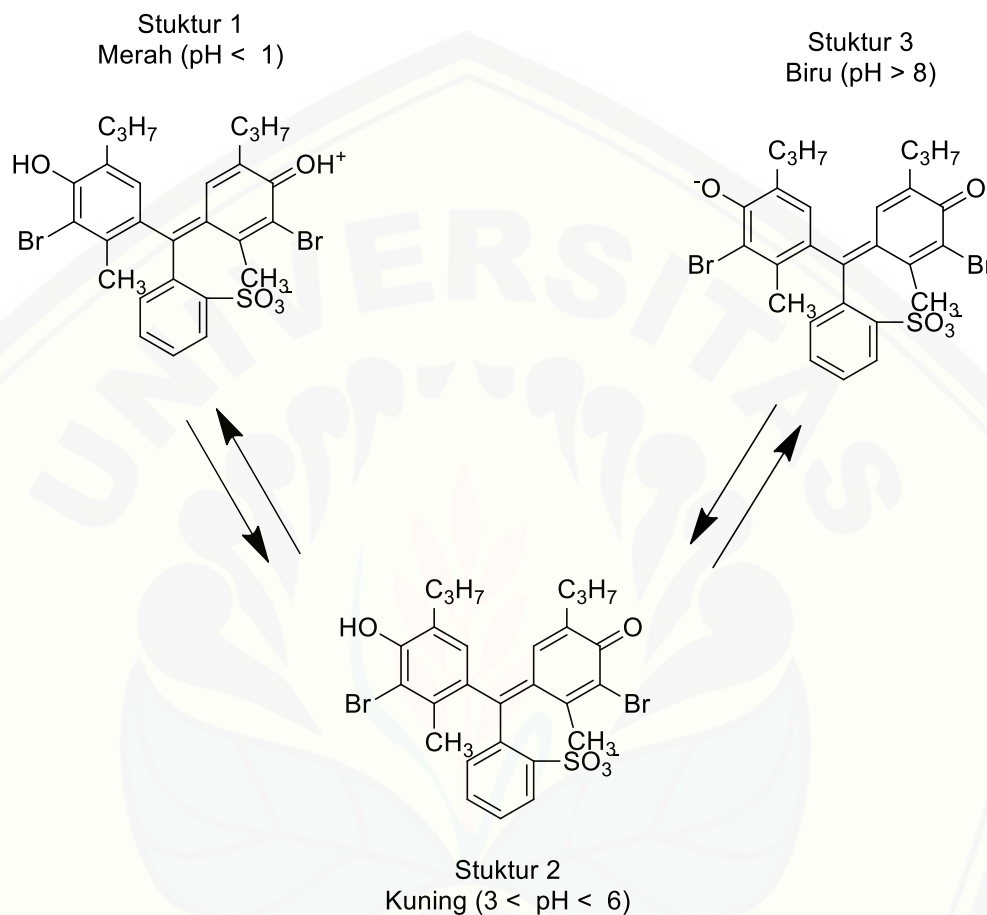
Berikut tabel perubahan warna dan jangkauan pH dari indikator tertentu :

Tabel 2.6 Perubahan Warna dan Jangkauan pH dari Indikator tertentu (Harvey, 2000)

No.	Nama Indikator	Warna Asam	Warna Basa	Trayek pH	pKa
1	<i>Cresol red</i>	Merah	Kuning	0,2 – 1,8	-
2	<i>Thymol blue</i>	Merah	Kuning	1,2 – 2,8	1,7
3	<i>Bromophenol blue</i>	Kuning	Biru	3,0 – 4,0	4,1
4	<i>Methyl orange</i>	Merah	Oranye	3,1 – 4,4	3,7
5	<i>Congo red</i>	Biru	Merah	3,0 – 5,0	-
6	<i>Bromocresol green</i>	Kuning	Biru	3,8 – 5,4	4,7
7	<i>Methyl red</i>	Merah	Kuning	4,2 – 6,3	5,0
8	<i>Bromocresol purple</i>	Kuning	Ungu	5,2 – 6,8	6,1
9	<i>Litmus</i>	Merah	Biru	5,0 – 8,0	-
10	<i>Bromothymol blue</i>	Kuning	Biru	6,0 – 7,6	7,1
11	<i>Phenol red</i>	Kuning	Merah	6,8 – 8,4	7,8
12	<i>Cresol red</i>	Kuning	Merah	7,2 – 8,8	8,2
13	<i>Thymol blue</i>	Kuning	Biru	8,0 – 9,6	8,9
14	<i>Phenolphatein</i>	Tak berwarna	Merah	8,3 – 10	9,6
15	<i>Alizarin yellow R</i>	Kuning	Oranye/ merah	10,1 – 12, 0	-

Salah satu indikator yang dapat digunakan untuk uji deteksi pH pada urin yaitu *bromothymol blue* (BTB). *Bromothymol blue* merupakan indikator asam-basa golongan sulfonphthalen dan bersifat asam lemah. Indikator *bromothymol blue* memiliki rentang kerja pada pH 6,0-7,6, yang menghasilkan warna kuning pada rentang pH 6,0 kebawah dan berwarna biru pada pH 7,6 keatas (Harvey, 2000). *Bromothymol blue* (*3,3'-Dibromothymolsulfonphthalein*) adalah senyawa besar dengan berat molekul 624,4 g/mol dengan rumus molekul $C_{27}H_{28}Br_2O_5S$, memiliki

titik lebur 201°C . Struktur dari *Bromothymol blue* dapat dibagi menjadi tiga macam tergantung pH lingkungan, seperti pada Gambar 2.15 di bawah ini :



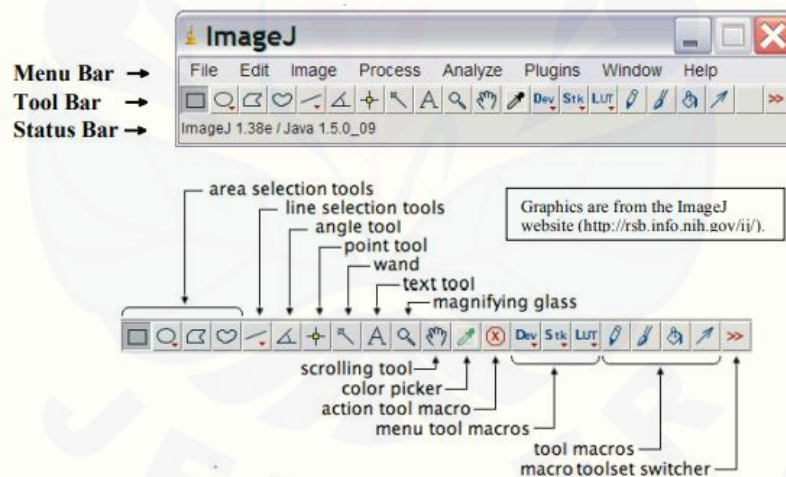
Gambar 2.15 Struktur *Bromothymol Blue*

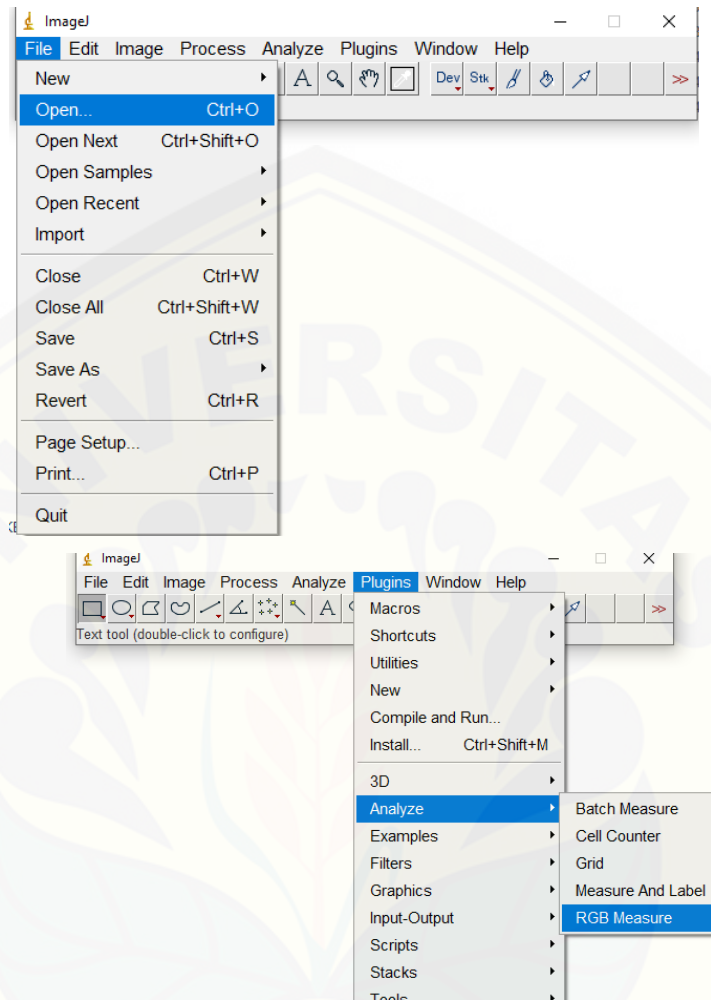
2.6 Tinjauan tentang *ImageJ*

Image J merupakan program yang digunakan untuk analisis gambar, program ini dibuat oleh *National Institute of Health*. *ImageJ* berisikan tool bar, menu bar, dan status bar (Reinking, 2007). Cara kerja dari program ini ketika kursor berada di daerah gambar, maka akan muncul koordinat yang akan diukur dalam pixel/detik. Pixel merupakan titik tunggal dalam elemen terkecil yang dapat dikenali. Ketajaman suatu gambar merupakan jumlah digit biner (bit) yang diperlukan untuk menggambarkan

pixel. *ImageJ* dapat mengukur gambar secara nyata dengan kemampuan pengukuran 8 bit, 16 bit, dan 32 bit (Bailer, 2006).

ImageJ juga dapat digunakan pada gambar *grayscale* dengan ketajaman lebih dari 1 bit (hanya menunjukkan pixel dalam gambar hitam putih) sampai 32 bit per pixel. Gambar yang terdiri dari 3 warna yang mewakili warna primer yaitu warna biru, merah, dan hijau. Dipilih warna biru, merah, dan hijau karena ketiga warna ini menghasilkan spektrum sehingga dapat dibaca oleh pembaca. Ketiga warna tersebut juga dapat bercampur untuk membentuk warna yang lainnya. Intensitas tertinggi dari campuran-campuran akan diperoleh cahaya putih. Intensitas akan nol jika semua warna dicampurkan secara bersama-sama, dan dihasilkan cahaya hitam (Reinking, 2007). Berikut program *ImageJ* dan cara penggunaannya dapat dilihat dibawah pada Gambar 2.16





Gambar 2.16 Program *ImageJ* dan Cara Penggunaannya (Reinking, 2007)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian *experimental laboratories*.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokemosensor dan Kimia Analisis Fakultas Farmasi Universitas Jember. Penelitian dimulai pada bulan Februari 2020 – Juli 2020.

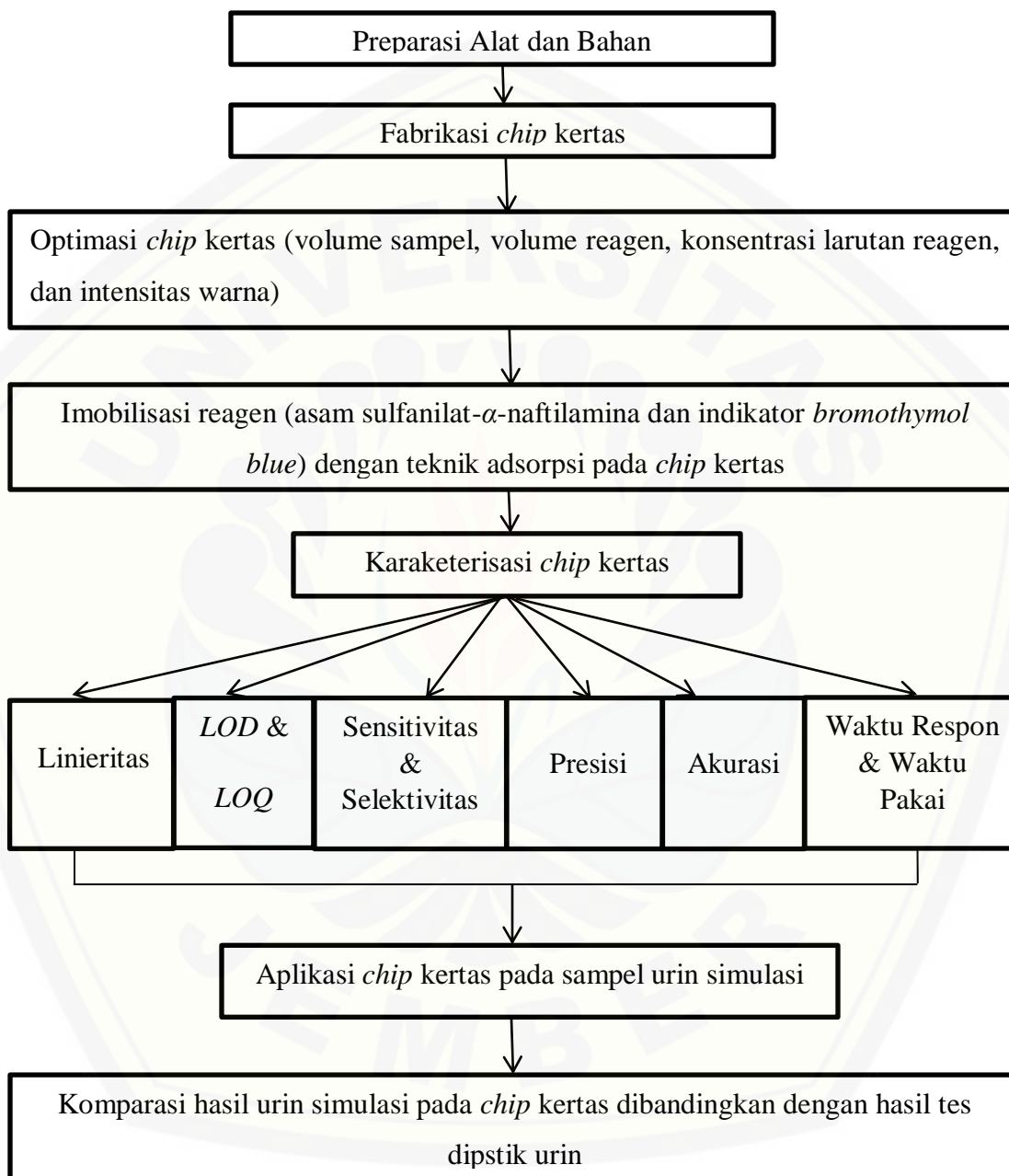
3.3 Rancangan Penelitian

3.3.1 Rancangan Operasional

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

- a. Pembuatan model *chip* kertas dengan tahapan pencetakan *chip* kertas dengan teknik sablon dan imobilisasi *chip* kertas.
- b. Optimasi volume sampel urin, volume reagen, konsentrasi larutan reagen, dan intensitas warna pada *chip* kertas.
- c. Karakterisasi *chip* kertas yang meliputi linieritas, batas deteksi dan kuantitasi, sensitivitas, selektivitas, presisi, akurasi, waktu respon, dan waktu pakai.
- d. Pengaplikasian *chip* kertas pada sampel urin simulasi dengan melihat perubahan warna.

3.3.2 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah lemari es, labu ukur, pipet tetes, *beaker glass*, neraca analitis, batang pengaduk, pipet volume, *ball* pipet, botol semprot, pH meter, scanner *Cannon LIDE 110 Cannoscan* dengan resolusi 300 DPI (*Dots Per Inch*), dipstik urin.

3.4.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kertas saring “whatman”, asam asetat 30%, asam sulfanilat, α -naftilamina, asam asetat glasial, natrium nitrit, indikator *bromothymol blue*, etanol 96%, asam sitrat, NaOH, aquades.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Preparasi Reagen Asam Sulfanilat- α -naftilamina

a. Preparasi Larutan Asam Sulfanilat

Pembuatan larutan asam sulfanilat konsentrasi 1000 mg/dL dibuat dengan menimbang 1000 mg asam sulfanilat, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan asam asetat 30% yang di panaskan sampai tanda batas.

b. Preparasi Larutan α -naftilamina

Pembuatan larutan α -naftilamina konsentrasi 300 mg/dL dibuat dengan mendidihkan 300 mg α -naftilamina dengan 70 ml air. Saring larutan α -naftilamina yang telah didihkan menggunakan kertas saring, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan asam asetat glasial sampai tanda batas.

c. Preparasi Larutan Standar Nitrit

Pembuatan larutan induk standar nitrit 50 mg/dL disiapkan dengan melarutkan 5 mg natrium nitrit dalam 10 ml aquades. Larutan induk 50 mg/dL diencerkan dengan aquades hingga menjadi larutan konsentrasi 10 mg/dL, kemudian diencerkan dengan aquades hingga menjadi 10 macam konsentrasi antara lain : 0,2 mg/dL; 0,4 mg/dL; 0,6 mg/dL; 0,8 mg/dL; 1 mg/dL; 1,2 mg/dL; 1,4 mg/dL; 1,6 mg/dL; 1,8 mg/dL; 2 mg/dL.

3.5.2 Preparasi untuk Penentuan pH Urin

a. Preparasi Larutan pH

Pembuatan larutan pH dengan pH 5-9 yang dipreparasi dari sejumlah serbuk asam sitrat dan NaOH dilarutkan dengan aquades dalam beaker glass 50 ml dan pH dikontrol menggunakan pH meter (kapasitas dapar = 0,01).

1) Preparasi Dapar Sitrat pH 5

Pembuatan dapar sitrat pH 5 dibuat dengan menimbang serbuk asam sitrat 1,187 g dan NaOH 0,009 g. Serbuk asam sitrat dan NaOH selanjutnya dituangkan ke dalam beaker glass dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 40 ml, diaduk hingga larut. Dapar sitrat pH 5 yang telah larut kemudian dicek menggunakan pH meter sampai pH menunjukkan angka 5, apabila pH terlalu asam ditambahkan NaOH dan jika pH terlalu basa ditambahkan HCl. pH meter menunjukkan pH 5 selanjutnya, dapar sitrat pH 5 ditambahkan aquades sampai tandai batas 50 ml.

2) Preparasi Dapar Sitrat pH 5,5

Pembuatan dapar sitrat pH 5,5 dibuat dengan menimbang serbuk asam sitrat 0,408 g dan NaOH 0,010 g. Serbuk asam sitrat dan NaOH selanjutnya dituangkan ke

dalam beaker glass dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 40 ml, diaduk hingga larut. Dapar sitrat pH 5,5 yang telah larut kemudian dicek menggunakan pH meter sampai pH menunjukkan angka 5,5, apabila pH terlalu asam ditambahkan NaOH dan jika pH terlalu basa ditambahkan HCl. pH meter menunjukkan pH 5,5 selanjutnya, dapar sitrat pH 5,5 ditambahkan aquades sampai tandai batas 50 ml.

3) Preparasi Dapar Sitrat pH 6

Pembuatan dapar sitrat pH 6 dibuat dengan menimbang serbuk asam sitrat 0,160 g dan NaOH 0,012 g. Serbuk asam sitrat dan NaOH selanjutnya dituangkan ke *dalam beaker glass* dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 40 ml, diaduk hingga larut. Dapar sitrat pH 6 yang telah larut kemudian dicek menggunakan pH meter sampai pH menunjukkan angka 6, apabila pH terlalu asam ditambahkan NaOH dan jika pH terlalu basa ditambahkan HCl. pH meter menunjukkan pH 6 selanjutnya, dapar sitrat pH 6 ditambahkan aquades sampai tandai batas 50 ml.

4) Preparasi Dapar Sitrat pH 6,5

Pembuatan dapar sitrat pH 6,5 dibuat dengan menimbang serbuk asam sitrat 0,103 g dan NaOH 0,016 g. Serbuk asam sitrat dan NaOH selanjutnya dituangkan ke *dalam beaker glass* dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 40 ml, diaduk hingga larut. Dapar sitrat pH 6,5 yang telah larut kemudian dicek menggunakan pH meter sampai pH menunjukkan angka 6,5, apabila pH terlalu asam ditambahkan NaOH dan jika pH terlalu basa ditambahkan HCl. pH meter menunjukkan pH 6,5 selanjutnya, dapar sitrat pH 6,5 ditambahkan aquades sampai tandai batas 50 ml.

5) Preparasi Dapar Sitrat pH 7

Pembuatan dapar sitrat pH 7 dibuat dengan menimbang serbuk asam sitrat 0,002 g dan NaOH 0,001 g. Serbuk asam sitrat dan NaOH selanjutnya dituangkan ke dalam *beaker glass* dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 40 ml, diaduk hingga larut. Dapar sitrat pH 7 yang telah larut kemudian dicek menggunakan pH meter sampai pH menunjukkan angka 7, apabila pH terlalu asam ditambahkan NaOH dan jika pH terlalu basa ditambahkan HCl. pH meter menunjukkan pH 7 selanjutnya, dapar sitrat pH 7 ditambahkan aquades sampai tandai batas 50 ml.

6) Preparasi Dapar Sitrat pH 7,5

Pembuatan dapar sitrat pH 7,5 dibuat dengan menimbang serbuk asam sitrat 0,049 g dan NaOH 0,118 g. Serbuk asam sitrat dan NaOH selanjutnya dituangkan ke dalam *beaker glass* dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 40 ml, diaduk hingga larut. Dapar sitrat pH 7,5 yang telah larut kemudian dicek menggunakan pH meter sampai pH menunjukkan angka 7,5, apabila pH terlalu asam ditambahkan NaOH dan jika pH terlalu basa ditambahkan HCl. pH meter menunjukkan pH 7,5 selanjutnya, dapar sitrat pH 7,5 ditambahkan aquades sampai tandai batas 50 ml.

7) Preparasi Dapar Sitrat pH 8

Pembuatan dapar sitrat pH 8 dibuat dengan menimbang serbuk asam sitrat 0,047 g dan NaOH 0,356 g. Serbuk asam sitrat dan NaOH selanjutnya dituangkan ke dalam *beaker glass* dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 40 ml, diaduk hingga larut. Dapar sitrat pH 8 yang telah larut kemudian dicek menggunakan pH meter sampai pH menunjukkan angka 8, apabila pH terlalu asam ditambahkan NaOH dan jika pH terlalu basa ditambahkan HCl. pH meter menunjukkan pH 8 selanjutnya, dapar sitrat pH 8 ditambahkan aquades sampai tandai batas 50 ml.

8) Pembuatan Dapar Sitrat pH 8,5

Pembuatan dapar sitrat pH 8,5 dibuat dengan menimbang serbuk asam sitrat 0,046 g dan NaOH 1,104 g. Serbuk asam sitrat dan NaOH selanjutnya dituangkan ke dalam *beaker glass* dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 40 ml, diaduk hingga larut. Dapar sitrat pH 8,5 yang telah larut kemudian dicek menggunakan pH meter sampai pH menunjukkan angka 8,5, apabila pH terlalu asam ditambahkan NaOH dan jika pH terlalu basa ditambahkan HCl. pH meter menunjukkan pH 8,5 selanjutnya, dapar sitrat pH 8,5 ditambahkan aquades sampai tandai batas 50 ml.

9) Pembuatan Dapar Sitrat pH 9

Pembuatan dapar sitrat pH 9 dibuat dengan menimbang serbuk asam sitrat 0,046 g dan NaOH 3,468 g. Serbuk asam sitrat dan NaOH selanjutnya dituangkan ke dalam *beaker glass* dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 40 ml, diaduk hingga larut. Dapar sitrat pH 9 yang telah larut kemudian dicek menggunakan pH meter sampai pH menunjukkan angka 9, apabila pH terlalu asam ditambahkan NaOH dan jika pH terlalu basa ditambahkan HCl. pH meter menunjukkan pH 9 selanjutnya, dapar sitrat pH 9 ditambahkan aquades sampai tandai batas 50 ml.

b. Preparasi Indikator *Bromothymol Blue*

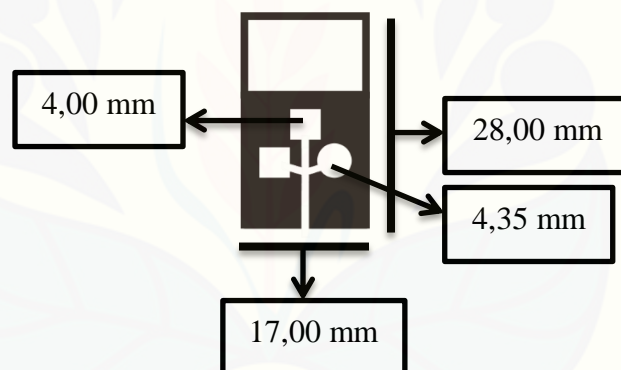
Pembuatan larutan *bromothymol blue* dibuat dengan melarutkan 100 mg *bromothymol blue* dalam 2 ml larutan etanol 96% dan aquades sampai 10 ml. Kemudian diencerkan dengan etanol 96% : aquades (1:4) hingga menjadi larutan *bromothymol blue* dengan konsentrasi 100-500 mg/dL.

3.5.3 Preparasi Larutan Blangko

Larutan blanko disiapkan dengan prosedur yang sama dengan larutan reagen tanpa penambahan larutan standar nitrit.

3.6 Pembuatan Sensor Berbasis Kertas (*Chip Kertas*)

Desain dari *chip* kertas dibuat dengan menggunakan aplikasi CorelDRAW X-8 (64-Bit) dengan ukuran seperti pada Gambar 3.2. Pembuatan *chip* kertas menggunakan kertas saring “whatman”. Kertas saring selanjutnya disablon dengan menggunakan tinta pasta karet. Proses penyablonan dilakukan oleh tenaga ahli yang telah berpengalaman pada bidang sablon.



Gambar 3.2 Desain dan Ukuran *Chip Kertas*

3.7 Optimasi *Chip Kertas*

3.7.1 Optimasi Volume Sampel Urin

Sampel urin sebanyak 5 μ L, 10 μ L, 15 μ L diteteskan diatas *obyek glass* dan diujikan pada *chip* kertas. Selanjutnya diamati beberapa volume sampel urin yang memenuhi seluruh area *chip* kertas.

3.7.2 Optimasi Volume Reagen Asam Sulfanilat- α -naftilamina

Reagen sebanyak 1 μL , 1,5 μL , dan 2 μL diteteskan di atas area reagen yang tersedia pada *chip* kertas. Selanjutnya diamati beberapa volume reagen yang memenuhi seluruh area *chip* kertas.

3.7.3 Optimasi Volume Indikator *Bromothymol Blue*

Reagen sebanyak 1 μL , 1,5 μL , dan 2 μL diteteskan di atas area reagen yang tersedia pada *chip* kertas. Selanjutnya diamati beberapa volume reagen yang memenuhi seluruh area *chip* kertas.

3.7.4 Optimasi Konsentrasi Larutan Indikator *Bromothymol Blue*

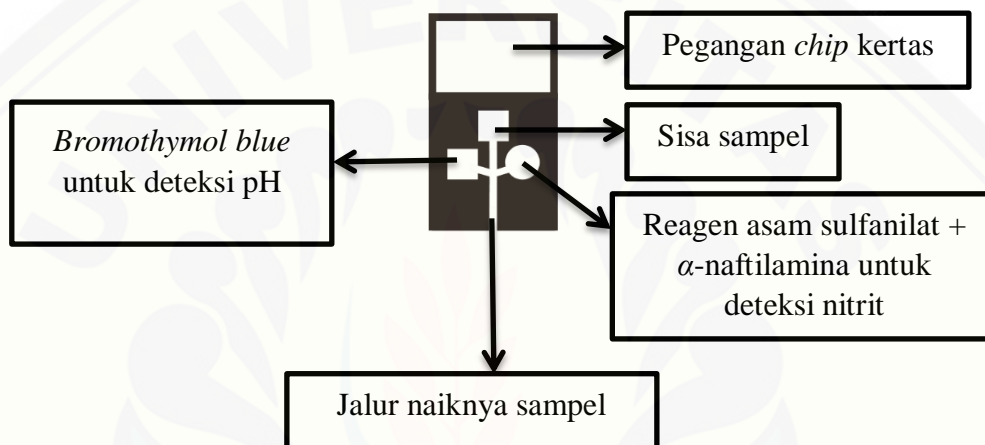
Dibuat indikator *bromothymol blue* pada konsentrasi 100-500 mg/dL. Selanjutnya diamati konsentrasi indikator yang memberikan perubahan warna yang paling jelas dan dapat ditangkap secara visual.

3.7.5 Optimasi Intensitas Warna

Penentuan intensitas warna dilakukan dengan mengimobilisasi *chip* kertas dengan reagen asam sulfanilat- α -naftilamina dan *bromothymol blue*. Digunakan beberapa konsentrasi standar nitrit dan beberapa rentang pH yang direplikasi sebanyak 3 kali. Pembacaan dalam sensor nitrit dan pH dilakukan dengan pengambilan gambar menggunakan scanner dan dianalisis warna yang terbentuk menggunakan program “*ImageJ*”. Hasil dari program “*ImageJ*” yang berupa nilai Δ *mean Red, Green, Blue*, dan *RGB* masing-masing diregresikan dan dilihat nilai *slope* atau *b* dari persamaan regresi, nilai *b* yang baik yaitu $b = 0$.

3.8 Proses Imobilisasi Reagen

Proses imobilisasi dilakukan dengan cara meneteskan reagen volume optimum pada area deteksi reagen asam sulfanilat kemudian ditambahkan reagen α -naftilamina dengan volume optimum lalu ditunggu sampai reagen di kertas mengering. Pada area deteksi pH urin ditetesi dengan volume optimum *bromothymol blue* lalu ditunggu sampai indikator di kertas mengering, area deteksi ditunjukkan oleh Gambar 3.3



Gambar 3.3 Area Deteksi pada *Chip* Kertas

3.9 Karakterisasi *Chip* Kertas

3.9.1 Linieritas

Penentuan linieritas dengan cara menguji *chip* kertas yang telah diimobilisasi larutan standar nitrit 0,2-2 mg/dL dan untuk daerah pH digunakan rentang pH 5-9. Kemudian ditentukan konsentrasi terendah hingga konsentrasi tertinggi yang masih dapat mendeteksi analit yaitu yang mengalami perubahan warna secara signifikan. Adanya parameter hubungan linier digunakan koefisien korelasi dengan persamaan regresi linier $y = a + bx$ nilai r yang baik adalah mendekati ± 1 . Selanjutnya diukur menggunakan *mean RGB (Red Green Blue)* program “*ImageJ*” dengan menentukan nilai Δ *mean RGB* yang linier dari histogram.

3.9.2 Batas Deteksi dan Kuantitasi

Dalam penentuan batas deteksi (*LOD*) dan batas kuantifikasi (*LOQ*) dilaksanakan dengan menguji reagen asam sulfanilat- α -naftilamina pada standar nitrit dengan konsentrasi 0,2-2 mg/dL selanjutnya akan diukur intensitas warna dengan cara menentukan nilai Δ *mean RGB*. Perhitungan *LOD* dan *LOQ* dapat dilakukan dengan menerapkan persamaan 2.1 dari data yang didapatkan dalam persamaan regresi (linieritas).

3.9.3 Sensitivitas

Nilai sensitivitas *chip* kertas di dapat dari persamaan regresi linieritas dari penentuan linieritas yang ditunjukkan oleh nilai *m* atau *slope*.

3.9.4 Selektivitas (Interferensi)

Nilai selektivitas dapat ditentukan dengan membandingkan hasil analisis sampel yang mengandung komponen pengganggu dengan hasil pengukuran sampel tanpa penambahan komponen pengganggu. Komponen pengganggu standar nitrit yang digunakan untuk penentuan selektivitas adalah kreatinin, protein albumin, dan glukosa. Selanjutnya diukur menggunakan *mean RGB (Red Green Blue)* program “*ImageJ*” dengan menentukan nilai Δ *mean RGB* antara standar tanpa pengganggu dan dibandingkan dengan standar komponen pengganggu. Perbandingan volume antara standar dan komponen pengganggu antara lain 1:1, 1:10, 1:200. Adanya interferensi kreatinin, protein albumin, dan glukosa dapat ditentukan dengan mengukur intensitas warna yang dibentuk dengan standar murni (tidak mengandung komponen pengganggu). Penentuan % interferensi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.4

3.9.5 Presisi

Nilai presisi dapat ditentukan dengan menghitung standar deviasi relatif (RSD) dari mengukur standar nitrit dengan konsentrasi 0,9 mg/dL sebanyak 6 kali pengulangan pada *chip* kertas yang berbeda. Selanjutnya diukur menggunakan *mean RGB (Red Green Blue)* program “*ImageJ*” dan dihitung nilai RSD. Nilai presisi sensor terhadap analit dapat dikatakan baik bila kesesuaian respon tersebut antara satu respon dengan respon lainnya dinyatakan dengan $RSD < 7,3\%$. Kriteria konsentrasi analit dengan presisi yang diperbolehkan dapat dilihat pada Tabel 2.3

3.9.6 Akurasi

Penentuan nilai akurasi dilakukan dengan metode adisi yaitu dengan menambahkan standar sebesar 30, 45, dan 60% dari salah satu konsentrasi standar dengan 3x replikasi. Selanjutnya diserapkan pada *chip* kertas yang telah diimobilisasi dengan reagen asam sulfanilat- α -naftilamina, kemudian diamati perubahan warnanya. Nilai Δ *mean RGB* hasil pengukuran dimasukkan ke dalam persamaan regresi, sampai diperoleh konsentrasi nitrit. Hasil pengukuran massa nitrit selanjutnya dibandingkan dengan massa nitrit teoritis sehingga dapat ditentukan nilai % *recovery* yang dapat ditentukan pada persamaan 2.9. Kriteria % *recovery* yang bisa diterima pada konsentrasi analit yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.4

3.9.7 Waktu Respon

Waktu respon merupakan waktu yang diperlukan reagen asam sulfanilat- α -naftilamina dan indikator *bromothymol blue* dalam memberikan reaksi hingga memberikan perubahan warna yang sempurna. Konsentrasi larutan standar yang dapat memberikan waktu respon yang optimal akan direplikasi sebanyak tiga kali. Pengukuran intensitas warna dilakukan setiap rentang waktu tertentu hingga reagen asam sulfanilat- α -naftilamina dan indikator *bromothymol blue* memberikan

perubahan warna yang sempurna. Penentuan waktu respon dilakukan dengan membuat kurva antara waktu (menit) vs nilai *mean RGB*. Didapatkan waktu respon dengan cara mengukur intensitas warna sensor pada waktu pertama kali sensor memberikan respon sinyal yang stabil.

3.9.8 Waktu Pakai

Penentuan lama penyimpanan *chip* kertas dilakukan dengan cara menyimpan *chip* kertas dalam plastik berperekat dan diberi penyerap udara dari silika gel dalam kemasan. Lamanya penyimpanan ditentukan mulai dari pertama kali *chip* kertas disimpan pada suhu ruang dan lemari es. Suhu yang digunakan yakni ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) merupakan suhu kamar dan ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) yang merupakan suhu lemari es. Pada kondisi suhu ruang ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) pengukuran intensitas warna dilakukan setiap 30 menit, sedangkan dalam kondisi suhu lemari es ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) pengukuran dilakukan setiap 24 jam. Pengukuran dilakukan hingga nilai $\Delta\text{mean RGB}$ mengalami penurunan lebih dari 15% dari sensor awal atau dengan kata lain tidak sudah tidak layak digunakan (pengukuran pada hari ke-0).

3.10 Aplikasi *Chip* Kertas pada Sampel Urin Simulasi

Pengaplikasian sampel urin simulasi dilakukan pada *chip* kertas yang telah diimobilisasi dengan reagen asam sulfanilat- α -naftilamin dan indikator *bromothymol blue*, selanjutnya dicampurkan 3 tetes urin normal (orang sehat) yang ditambah dengan 3 tetes larutan standart nitrit dengan konsentrasi 0,6 mg/dL, 1 mg/dL, dan 2 mg/dL. Sampel urin yang telah ditambah standar kemudian diambil volumenya sebesar 15 μL untuk diaplikasikan pada *chip* kertas. Nilai pH diperoleh dari nilai pH urin normal (orang sehat) yang dipakai. Sampel urin yang digunakan berupa urin pagi segar, dimana waktu pengambilan urin sampai dilakukan pengujian tidak lebih dari 2 jam. Selanjutnya diamati perubahan warna yang terjadi untuk mengetahui pengaruhnya terhadap penggunaan urin simulasi.

3.11 Komparasi Hasil *Chip* Kertas pada Sampel Urin Simulasi dengan Hasil Tes Dipstik Urin

Komparasi dilakukan untuk mengetahui *chip* kertas yang telah diimmobilisasi dengan reagen asam sulfanilat- α -naftilamina dan indikator *bromothymol blue* dapat digunakan atau tidak untuk mendeteksi nitrit dan mengukur pH urin pada pasien ISK. Hasil tes dipstik urin dibandingkan dengan hasil uji *chip* kertas urin simulasi. Selanjutnya, hasil dari perbandingan tersebut dapat dijadikan kesimpulan untuk *chip* kertas dapat digunakan sebagai pendeteksi nitrit dan pH urin pada pasien infeksi saluran kemih.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kondisi optimum operasional *chip* kertas meliputi volume sampel optimum yang digunakan pada *chip* kertas adalah 15 μL , volume reagen optimum adalah 1,0 μL . Konsentrasi larutan indikator *bromothymol blue* yang digunakan adalah 500 mg/dL, serta intensitas warna yang digunakan untuk deteksi nitrit dan pH adalah nilai *mean Red* yang diperoleh dari program aplikasi “*ImageJ*”.
2. Secara umum *chip* kertas memiliki karakterisasi analitis cukup baik. *Chip* kertas sebagai sensor kimia memiliki koefisien korelasi dari linieritas yaitu 0,999 untuk deteksi nitrit dan 0,998 untuk deteksi pH, memiliki nilai *LOD* 0,094 dan *LOQ* 0,283 untuk deteksi nitrit yaitu 0,094 mg/dL, *chip* kertas untuk deteksi nitrit cukup sensitif dengan nilai *slope* 10,750, cukup selektif karena adanya pengganggu kreatinin, protein albumin, dan glukosa pada sampel urin tidak mempengaruhi kerja reagen pada *chip* kertas, cukup presisi dengan nilai *RSD* < 7,3% untuk *chip* kertas deteksi nitrit dan pH, *chip* kertas untuk deteksi nitrit cukup akurat dari hasil akurasi yang telah memenuhi persyaratan, waktu respon yang dihasilkan *chip* kertas untuk mencapai nilai yang konstan yaitu kurang lebih 6 menit, serta waktu pakai *chip* kertas yang dihasilkan yaitu *chip* kertas dapat digunakan di suhu ruang selama 4 hari dan pada kulkas selama 10 hari.
3. *Chip* kertas dapat diaplikasikan pada sampel urin simulasi untuk mendeteksi awal penyakit ISK. Hal ini dibuktikan dengan adanya kesesuaian hasil deteksi *chip* kertas dengan hasil deteksi dipstik urin. *Chip* kertas lebih mudah, murah, dan efisien dibandingkan dengan dipstik urin, sehingga *chip* kertas sebagai sensor kimia dapat digunakan sebagai alternatif untuk deteksi awal penyakit ISK.

5.2 Saran

Penelitian tentang “Pengembangan Sensor Berbasis Kertas (*Chip* Kertas) untuk Deteksi Awal Infeksi Saluran Kemih Pada Sampel Urin dengan Parameter Uji Nitrit dan pH” masih diperlukan studi lebih lanjut antara lain :

1. Modifikasi teknik pencetakan sehingga dapat dihasilkan *chip* kertas dengan model yang batas cat karetnya benar-benar mampu menahan cairan yang digunakan.
2. Penambahan silika gel dan alumunium foil pada pengemasan *chip* kertas untuk meningkatkan waktu pakai agar *chip* kertas dapat bertahan lebih lama dalam pemakaiannya.

DAFTAR PUSTAKA

ACOG. 2008. Treatment of urinary tract infections in nonpregnant women. *Obstetrics and Gynecology*. 111(3):785–794.

American Urological Association (AUA). 2019. *Adult UTI*. <https://www.auanet.org/education/auauniversity/for-medical-students/medical-students-curriculum/medical-student-curriculum/adult-uti>. [Diakses pada 25 Februari 2020].

Aziz, Fauzi, Sanif, dan Theodorus. 2009. Faktor risiko infeksi saluran kemih pada pertolongan persalinan spontan di rs moh . hoesin Palembang. *Majalah Obstetri Ginekologi Indonesia*. 33(1):14–19.

Bailer, W. 2006. *Writing Image J Plugins-A Tutorial*. Austria: Upper Austria University of Applied Sciences Departement of Media Technology and Design.

Bonkat, G., R. Pickard, R. Bartoletti, F. Bruyere, S. Geerlings, F. Wagenlehner, dan B. Wullt. 2015. Guidelines on urological infections. *European Association of Urology*. (March):33–40.

Breshears, M. A. dan A. W. Confer. 2017. The urinary system. *Pathologic Basis of Veterinary Disease Expert Consult*. (2007):617-681.e1.

Berhandus, L. A. H., A. E. Mongan, dan M. F. Wowor. 2016. Gambaran nitrit urin pada pasien tuberkulosis paru dewasa di rsup prof. dr. r. d. kandou manado. *Jurnal E-Biomedik*. 4(2):2–7.

- Chisholm-Burns, M. A., T. L. Schwinghammer, B. G. Wells, P. M. Malone, J. M. Kolesar, dan J. T. Dipiro. 2016. *Pharmacotherapy Principles & Practice*. New York Chicago San Francisco Athens London Madrid Mexico City Milan New Delhi Singapore Sydney Toronto.
- Chalik, R. 2016. *Anatomi Fisiologi Manusia*. Jakarta Selatan: Pusdik SDM Kesehatan Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan.
- Dokter, I., A. Indonesia, dan U. K. Koordinasi. 2011. *Ikatan Dokter Anak Indonesia (IDAI) Unit Kerja Koordinasi (UKK) Nefrologi Konsensus Infeksi Saluran Kemih Pada Anak*. Jakarta: Badan Penerbit Ikatan Dokter Anak Indonesia.
- Dipiro, J. T., G. C. . Talbert, G. R. . Yee, B. G. . Matzke, dan L. M. P. Wells. 2017. *Pharmacotherapy: a pathophysiology approach, 10th edition. Mc-Graw Hill Medical*. 5109–5148.
- Eggin & Brian. 2002. *Chemical Sensors and Biosensors*. Northern Ireland: John Wiley & Sons, LTD.
- Ermer, J. dan J. H. John. 2005. *Method Validation in Pharmaceutical Analysis: A Guide to Best Practice*.
- Ghinorawa, T. 2015. *Penatalaksanaan Infeksi Saluran Kemih Dan Genitalia Pria 2015*. Jakarta: Ikatan Ahli Urologi Indonesia.
- Gandasoebrata, R. 1968. *Penuntun Laboratorium Klinik*. Cetakan pertama. Jakarta: Dian Rakyat.
- Harmita. 2004. Petunjuk pelaksanaan validasi metode dan cara perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*.

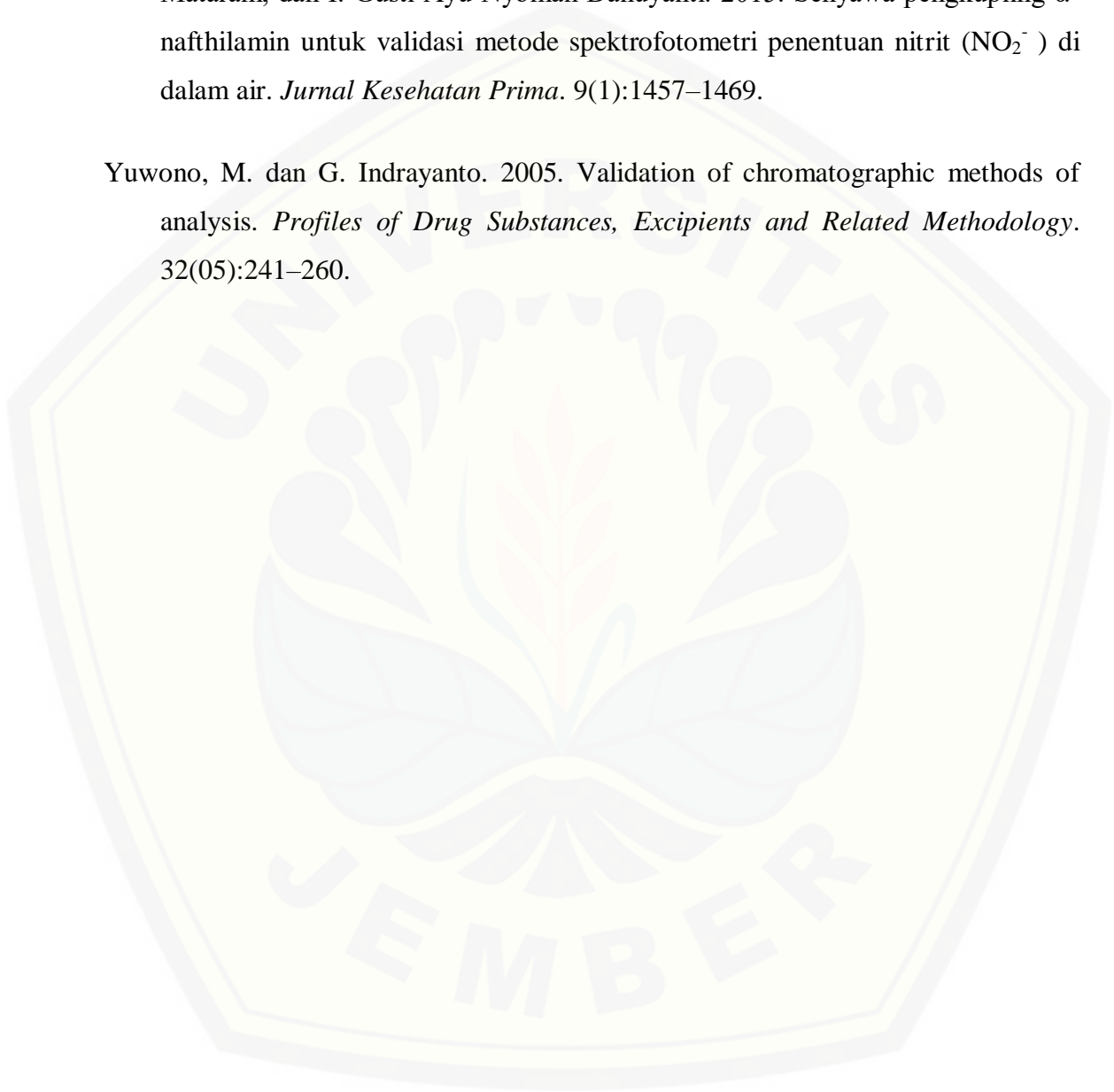
- Harvey, D. (DePauw U. 2000. Modern analytical chemistry. *McGraw-Hill Higher Education*. 368.
- Kuswandi Bambang. 2010. *Sensor Kimia Teori, Praktek, Dan Aplikasi*. Jember: Jember University Press.
- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- Lee, H. dan J. Le. 2018. PSAP 2018 book 1 urinary tract infections. *PSAP 2018 Book 1- Infectious Diseases*. (Sobel 2014):7–28.
- Liu, M. dan Y. Su. 2019. Construction and application of urinary system model with functional bladder module. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 26(8):2127–2131.
- Lai, H. C., S. N. Chang, H. C. Lin, Y. L. Hsu, H. M. Wei, C. C. Kuo, K. P. Hwang, dan H. Y. Chiang. 2019. Association between urine ph and common uropathogens in children with urinary tract infections. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*. (2)
- Loesnihari, R. 2017. Peran analisa urin pada penanganan penyakit ginjal dan traktus urinarius. *Majalah Kedokteran Nusantara The Journal Of Medical School*. 45(3):167–176.
- Masajtis-Zagajewska, A. dan M. Nowicki. 2017. New markers of urinary tract infection. *Clinica Chimica Acta*. 471(June):286–291.
- Malau, U. N. dan P. Adipireno. 2019. Uji korelasi leukosit esterase dan nitrit dengan kultur urin pada infeksi saluran kemih. *Intisari Sains Medis*. 10(1):184–187.

- Mizutani, T., N. Akinaga, dan H. Takatera. 1989. Elsevier science publishers b . v . , amsterdam -- printed in the netherlands it has been suggested that chronic urinary tract infections (uti) may be a risk factor for bladder cancer [1 , 2]. several mechanisms have been proposed to explain the associ. 80:161–165.
- National Center for Biotechnology Information PubChem Database. Sulfanilicacid CID=8479, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Sulfanilicacid>. [Diakses pada 1 Maret 2020].
- National Center for Biotechnology Information. PubChem Database. 1-Naphthylamine CID=8640, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1-Naphthylamine>. [Diakses tanggal 1 Maret 2020].
- National Center for Biotechnology Information PubChem Database. Bromothymol blue CID=6450, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Bromothymolblue>. [Diakses pada 1 Maret 2020].
- Padmaningrum, R. T. 2012. Titrasi asidimetri. *Journal Kimia*. (November 2007):1–7.
- Pratistha, F. S. M., I. W. Sudhana, dan I. W. L. Adnyana. 2018. Diagnosis cepat infeksi saluran kemih dengan menghitung jumlah leukosituria pada urinalisis metode flowcytometry sysmex ux-2000 dengan baku emas kultur urin di rsup sanglah denpasar. *Jurnal Penyakit Dalam Udayana*. 1(2):52–56.
- Pardede, S. O. 2018. Infeksi pada ginjal dan saluran kemih anak: manifestasi klinis dan tata laksana. 19(6)
- Reinking, L. 2007. *Image J Basics*. Pennsylvania: Departement of Biology Millersvilley University. June.

- Samirah, Darwati, Windarwati, dan Hardjoeno. 2006. Pola dan sensitivitas kuman di penderita infeksi saluran kemih. *12 (3):110–113.*
- Sari, R. P. dan Muhartono. 2018. Angka kejadian infeksi saluran kemih (ISK) dan faktor resiko yang mempengaruhi pada karyawan wanita di universitas lampung. *7:115–120.*
- Skoog, D. A., F. J. Holler, dan S. R. Crouch. 2016. *Principles of Instrumental Analysis*. Edisi Seventh Ed. Boston, MA 02210 USA: Cengage Learning.
- Setiono, I. L. dan D. A. H. Pudjaatmaka. 1985. *Vogel Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro Dan Semimikro*. Jakarta: PT. Kalman Media Pustaka.
- Solh, T., R. Thomas, dan C. Roman. 2017. Current diagnosis and management of urinary tract infections. *Physician Assistant Clinics. 2(2):191–205.*
- Saptiningsih, M. 2012. Determinan infeksi saluran kemih pasien diabetes melitus perempuan. *1–8.*
- Silalahi, J., D. Asmaradhani, N. Ginting, dan Y. C. E. Silalahi. 2018. Pengaruh pemupukan terhadap kadar nitrat dan nitrit pada kangkung (*ipomoea reptana poir*). *231–237.*
- Turpen, H. C. 2018. Frequent urinary tract infection. *Physician Assistant Clinics. 3(1):55–67.*
- Tandogdu, Z., T. Cai, B. Koves, F. Wagenlehner, dan T. E. Bjerklund-Johansen. 2016. Urinary tract infections in immunocompromised patients with diabetes, chronic kidney disease, and kidney transplant. *European Urology Focus. 2(4):394–399.*

Wiwin Diarti, M., I. Danuyanti, I. Gede Billy Sumantri, J. Analisis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Mataram, J. Prabu Rangkasari Dasan Cermen Sandubaya Mataram, dan I. Gusti Ayu Nyoman Danuyanti. 2015. Senyawa pengkupling α -naphthilamin untuk validasi metode spektrofotometri penentuan nitrit (NO_2^-) di dalam air. *Jurnal Kesehatan Prima*. 9(1):1457–1469.

Yuwono, M. dan G. Indrayanto. 2005. Validation of chromatographic methods of analysis. *Profiles of Drug Substances, Excipients and Related Methodology*. 32(05):241–260.



LAMPIRAN

LAMPIRAN A. OPTIMASI INTENSITAS WARNA

1. Optimasi Intensitas Warna Standar Nitrit

Konsentrasi (mg/dL)	R1	R2	R3	Mean Red	Δ Mean Red	SD
Blangko	232,149	232,298	232,108	232,185	-	-
0,6	230,073	230,774	230,494	230,447	1,738	0,353
1	225,851	225,997	225,833	225,894	6,291	0,089
1,4	222,921	221,567	221,485	221,991	10,194	0,806
1,8	217,397	217,411	217,780	217,529	14,656	0,217

Konsentrasi (mg/dL)	R1	R2	R3	Mean Green	Δ Mean Green	SD
Blangko	222,173	223,651	220,629	222,151	-	-
0,6	217,010	217,716	217,475	217,431	4,720	0,359
1	205,457	205,655	205,723	205,651	16,500	0,138
1,4	201,322	201,212	201,855	201,855	20,688	0,344
1,8	206,139	206,336	206,615	206,615	15,788	0,239

Konsentrasi (mg/dL)	R1	R2	R3	Mean Blue	Δ Mean Blue	SD
Blangko	224,635	222,825	223,834	223,765	-	-
0,6	222,594	223,032	222,876	222,926	0,893	0,222
1	216,569	216,723	216,839	216,710	7,055	0,135
1,4	218,438	218,173	218,694	218,435	5,330	0,261
1,8	213,693	213,217	213,973	213,627	10,138	0,382

Konsentrasi (mg/dL)	R1	R2	R3	Mean RGB	Δ Mean RGB	SD
Blangko	226,411	226,260	225,470	226,047	-	-
0,6	222,658	223,244	223,017	222,973	3,074	0,295
1	223,398	223,493	223,568	223,486	2,561	0,085
1,4	215,800	215,559	215,251	215,537	10,177	0,275
1,8	213,421	213,667	213,133	213,407	12,640	0,267

2. Optimasi Intensitas Warna pH

pH	R1	R2	R3	Mean Red	Δ Mean Red	SD
Blangko	235,584	235,574	235,150	235,436	-	-
5	227,414	227,513	227,251	227,393	8,043	0,132
6	207,151	207,313	207,741	208,402	27,034	0,305
7	187,278	186,361	186,960	186,866	48,570	0,466
8	162,175	162,148	162,288	162,204	72,932	0,074

pH	R1	R2	R3	Mean Green	Δ Mean Green	SD
Blangko	190,889	190,889	195,120	192,299	-	-
5	190,616	190,173	190,127	190,305	1,994	0,270
6	193,253	199,970	190,560	194,594	-2,295	4,846
7	187,300	187,199	187,181	187,227	5,072	0,064
8	179,840	180,453	175,137	178,476	13,823	0,291

pH	R1	R2	R3	Mean Blue	Δ Mean Blue	SD
Blangko	137,685	137,685	137,886	137,752	-	-
5	135,129	138,078	135,737	136,315	1,437	1,557
6	135,335	136,384	137,740	136,486	1,266	1,206
7	136,332	136,384	136,365	136,360	1,392	0,026
8	171,884	171,884	164,724	169,710	-31,958	0,413

pH	R1	R2	R3	Mean RGB	Δ Mean RGB	SD
Blangko	181,008	181,008	181,635	181,217	-	-
5	182,085	182,250	181,357	182,897	-1,680	0,475
6	177,928	178,942	179,689	178,853	2,364	0,884
7	170,933	170,611	170,466	170,670	10,547	0,239
8	170,625	171,262	166,817	169,568	11,649	2,404

LAMPIRAN B. LINIERITAS

1. Linieritas Standar Nitrit

Konsentrasi	R1	R2	R3	<i>Mean Red</i>	Δ <i>Mean Red</i>	SD
Blangko	232,149	232,108	232,108	232,185	-	-
0,2 mg/dL	231,695	231,858	231,596	231,716	0,469	0,132
0,4 mg/dL	231,385	232,054	231,259	231,566	0,619	0,427
0,6 mg/dL	230,073	230,774	230,494	230,447	1,738	0,353
0,8 mg/dL	228,657	228,561	228,606	228,608	3,577	0,048
1 mg/dL	225,851	225,997	225,833	225,894	6,291	0,089
1,2 mg/dL	223,977	223,892	222,966	223,945	8,240	0,561
1,4 mg/dL	222,921	221,567	221,485	221,991	10,194	0,806
1,6 mg/dL	219,853	219,311	219,749	219,638	12,547	0,272
1,8 mg/dL	217,397	217,411	217,780	217,529	14,565	0,217
2 mg/dL	215,383	215,433	215,745	215,520	16,665	0,196

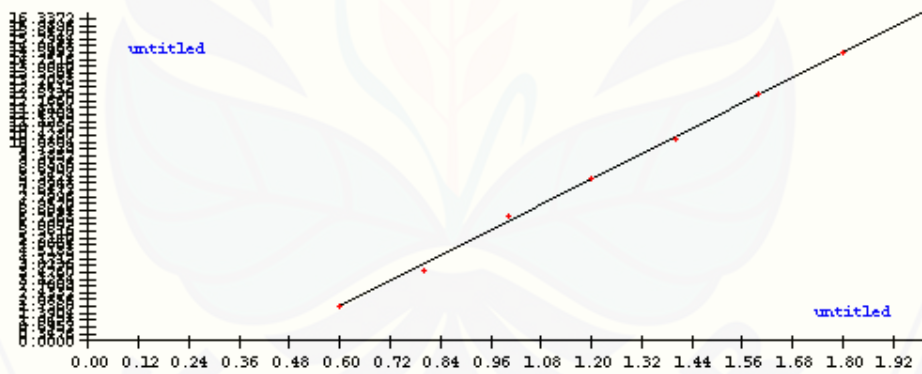
Method : **Linearity**
Probability : **95%**
Number of data : **8**
Line equation : **$Y = -4.73696500 + 10.75036000X$**
Correlation coefficient : **0.99948970**
Sy value : **0.18179730**
Vx0 value : **1.30083100%**
Xp value : **0.09427559**

The Correlation coefficient is fullfilled the requirement (> 0.99)

The Vx0 value is fullfilled the requirement (0% to 5%)

The Xp value is OK (< 0.60000000)

untitled



Line equation : **$Y = -4.73696500 + 10.75036000X$**
Correlation coefficient : **0.99948970**
Vx0 value : **1.30083100%**

2. Linieritas pH 5-9

Konsentrasi	R1	R2	R3	Mean Red	Δ Mean Red	SD
Blangko	235,584	235,574	235,150	235,436	-	-
5	227,414	227,513	227,251	227,393	8,043	0,132
5,5	218,359	218,697	218,425	218,493	16,943	0,179
6	207,151	207,313	207,741	207,402	28,034	0,305
6,5	198,046	198,010	197,824	197,960	37,476	0,119
7	187,278	186,361	186,960	186,866	48,570	0,466
7,5	175,713	175,401	175,699	175,604	59,832	0,176
8	162,175	162,148	162,288	162,204	72,932	0,074
8,5	151,693	151,985	151,478	151,719	83,717	0,254
9	140,106	140,700	141,508	140,771	94,665	0,704

LAMPIRAN C. SELEKTIVITAS STANDAR NITRIT

Konsentrasi (mg/dL)	R1	R2	R3	Mean Red	Δ Mean Red	SD
Blangko	232,149	232,298	232,108	232,185	-	-
Standar Nitrit 1 mg/dL	225,851	225,997	225,833	225,894	6,291	0,089
1 : 1 Standar Nitrit :	225,635	225,818	225,894	225,782	6,403	0,133
Kreatinin						
1 : 10 Standar Nitrit :	225,579	225,830	225,906	225,772	6,413	0,171
Kreatinin						
1 : 200 Standar Nitrit :	225,785	225,778	225,795	225,786	6,399	0,008
Kreatinin						
1 : 1 Standar Nitrit :	225,768	225,776	225,782	225,775	6,410	0,007
Protein albumin						
1 : 10 Standar Nitrit :	225,768	225,812	225,772	225,784	6,401	0,024
Protein albumin						
1 : 200 Standar Nitrit :	225,785	225,790	225,761	225,778	6,407	0,016
Protein albumin						
1 : 1 Standar Nitrit :	225,783	225,775	225,781	225,779	6,406	0,004
Glukosa						
1 : 10 Standar Nitrit :	225,749	225,777	225,803	225,776	6,409	0,027
Glukosa						
1 : 200 Standar Nitrit :	225,813	225,763	225,767	225,781	6,404	0,028
Glukosa						

$$\% \text{ Interferensi} = \frac{\text{Konsentrasi uji} - \text{Konsentrasi standar}}{\text{Konsentrasi standar}} \times 100$$

1. % Interferensi Standar Nitrit : Kreatinin (1 : 1)

$$\begin{aligned} \% \text{ Interferensi} &= \frac{6,403 - 6,291}{6,291} \times 100 \\ &= 1,780\% \end{aligned}$$

2. % Interferensi Standar Nitrit : Kreatinin (1 : 10)

$$\begin{aligned} \% \text{ Interferensi} &= \frac{6,413 - 6,291}{6,291} \times 100 \\ &= 1,939\% \end{aligned}$$

3. % Interferensi Standar Nitrit : Kreatinin (1 : 200)

$$\begin{aligned} \% \text{ Interferensi} &= \frac{6,399 - 6,291}{6,291} \times 100 \\ &= 1,717\% \end{aligned}$$

4. % Interferensi Standar Nitrit : Protein Albumin (1 : 1)

$$\begin{aligned} \% \text{ Interferensi} &= \frac{6,410 - 6,291}{6,291} \times 100 \\ &= 1,892\% \end{aligned}$$

5. % Interferensi Standar Nitrit : Protein Albumin (1 : 10)

$$\begin{aligned} \% \text{ Interferensi} &= \frac{6,401 - 6,291}{6,291} \times 100 \\ &= 1,748\% \end{aligned}$$

6. % Interferensi Standar Nitrit : Protein Albumin (1 : 200)

$$\begin{aligned} \% \text{ Interferensi} &= \frac{6,407 - 6,291}{6,291} \times 100 \\ &= 1,844\% \end{aligned}$$

7. % Interferensi Standar Nitrit : Glukosa (1 : 1)

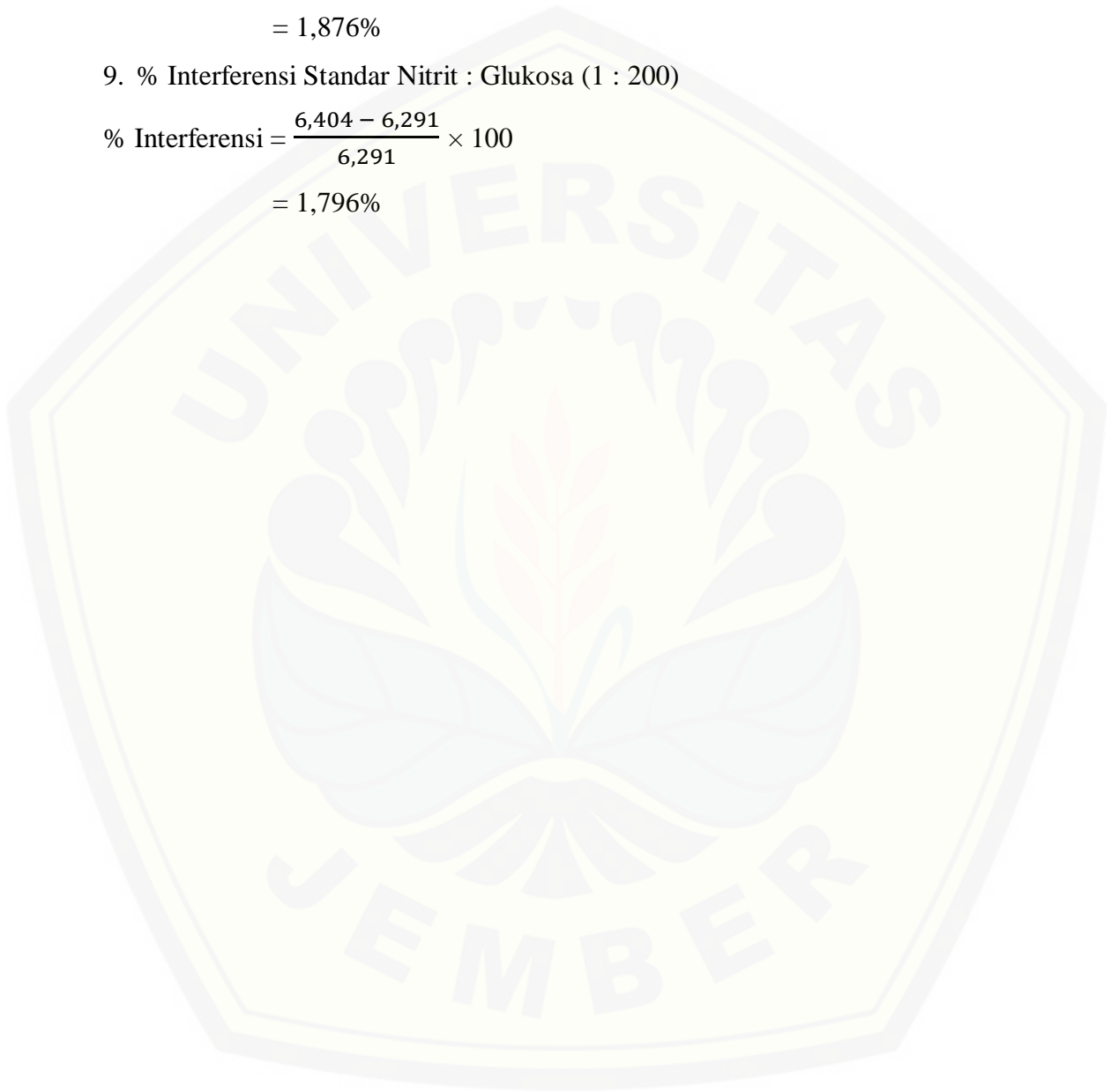
$$\begin{aligned} \% \text{ Interferensi} &= \frac{6,406 - 6,291}{6,291} \times 100 \\ &= 1,828\% \end{aligned}$$

8. % Interferensi Standar Nitrit : Glukosa (1 : 10)

$$\begin{aligned}\% \text{ Interferensi} &= \frac{6,409 - 6,291}{6,291} \times 100 \\ &= 1,876\%\end{aligned}$$

9. % Interferensi Standar Nitrit : Glukosa (1 : 200)

$$\begin{aligned}\% \text{ Interferensi} &= \frac{6,404 - 6,291}{6,291} \times 100 \\ &= 1,796\%\end{aligned}$$



LAMPIRAN D. PRESISI

1. Presisi Standar Nitrit 0,9 mg/dL

Replikasi	Mean Red	Δ Mean Red	Kadar (mg/dL)
Blangko	232,185	-	-
R1	226,426	5,759	0,976
R2	226,790	5,395	0,965
R3	226,666	5,519	0,954
R4	226,792	5,393	0,942
R5	226,710	5,475	0,949
R6	226,447	5,738	0,974
Rata-rata kadar			0,960
SD			0,014
RSD			1,458%

$$\text{Rata-rata} = \frac{0,976 + 0,965 + 0,954 + 0,942 + 0,949 + 0,974}{6}$$

$$= 0,960 \text{ mg/dL}$$

$$\begin{aligned} \text{RSD} &= \frac{\text{SD}}{\Sigma} \times 100\% \\ &= \frac{0,014}{0,960} \times 100\% \\ &= 1,458\% \end{aligned}$$

2. Presisi pH 6,1

pH 6,1	Mean Red	Δ Mean Red	Kadar (mg/dL)
Blangko	235,436	-	-
Replikasi 1	204,276	31,160	6,141
Replikasi 2	204,366	31,070	6,137
Replikasi 3	204,346	31,090	6,138
Replikasi 4	204,201	31,235	6,144
Replikasi 5	204,162	31,274	6,146
Replikasi 6	204,135	31,301	6,147
Rata-rata kadar			6,142
SD			0,004
RSD			0,068%

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{6,141 + 6,137 + 6,138 + 6,144 + 6,146 + 6,147}{6} \\ &= 6,142 \text{ mg/dL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RSD} &= \frac{\text{SD}}{\Sigma} \times 100\% \\ &= \frac{0,00417}{6,142} \times 100\% \\ &= 0,068\% \end{aligned}$$

LAMPIRAN E. AKURASI STANDAR NITRIT

1. Adisi Standar 30%

Replikasi	Mean <i>Red</i>	Δ Mean <i>Red</i>	Konsentrasi Percobaan	Konsentrasi Teoritis	% <i>recovery</i>	SD
Blangko	232,185	-	-	-	-	-
Replikasi 1	223,561	8,624	1,243	1,248	99,599	0,008
Replikasi 2	223,576	8,609	1,241	1,248	99,439	
Replikasi 3	223,571	8,614	1,242	1,248	99,519	
Rata-rata % <i>recovery</i>					99,519	-

Perhitungan :

- Konsentrasi presisi yang digunakan 0,9 mg/dL : $\frac{0,9 \text{ mg}}{100 \text{ ml}} \times 1000 = 9 \text{ mg/L (0,9 mg/dL)}$
- Rata-rata hasil presisi 0,960 mg/dL : $\frac{0,960 \text{ mg}}{100 \text{ ml}} \times 1000 = 9,60 \text{ mg/L (0,960 mg/dL)}$
- Adisi 30% : $0,960 \text{ mg/dL} \times 0,3 = 0,288 \text{ mg/dL}$
- Penimbangan 0,288 mg/dL : $\frac{0,288 \text{ mg}}{100 \text{ ml}} \times 1000 = 2,88 \text{ mg/L (0,288 mg/dL)}$
- Ditimbang : $0,9 \text{ mg} + 0,288 \text{ mg} = 1,188 \text{ mg}$
- Teoritis : $0,960 \text{ mg/dL} + 0,288 \text{ mg/dL} = 1,248 \text{ mg/dL}$

Perhitungan % *recovery* :

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{Konsentrasi Percobaan}}{\text{Konsentrasi Teoritis}} \times 100$$

- Replikasi 1

$$\begin{aligned} \% \text{ recovery} &= \frac{1,243}{1,248} \times 100 \\ &= 99,599\% \end{aligned}$$

- Replikasi 2

$$\begin{aligned} \% \text{ recovery} &= \frac{1,241}{1,248} \times 100 \\ &= 99,439\% \end{aligned}$$

- Replikasi 3

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{1,242}{1,248} \times 100 \\ &= 99,519\%\end{aligned}$$



2. Adisi Standar 45%

Replikasi	Mean Red	Δ Mean Red	Konsentrasi Percobaan	Konsentrasi Teoritis	% recovery	SD
Blangko	232,185	-	-	-	-	-
Replikasi 1	221,913	10,271	1,396	1,392	100,287	0,035
Replikasi 2	221,845	10,340	1,402	1,392	100,790	
Replikasi 3	221,864	10,321	1,401	1,392	100,646	
Rata-rata % recovery					100,574	-

Perhitungan :

- Konsentrasi presisi yang digunakan 0,9 mg/dL: $\frac{0,9 \text{ mg}}{100 \text{ ml}} \times 1000 = 9 \text{ mg/L}$ (0,9 mg/dL)
- Rata-rata hasil presisi 0,960 mg/dL : $\frac{0,960 \text{ mg}}{100 \text{ ml}} \times 1000 = 9,60 \text{ mg/L}$ (0,960 mg/dL)
- Adisi 45% : $0,960 \text{ mg/dL} \times 0,45 = 0,432 \text{ mg/dL}$
- Penimbangan 0,432 mg/dL : $\frac{0,432 \text{ mg}}{100 \text{ ml}} \times 1000 = 4,32 \text{ mg/L}$ (0,432 mg/dL)
- Ditimbang : $0,9 \text{ mg} + 0,432 \text{ mg} = 1,332 \text{ mg}$
- Teoritis : $0,960 \text{ mg/dL} + 0,432 \text{ mg/dL} = 1,392 \text{ mg/dL}$

Perhitungan % recovery :

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{Konsentrasi Percobaan}}{\text{Konsentrasi Teoritis}} \times 100$$

- Replikasi 1

$$\begin{aligned} \% \text{ recovery} &= \frac{1,396}{1,392} \times 100 \\ &= 100,287\% \end{aligned}$$

- Replikasi 2

$$\begin{aligned} \% \text{ recovery} &= \frac{1,403}{1,392} \times 100 \\ &= 100,790\% \end{aligned}$$

- Replikasi 3

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{1,401}{1,392} \times 100 \\ &= 100,646\%\end{aligned}$$



3. Adisi Standar 60%

Replikasi	Mean Red	Δ Mean Red	Konsentrasi Percobaan	Konsentrasi Teoritis	% recovery	SD
Blangko	232,185	-	-	-	-	-
Replikasi 1	220,219	11,966	1,554	1,536	101,172	0,035
Replikasi 2	220,206	11,979	1,555	1,536	101,237	
Replikasi 3	220,198	11,987	1,556	1,536	101,302	
Rata-rata % recovery					101,237	-

Perhitungan :

- Konsentrasi presisi yang digunakan 0,9 mg/dL: $\frac{0,9 \text{ mg}}{100 \text{ ml}} \times 1000 = 9 \text{ mg/L (0,9 mg/dL)}$
- Rata- rata hasil presisi 0,960 mg/dL : $\frac{0,960 \text{ mg}}{100 \text{ ml}} \times 1000 = 9,60 \text{ mg/L (0,960 mg/dL)}$
- Adisi 60% : $0,960 \text{ mg/dL} \times 0,6 = 0,576 \text{ mg/dL}$
- Penimbangan 0,576 mg/dL : $\frac{0,576 \text{ mg}}{100 \text{ ml}} \times 1000 = 5,76 \text{ mg/L (0,576 mg/dL)}$
- Ditimbang : $0,9 \text{ mg} + 0,576 \text{ mg} = 1,476 \text{ mg}$
- Teoritis : $0,960 \text{ mg/dL} + 0,576 \text{ mg/dL} = 1,536 \text{ mg/dL}$

Perhitungan % recovery :

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{Konsentrasi Percobaan}}{\text{Konsentrasi Teoritis}} \times 100$$

- Replikasi 1

$$\begin{aligned} \% \text{ recovery} &= \frac{1,554}{1,536} \times 100 \\ &= 101,172\% \end{aligned}$$

- Replikasi 2

$$\begin{aligned} \% \text{ recovery} &= \frac{1,555}{1,536} \times 100 \\ &= 101,237\% \end{aligned}$$

- Replikasi 3

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{1,556}{1,536} \times 100 \\ &= 101,302\%\end{aligned}$$



LAMPIRAN F. WAKTU RESPON**1. Waktu Respon Standar Nitrit 1 mg/dL**

Waktu (menit)	R1	R2	R3	Mean Red	Δ Mean Red	SD
Blangko	232,149	232,298	232,108	232,185	-	-
0	223,379	223,786	223,130	224,294	7,891	0,331
1	223,804	224,323	223,475	223,432	8,753	0,428
2	224,919	224,825	223,138	223,867	8,318	1,002
3	222,138	222,051	223,178	222,457	9,728	0,627
4	224,891	224,568	224,862	224,774	7,411	0,179
5	224,862	224,577	225,216	224,885	7,300	0,320
6	225,868	225,707	225,171	225,582	6,603	0,365
7	225,446	225,427	225,468	225,447	6,738	0,021
8	225,419	225,441	225,541	225,491	6,694	0,050
9	225,419	225,345	225,449	225,404	6,781	0,054
10	225,927	225,249	225,085	225,420	6,765	0,446
15	224,896	224,872	226,149	225,301	6,884	0,730
20	224,973	225,896	225,249	225,364	6,821	0,474
30	225,408	225,961	225,139	225,504	6,682	0,419
45	225,038	225,229	225,414	225,223	6,958	0,188
90	225,272	225,238	225,114	225,208	6,977	0,083
120	226,021	225,687	224,643	225,450	6,735	0,719

2. Waktu Respon pH 6

Waktu (menit)	R1	R2	R3	Mean Red	Δ Mean Red	SD
Blangko	235,584	235,574	235,150	235,436	-	-
0	209,867	209,144	209,601	209,537	25,899	0,366
1	206,230	206,927	207,446	206,868	28,568	0,610
2	209,120	209,066	209,125	209,104	26,332	0,263
3	210,420	209,136	209,510	209,689	25,747	0,033
4	207,277	207,684	207,769	207,577	27,859	0,660
5	208,726	208,341	209,838	208,968	26,468	0,263
6	207,140	207,497	206,866	207,168	28,268	0,777
7	207,041	207,215	207,224	207,160	28,276	0,316
8	206,698	207,552	207,346	207,199	28,237	0,103
9	207,438	207,224	206,997	207,219	28,217	0,446
10	207,389	206,948	207,269	207,202	28,234	0,228
15	207,269	207,228	207,226	207,241	28,195	0,024
20	207,381	207,176	207,202	207,253	28,183	0,112
30	207,215	207,140	207,378	207,244	28,192	0,122
45	207,152	207,438	207,217	207,269	28,167	0,149
90	207,381	207,344	207,104	207,276	28,160	0,150
120	207,426	207,400	206,945	207,257	28,179	0,271

LAMPIRAN G. WAKTU PAKAI1. Waktu Pakai Ruang *Chip* Kertas Standar Nitrit

Hari	R1	R2	R3	Mean Red	% Penurunan
0	225,657	225,883	225,897	225,812	-
1	216,229	216,365	216,596	216,397	4,169
2	205,307	205,925	205,403	205,545	8,975
3	200,877	200,580	200,580	200,679	11,130
4	192,654	192,074	192,735	192,488	14,757
5	190,592	190,122	190,773	190,496	15,639
6	184,082	184,308	184,396	184,262	18,400
7	180,179	180,929	180,582	180,563	20,038

a) % Penurunan Hari ke-1

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan} &= \frac{225,812 - 216,397}{225,812} \times 100 \\ &= 4,169\% \end{aligned}$$

b) % Penurunan Hari ke-2

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan} &= \frac{225,812 - 205,545}{225,812} \times 100 \\ &= 8,975\% \end{aligned}$$

c) % Penurunan Hari ke-3

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan} &= \frac{225,812 - 200,679}{225,812} \times 100 \\ &= 11,130\% \end{aligned}$$

d) % Penurunan Hari ke-4

$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan} &= \frac{225,812 - 192,488}{225,812} \times 100 \\ &= 14,757\% \end{aligned}$$

e) % Penurunan Hari ke-5

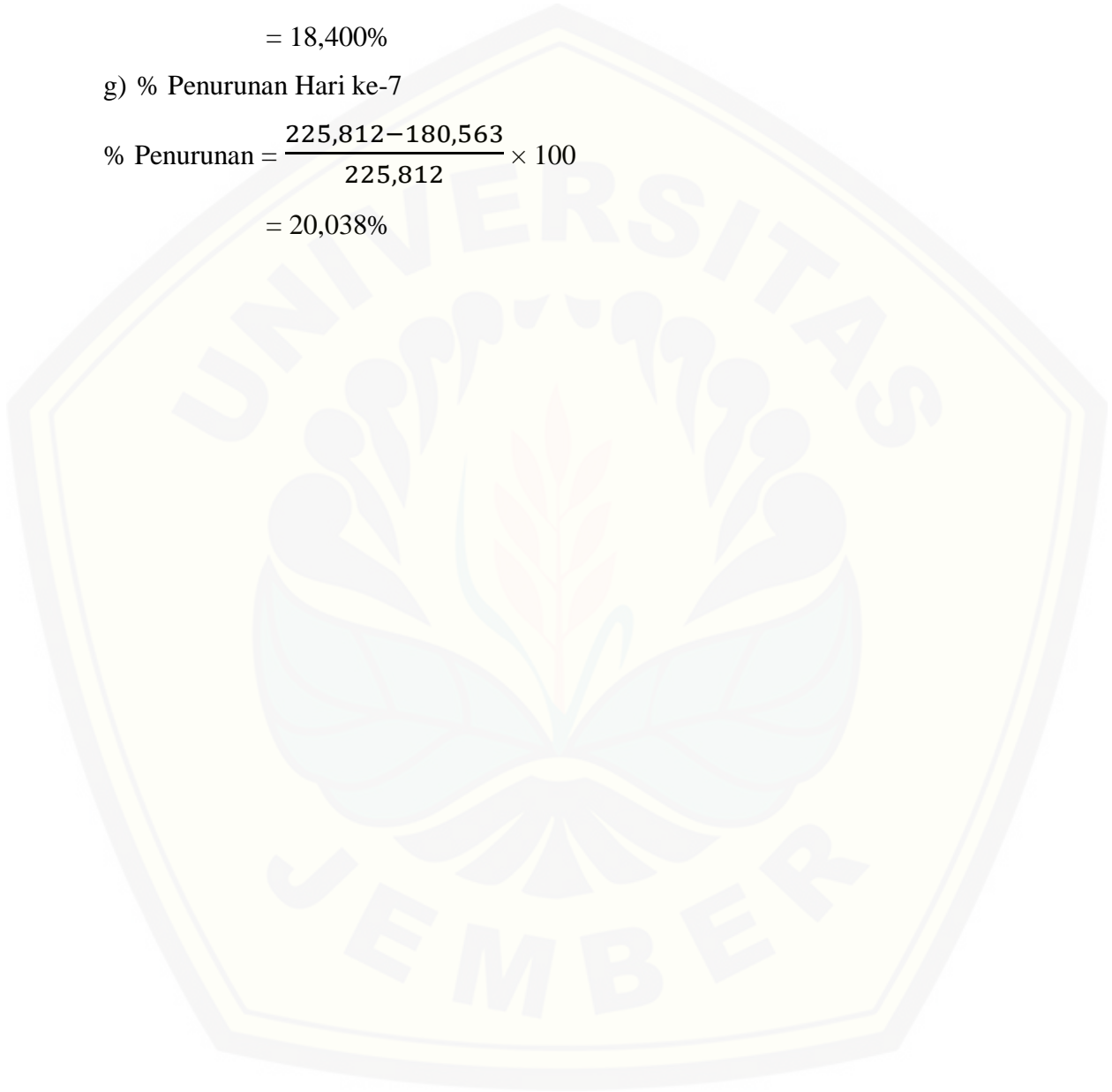
$$\begin{aligned} \% \text{ Penurunan} &= \frac{225,812 - 190,496}{225,812} \times 100 \\ &= 15,639\% \end{aligned}$$

f) % Penurunan Hari ke-6

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{225,812 - 184,262}{225,812} \times 100 \\ &= 18,400\%\end{aligned}$$

g) % Penurunan Hari ke-7

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{225,812 - 180,563}{225,812} \times 100 \\ &= 20,038\%\end{aligned}$$



2. Waktu Pakai Kulkas *Chip* Kertas Standar Nitrit

Hari	R1	R2	R3	Mean Red	% Penurunan
0	225,657	225,883	225,897	225,812	-
1	223,441	223,344	223,122	223,302	1,112
2	220,395	220,560	220,708	220,554	2,328
3	215,456	215,463	215,592	215,504	4,565
4	213,322	213,054	213,222	213,199	5,585
5	210,578	210,050	210,218	210,282	6,877
6	203,256	203,218	203,440	203,305	9,967
7	200,588	200,568	200,771	200,642	11,146
8	197,895	197,586	197,495	197,659	12,467
9	195,299	195,752	195,606	195,552	13,401
10	193,907	193,611	193,046	193,521	14,299
11	190,191	190,115	190,876	190,394	15,685
12	186,644	186,309	186,892	186,615	17,358

a) % Penurunan Hari ke-1

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan} &= \frac{225,812 - 223,302}{225,812} \times 100 \\ &= 1,112\% \end{aligned}$$

b) % Penurunan Hari ke-2

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan} &= \frac{225,812 - 220,554}{225,812} \times 100 \\ &= 2,328\% \end{aligned}$$

c) % Penurunan Hari ke-3

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan} &= \frac{225,812 - 215,504}{225,812} \times 100 \\ &= 4,565\% \end{aligned}$$

d) % Penurunan Hari ke-4

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan} &= \frac{225,812 - 213,199}{225,812} \times 100 \\ &= 5,585\% \end{aligned}$$

e) % Penurunan Hari ke-5

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{225,812 - 210,282}{225,812} \times 100 \\ &= 6,877\%\end{aligned}$$

f) % Penurunan Hari ke-6

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{225,812 - 203,305}{225,812} \times 100 \\ &= 9,967\%\end{aligned}$$

g) % Penurunan Hari ke-7

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{225,812 - 200,642}{225,812} \times 100 \\ &= 11,146\%\end{aligned}$$

h) % Penurunan Hari ke-8

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{225,812 - 197,659}{225,812} \times 100 \\ &= 12,467\%\end{aligned}$$

i) % Penurunan Hari ke-9

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{225,812 - 195,552}{225,812} \times 100 \\ &= 13,401\%\end{aligned}$$

j) % Penurunan Hari ke-10

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{225,812 - 193,521}{225,812} \times 100 \\ &= 14,299\%\end{aligned}$$

k) % Penurunan Hari ke-11

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{225,812 - 190,394}{225,812} \times 100 \\ &= 15,685\%\end{aligned}$$

1) % Penurunan Hari ke-12

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{225,812 - 186,615}{225,812} \times 100 \\ &= 17,358\%\end{aligned}$$



3. Waktu Pakai Ruang *Chip* Kertas pH

Hari	R1	R2	R3	Mean Red	% Penurunan
0	207,151	207,313	207,741	207,402	-
1	200,128	200,702	200,968	200,599	3,280
2	193,015	193,579	193,992	193,529	6,689
3	185,286	185,283	185,039	185,203	10,703
4	181,463	181,846	181,331	181,547	12,466
5	175,949	175,169	175,321	175,479	15,392
6	170,664	170,661	170,480	170,602	17,743
7	165,387	165,210	165,598	165,398	20,252

a) % Penurunan Hari ke-1

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan} &= \frac{207,402 - 200,599}{207,402} \times 100 \\ &= 3,280\% \end{aligned}$$

b) % Penurunan Hari ke-2

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan} &= \frac{207,402 - 193,529}{207,402} \times 100 \\ &= 6,689\% \end{aligned}$$

c) % Penurunan Hari ke-3

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan} &= \frac{207,402 - 185,203}{207,402} \times 100 \\ &= 10,703\% \end{aligned}$$

d) % Penurunan Hari ke-4

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan} &= \frac{207,402 - 181,547}{207,402} \times 100 \\ &= 12,466\% \end{aligned}$$

e) % Penurunan Hari ke-5

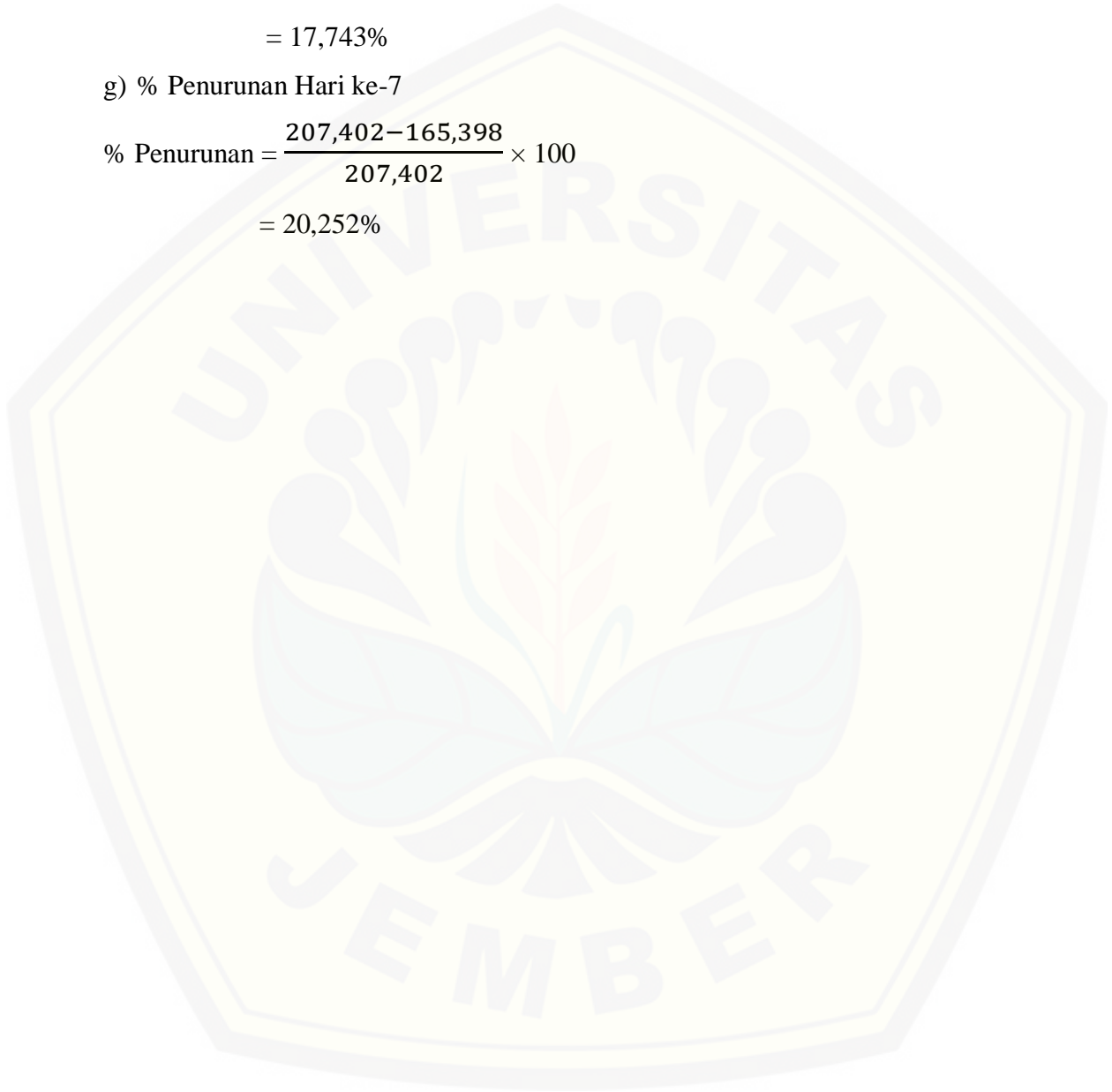
$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan} &= \frac{207,402 - 175,479}{207,402} \times 100 \\ &= 15,392\% \end{aligned}$$

f) % Penurunan Hari ke-6

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{207,402 - 170,602}{207,402} \times 100 \\ &= 17,743\%\end{aligned}$$

g) % Penurunan Hari ke-7

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{207,402 - 165,398}{207,402} \times 100 \\ &= 20,252\%\end{aligned}$$



4. Waktu Pakai Kulkas *Chip* Kertas pH

Hari	R1	R2	R3	Mean Red	% Penurunan
0	207,151	207,313	207,741	207,402	-
1	205,781	205,308	205,528	205,539	0,898
2	202,538	202,128	202,236	202,301	2,459
3	197,426	197,774	197,233	197,478	4,785
4	194,840	194,132	194,972	194,648	6,149
5	191,986	191,138	191,644	191,589	7,624
6	189,416	189,888	189,001	189,435	8,663
7	186,719	186,045	186,550	186,441	10,106
8	182,747	182,268	182,219	182,411	12,049
9	180,127	180,262	180,029	180,139	13,145
10	177,881	177,833	177,911	177,875	14,237
11	173,354	173,115	173,550	173,339	16,424
12	169,943	169,745	169,770	169,819	18,121

a) % Penurunan Hari ke-1

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan} &= \frac{207,402 - 205,539}{207,402} \times 100 \\ &= 0,898\% \end{aligned}$$

b) % Penurunan Hari ke-2

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan} &= \frac{207,402 - 202,301}{207,402} \times 100 \\ &= 2,459\% \end{aligned}$$

c) % Penurunan Hari ke-3

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan} &= \frac{207,402 - 197,478}{207,402} \times 100 \\ &= 4,785\% \end{aligned}$$

d) % Penurunan Hari ke-4

$$\begin{aligned} \text{\% Penurunan} &= \frac{207,402 - 194,648}{207,402} \times 100 \\ &= 6,149\% \end{aligned}$$

e) % Penurunan Hari ke-5

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{207,402 - 191,589}{207,402} \times 100 \\ &= 7,624\%\end{aligned}$$

f) % Penurunan Hari ke-6

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{207,402 - 189,435}{207,402} \times 100 \\ &= 8,663\%\end{aligned}$$

g) % Penurunan Hari ke-7

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{207,402 - 186,441}{207,402} \times 100 \\ &= 10,106\%\end{aligned}$$

h) % Penurunan Hari ke-8

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{207,402 - 182,411}{207,402} \times 100 \\ &= 12,049\%\end{aligned}$$

i) % Penurunan Hari ke-9

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{207,402 - 180,139}{207,402} \times 100 \\ &= 13,145\%\end{aligned}$$

j) % Penurunan Hari ke-10

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{207,402 - 177,875}{207,402} \times 100 \\ &= 14,237\%\end{aligned}$$

k) % Penurunan Hari ke-11

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{207,402 - 173,339}{207,402} \times 100 \\ &= 16,424\%\end{aligned}$$

1) % Penurunan Hari ke-12

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan} &= \frac{207,402 - 169,819}{207,402} \times 100 \\ &= 18,121\%\end{aligned}$$



LAMPIRAN H. HASIL PRESISI URIN SIMULASI

1. Presisi Urin Simulasi dengan Konsentrasi Standar Nitrit 0,6 mg/dL

Standar Nitrit 0,6 mg/dL	<i>Mean Red</i>	Δ <i>Mean Red</i>	Kadar (mg/dL)
Blangko	232,185	-	-
Replikasi 1	230,471	1,714	0,600
Replikasi 2	230,430	1,755	0,604
Replikasi 3	230,335	1,850	0,612
Replikasi 4	230,464	1,721	0,601
Replikasi 5	230,427	1,758	0,604
Replikasi 6	230,347	1,838	0,612
Rata- rata kadar			0,606
SD			0,005
RSD			0,825%

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{0,600 + 0,604 + 0,612 + 0,601 + 0,604 + 0,612}{6} \\ &= 0,606 \text{ mg/dL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RSD} &= \frac{\text{SD}}{\Sigma} \times 100\% \\ &= \frac{0,005}{0,606} \times 100\% \\ &= 0,825\% \end{aligned}$$

2. Presisi Urin Simulasi dengan Konsentrasi Standar Nitrit 1 mg/dL

Standar Nitrit 1 mg/dL	Mean Red	Δ Mean Red	Kadar (mg/dL)
Blangko	232,185	-	-
Replikasi 1	225,492	6,693	1,063
Replikasi 2	225,872	6,313	1,028
Replikasi 3	225,436	6,749	1,068
Replikasi 4	225,482	6,703	1,064
Replikasi 5	225,420	6,765	1,069
Replikasi 6	225,680	6,505	1,046
Rata- rata kadar			1,056
SD			0,016
RSD			1,515%

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{1,063 + 1,028 + 1,068 + 1,064 + 1,069 + 1,046}{6} \\ &= 1,056 \text{ mg/dL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RSD} &= \frac{\text{SD}}{\Sigma} \times 100\% \\ &= \frac{0,016}{1,056} \times 100\% \\ &= 1,515\% \end{aligned}$$

3. Presisi Urin Simulasi dengan Konsentrasi Standar Nitrit 2 mg/dL

Standar Nitrit 2 mg/dL	Mean Red	Δ Mean Red	Kadar (mg/dL)
Blangko	232,185	-	-
Replikasi 1	215,378	16,807	2,004
Replikasi 2	215,258	16,927	2,015
Replikasi 3	215,280	16,905	2,013
Replikasi 4	215,302	16,883	2,011
Replikasi 5	215,356	16,829	2,006
Replikasi 6	215,335	16,850	2,008
Rata- rata kadar			2,001
SD			0,004
RSD			0,199%

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{2,004 + 2,015 + 2,013 + 2,011 + 2,006 + 2,008}{6} \\ &= 2,001 \text{ mg/dL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RSD} &= \frac{\text{SD}}{\Sigma} \times 100\% \\ &= \frac{0,004}{2,001} \times 100\% \\ &= 0,199\% \end{aligned}$$

4. Presisi Urin Simulasi pH 6

pH 6	Mean Red	Δ Mean Red	Kadar (mg/dL)
Blangko	235,436	-	-
Replikasi 1	207,116	28,320	6,012
Replikasi 2	207,206	28,230	6,008
Replikasi 3	207,346	28,090	6,001
Replikasi 4	207,161	28,275	6,009
Replikasi 5	207,262	28,174	6,005
Replikasi 6	207,155	28,281	6,010
Rata-rata kadar			6,008
SD			0,004
RSD			0,066%

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{6,012 + 6,008 + 6,001 + 6,009 + 6,005 + 6,010}{6} \\ &= 6,008 \text{ mg/dL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RSD} &= \frac{\text{SD}}{\Sigma} \times 100\% \\ &= \frac{0,004}{6,008} \times 100\% \\ &= 0,066\% \end{aligned}$$

LAMPIRAN I. HASIL AKURASI URIN SIMULASI

1. Akurasi Urin Simulasi 0,6 mg/dL

Adisi Standar 30%

Replikasi	Mean Red	Δ Mean Red	Konsentrasi Percobaan	Konsentrasi Teoritis	% recovery	SD
Blangko	232,185	-	-	-	-	-
Replikasi 1	229,093	3,092	0,728	0,790	92,152	0,034
Replikasi 2	229,098	3,087	0,727	0,790	92,025	
Replikasi 3	229,036	3,149	0,734	0,790	92,911	
Rata-rata % recovery					92,363	-

Perhitungan :

$$\text{- Rata-rata hasil presisi } 0,606 \text{ mg/dL} : \frac{0,0606 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 6,06 \text{ mg/L (0,606 mg/dL)}$$

$$\begin{aligned} \text{- Dibuat dalam } 10 \text{ ml} : 6,06 \text{ mg/L} &= \frac{x}{10 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ml/L} \\ &= 0,0606 \text{ mg} \\ &= 0,0000606 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\text{- \% b/v} = \frac{0,0000606 \text{ gram}}{10 \text{ ml}} = \frac{0,000606 \text{ gram}}{100 \text{ ml}}$$

$$\begin{aligned} \text{- Adisi } 30\% &= \frac{10 \text{ ml} \times 0,000606 \text{ gram} \times 0,3}{100 \text{ ml}} \\ &= 0,000018 \text{ gram} \\ &= 0,018 \text{ mg} \end{aligned}$$

$$\text{- Teoritis} : 0,0606 \text{ mg} + 0,018 \text{ mg} = 0,079 \text{ mg}$$

$$\frac{0,079 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 7,9 \text{ mg/L (0,790 mg/dL)}$$

Perhitungan % recovery :

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{Konsentrasi Percobaan}}{\text{Konsentrasi Teoritis}} \times 100$$

- Replikasi 1

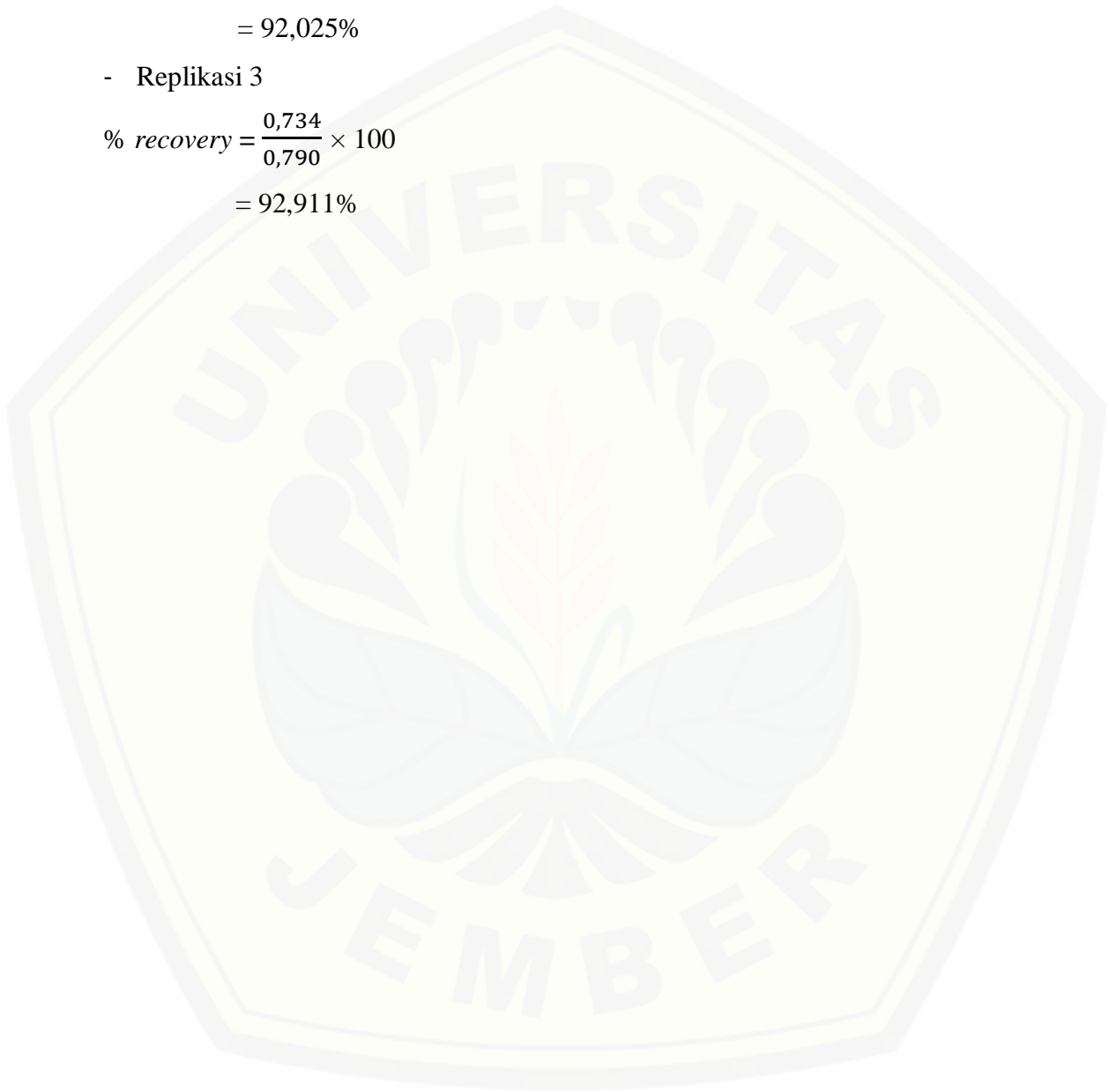
$$\begin{aligned} \% \text{ recovery} &= \frac{0,728}{0,790} \times 100 \\ &= 92,152\% \end{aligned}$$

- Replikasi 2

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{0,727}{0,790} \times 100 \\ &= 92,025\%\end{aligned}$$

- Replikasi 3

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{0,734}{0,790} \times 100 \\ &= 92,911\%\end{aligned}$$



Adisi Standar 45%

Replikasi	Mean Red	Δ Mean Red	Konsentrasi Percobaan	Konsentrasi Teoritis	% recovery	SD
Blangko	232,185	-	-	-	-	-
Replikasi 1	227,872	4,313	0,842	0,880	95,682	0,028
Replikasi 2	227,909	4,276	0,838	0,880	95,227	
Replikasi 3	227,926	4,259	0,834	0,880	94,773	
Rata-rata % recovery					95,227	-

Perhitungan :

- Rata-rata hasil presisi 0,606 mg/dL : $\frac{0,0606 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 6,06 \text{ mg/L (0,606 mg/dL)}$
- Dibuat dalam 10 ml : $6,06 \text{ mg/L} = \frac{x}{10 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ml/L}$
 $= 0,0606 \text{ mg}$
 $= 0,0000606 \text{ gram}$
- % b/v = $\frac{0,0000606 \text{ gram}}{10 \text{ ml}} = \frac{0,000606 \text{ gram}}{100 \text{ ml}}$
- Adisi 45% = $\frac{10 \text{ ml} \times 0,000606 \text{ gram} \times 0,45}{100 \text{ ml}}$
 $= 0,000027 \text{ gram}$
 $= 0,027 \text{ mg}$
- Teoritis : $0,0606 \text{ mg} + 0,027 \text{ mg} = 0,088 \text{ mg}$
 $\frac{0,088 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 8,8 \text{ mg/L (0,880 mg/dL)}$

Perhitungan % recovery :

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{Konsentrasi Percobaan}}{\text{Konsentrasi Teoritis}} \times 100$$

- Replikasi 1

$$\% \text{ recovery} = \frac{0,842}{0,880} \times 100$$

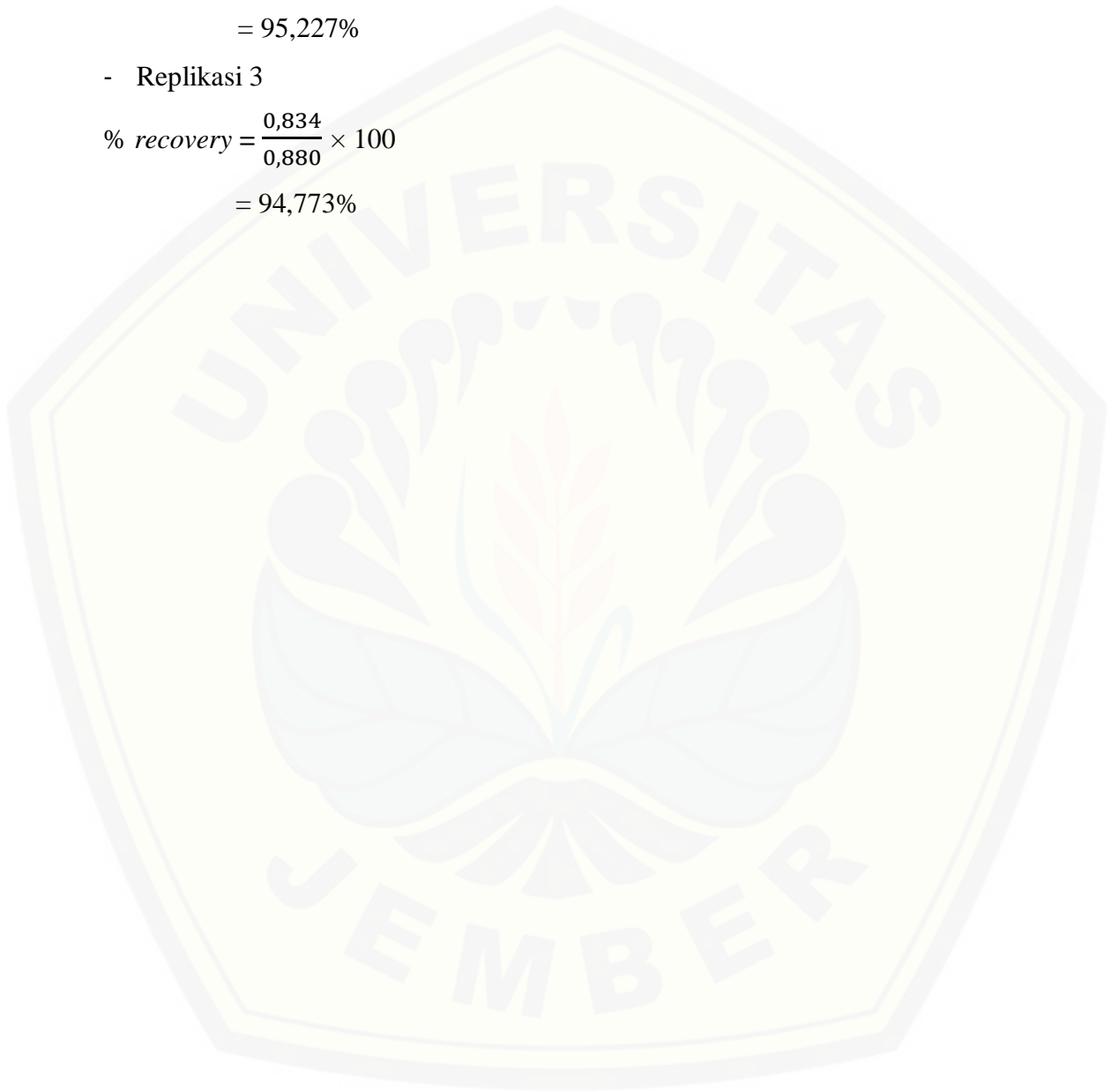
$$= 95,682\%$$

- Replikasi 2

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{0,838}{0,880} \times 100 \\ &= 95,227\%\end{aligned}$$

- Replikasi 3

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{0,834}{0,880} \times 100 \\ &= 94,773\%\end{aligned}$$



Adisi Standar 60%

Replikasi	Mean Red	Δ Mean Red	Konsentrasi Percobaan	Konsentrasi Teoritis	% recovery	SD
Blangko	232,185	-	-	-	-	-
Replikasi 1	226,464	5,721	0,973	0,966	100,725	0,074
Replikasi 2	226,596	5,589	0,961	0,966	100,482	
Replikasi 3	226,471	5,714	0,972	0,966	100,621	
Rata-rata % recovery					100,276	-

Perhitungan :

- Rata-rata hasil presisi 0,606 mg/dL : $\frac{0,0606 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 6,06 \text{ mg/L (0,606 mg/dL)}$
- Dibuat dalam 10 ml : $6,06 \text{ mg/L} = \frac{x}{10 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ml/L}$
 $= 0,0606 \text{ mg}$
 $= 0,000606 \text{ gram}$
- % b/v = $\frac{0,000606 \text{ gram}}{10 \text{ ml}} = \frac{0,000606 \text{ gram}}{100 \text{ ml}}$
- Adisi 60% = $\frac{10 \text{ ml} \times 0,000606 \text{ gram} \times 0,6}{100 \text{ ml}}$
 $= 0,000036 \text{ gram}$
 $= 0,036 \text{ mg}$
- Teoritis : $0,0606 \text{ mg} + 0,036 \text{ mg} = 0,096 \text{ mg}$
 $\frac{0,096 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 9,66 \text{ mg/L (0,966 mg/dL)}$

Perhitungan % recovery :

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{Konsentrasi Percobaan}}{\text{Konsentrasi Teoritis}} \times 100$$

- Replikasi 1

$$\% \text{ recovery} = \frac{0,973}{0,966} \times 100$$

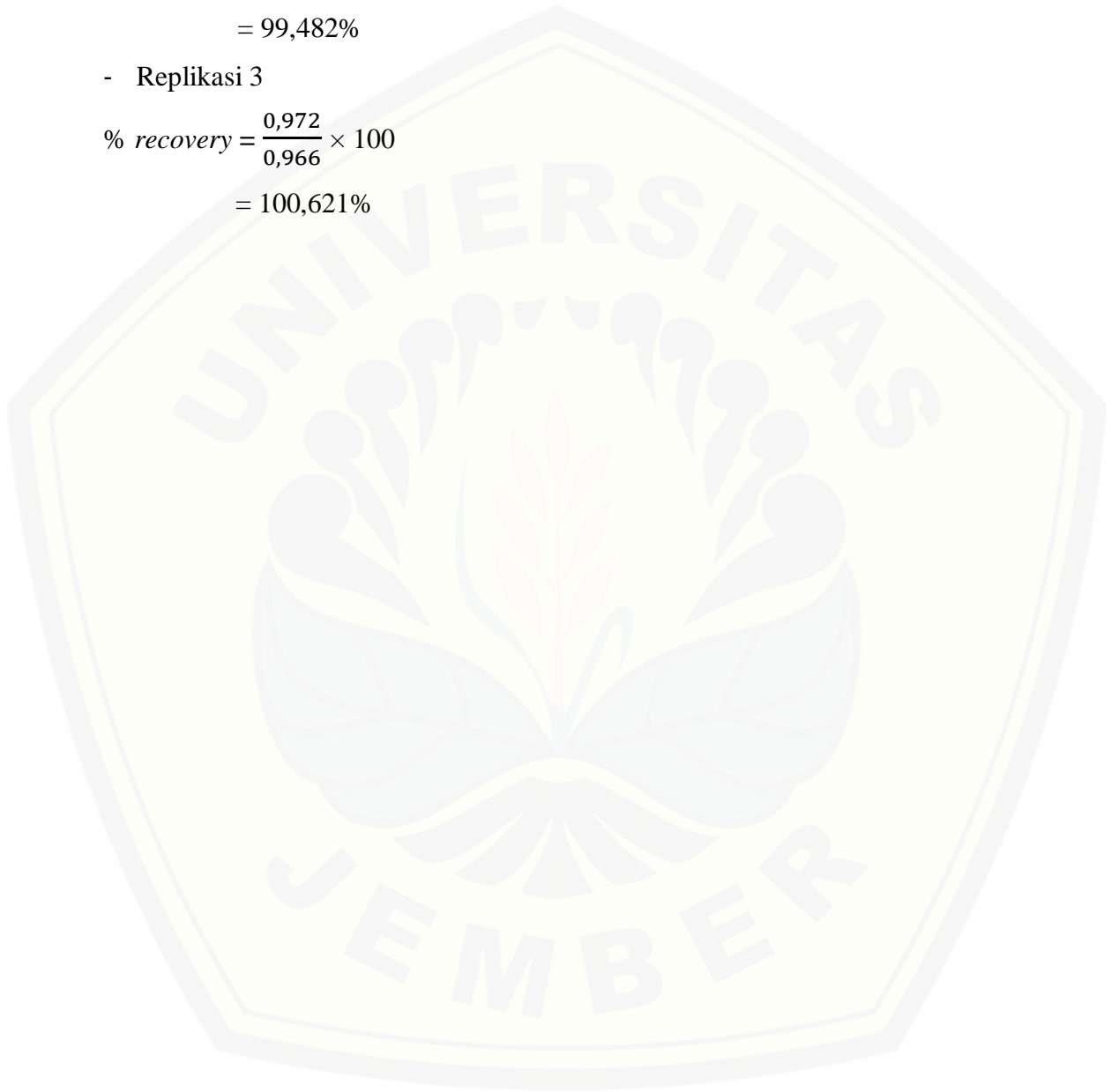
$$= 100,725\%$$

- Replikasi 2

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{0,961}{0,966} \times 100 \\ &= 99,482\%\end{aligned}$$

- Replikasi 3

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{0,972}{0,966} \times 100 \\ &= 100,621\%\end{aligned}$$



2. Akurasi Urin Simulasi 1 mg/dL

Adisi Standar 30%

Replikasi	Mean Red	Δ Mean Red	Konsentrasi Percobaan	Konsentrasi Teoritis	% recovery	SD
Blangko	232,185	-	-	-	-	-
Replikasi 1	222,806	9,379	1,313	1,373	95,630	0,013
Replikasi 2	222,824	9,361	1,311	1,373	95,484	
Replikasi 3	222,798	9,387	1,314	1,373	95,702	
Rata-rata % recovery					95,605	-

Perhitungan :

$$\text{- Rata-rata hasil presisi } 1,056 \text{ mg/dL} : \frac{0,1056 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 10,56 \text{ mg/L (1,056 mg/dL)}$$

$$\begin{aligned} \text{- Dibuat dalam } 10 \text{ ml} : 10,56 \text{ mg/L} &= \frac{x}{10 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ml/L} \\ &= 0,1056 \text{ mg} \\ &= 0,0001056 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\text{- \% b/v} = \frac{0,0001056 \text{ gram}}{10 \text{ ml}} = \frac{0,001056 \text{ gram}}{100 \text{ ml}}$$

$$\begin{aligned} \text{- Adisi } 30\% &= \frac{10 \text{ ml} \times 0,001056 \text{ gram} \times 0,3}{100 \text{ ml}} \\ &= 0,0000317 \text{ gram} \\ &= 0,0317 \text{ mg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Teoritis} : 0,1056 \text{ mg} + 0,0317 \text{ mg} &= 0,1373 \text{ mg} \\ \frac{0,1373 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 &= 13,73 \text{ mg/L (1,373 mg/dL)} \end{aligned}$$

Perhitungan % recovery :

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{Konsentrasi Percobaan}}{\text{Konsentrasi Teoritis}} \times 100$$

- Replikasi 1

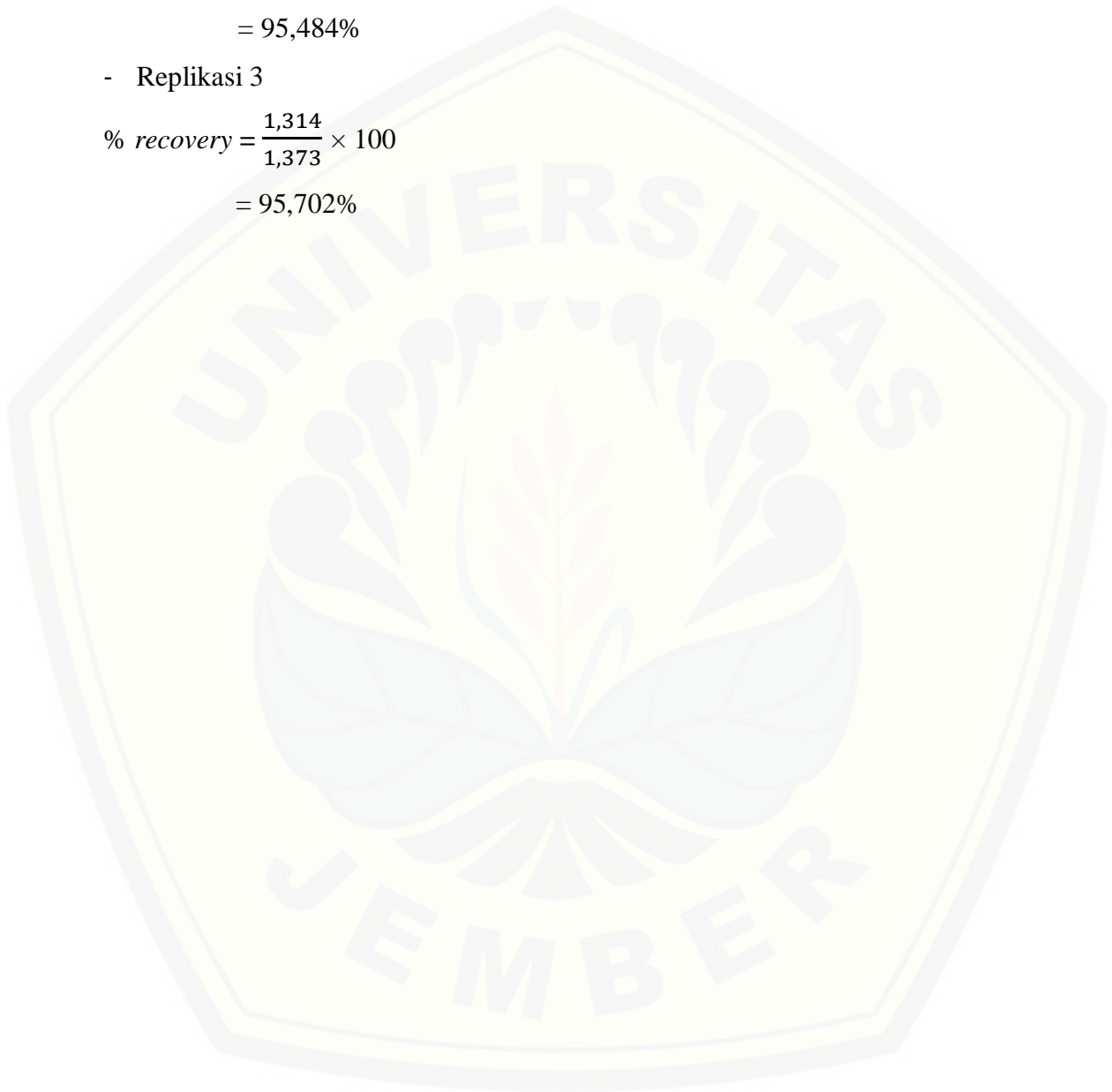
$$\begin{aligned} \% \text{ recovery} &= \frac{1,313}{1,373} \times 100 \\ &= 95,630\% \end{aligned}$$

- Replikasi 2

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{1,311}{1,373} \times 100 \\ &= 95,484\%\end{aligned}$$

- Replikasi 3

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{1,314}{1,373} \times 100 \\ &= 95,702\%\end{aligned}$$



Adisi Standar 45%

Replikasi	Mean Red	Δ Mean Red	Konsentrasi Percobaan	Konsentrasi Teoritis	% recovery	SD
Blangko	232,185	-	-	-	-	-
Replikasi 1	220,623	11,562	1,516	1,531	99,020	0,033
Replikasi 2	220,687	11,498	1,510	1,531	98,628	
Replikasi 3	220,642	11,543	1,514	1,531	98,889	
Rata-rata % recovery					98,846	-

Perhitungan :

- Rata-rata hasil presisi 1,056 mg/dL : $\frac{0,1056 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 10,56 \text{ mg/L (1,056 mg/dL)}$
- Dibuat dalam 10 ml : $10,56 \text{ mg/L} = \frac{x}{10 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ml/L}$
 $= 0,1056 \text{ mg}$
 $= 0,0001056 \text{ gram}$
- % b/v = $\frac{0,0001056 \text{ gram}}{10 \text{ ml}} = \frac{0,001056 \text{ gram}}{100 \text{ ml}}$
- Adisi 45% = $\frac{10 \text{ ml} \times 0,001056 \text{ gram} \times 0,45}{100 \text{ ml}}$
 $= 0,0000475 \text{ gram}$
 $= 0,0475 \text{ mg}$
- Teoritis : $0,1056 \text{ mg} + 0,0317 \text{ mg} = 0,153 \text{ mg}$
 $\frac{0,153 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 15,31 \text{ mg/L (1,531 mg/dL)}$

Perhitungan % recovery :

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{Konsentrasi Percobaan}}{\text{Konsentrasi Teoritis}} \times 100$$

- Replikasi 1

$$\% \text{ recovery} = \frac{1,516}{1,531} \times 100$$

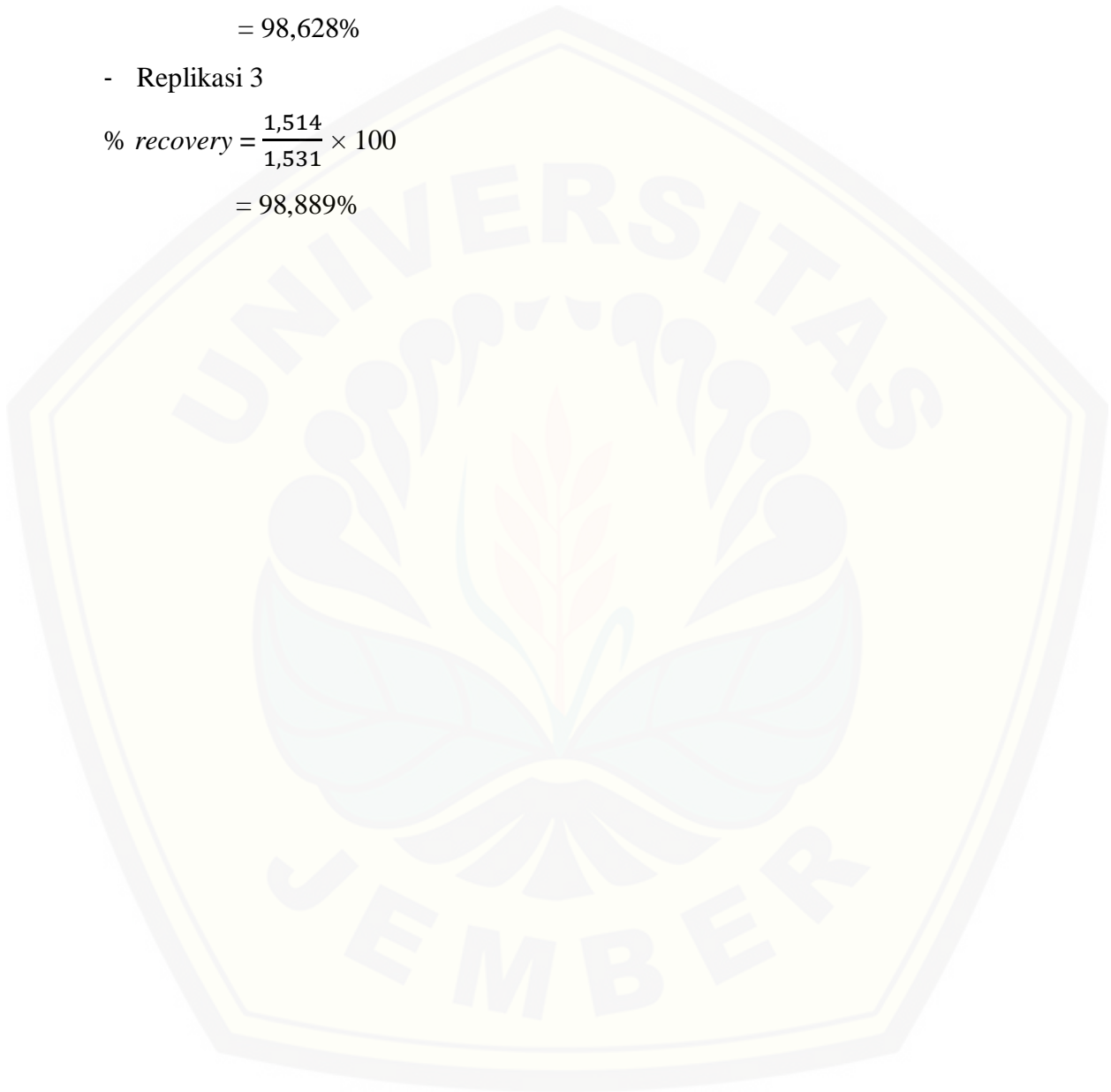
$$= 99,020\%$$

- Replikasi 2

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{1,510}{1,531} \times 100 \\ &= 98,628\%\end{aligned}$$

- Replikasi 3

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{1,514}{1,531} \times 100 \\ &= 98,889\%\end{aligned}$$



Adisi Standar 60%

Replikasi	Mean Red	Δ Mean Red	Konsentrasi Percobaan	Konsentrasi Teoritis	% recovery	SD
Blangko	232,185	-	-	-	-	-
Replikasi 1	218,697	13,488	1,695	1,689	100,355	0,009
Replikasi 2	218,680	13,505	1,697	1,689	100,474	
Replikasi 3	218,691	13,494	1,696	1,689	100,414	
Rata-rata % recovery					100,414	-

Perhitungan :

$$\text{- Rata-rata hasil presisi } 1,056 \text{ mg/dL} : \frac{0,1056 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 10,56 \text{ mg/L (1,056 mg/dL)}$$

$$\begin{aligned} \text{- Dibuat dalam } 10 \text{ ml} : 10,56 \text{ mg/L} &= \frac{x}{10 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ml/L} \\ &= 0,1056 \text{ mg} \\ &= 0,0001056 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\text{- \% b/v} = \frac{0,0001056 \text{ gram}}{10 \text{ ml}} = \frac{0,001056 \text{ gram}}{100 \text{ ml}}$$

$$\begin{aligned} \text{- Adisi } 60\% &= \frac{10 \text{ ml} \times 0,001056 \text{ gram} \times 0,6}{100 \text{ ml}} \\ &= 0,0000634 \text{ gram} \\ &= 0,0634 \text{ mg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Teoritis} : 0,1056 \text{ mg} + 0,0634 \text{ mg} &= 0,1689 \text{ mg} \\ \frac{0,1689 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 &= 16,89 \text{ mg/L (1,689 mg/dL)} \end{aligned}$$

Perhitungan % recovery :

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{Konsentrasi Percobaan}}{\text{Konsentrasi Teoritis}} \times 100$$

- Replikasi 1

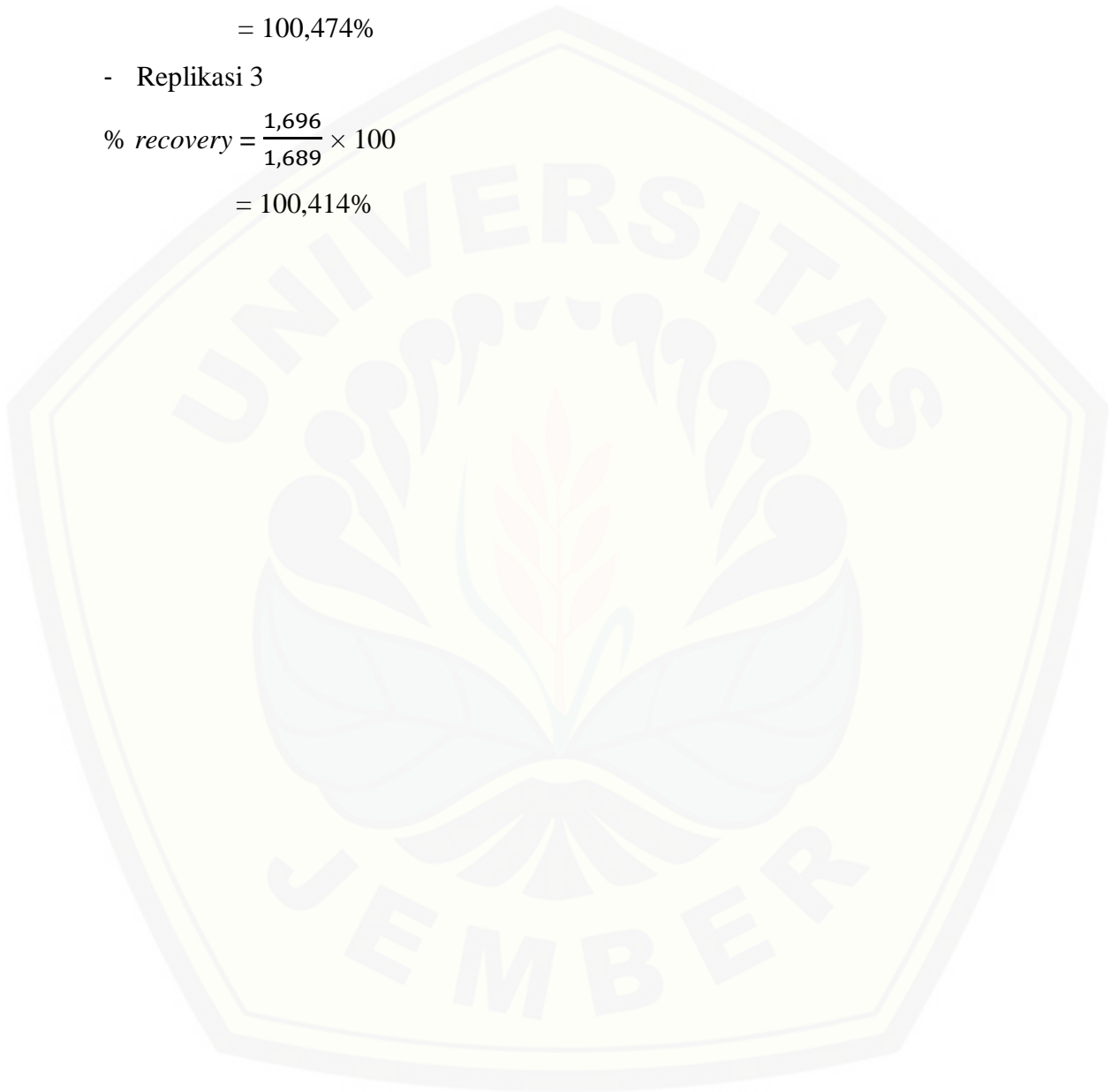
$$\begin{aligned} \% \text{ recovery} &= \frac{1,695}{1,689} \times 100 \\ &= 100,355\% \end{aligned}$$

- Replikasi 2

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{1,697}{1,689} \times 100 \\ &= 100,474\%\end{aligned}$$

- Replikasi 3

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{1,696}{1,689} \times 100 \\ &= 100,414\%\end{aligned}$$



3. Akurasi Urin Simulasi 2 mg/dL

Adisi Standar 30%

Replikasi	Mean Red	Δ Mean Red	Konsentrasi Percobaan	Konsentrasi Teoritis	% recovery	SD
Blangko	232,185	-	-	-	-	-
Replikasi 1	211,257	20,658	2,362	2,600	90,846	0,235
Replikasi 2	211,938	20,247	2,324	2,600	90,000	
Replikasi 3	211,534	20,651	2,361	2,600	90,808	
Rata-rata % recovery					90,551	-

Perhitungan :

$$\text{- Rata-rata hasil presisi 2,001 mg/dL : } \frac{0,2001 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 20,01 \text{ mg/L (2,001 mg/dL)}$$

$$\begin{aligned} \text{- Dibuat dalam 10 ml : } 20,01 \text{ mg/L} &= \frac{x}{10 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ml/L} \\ &= 0,200 \text{ mg} \\ &= 0,000200 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\text{- \% b/v} = \frac{0,000200 \text{ gram}}{10 \text{ ml}} = \frac{0,00200 \text{ gram}}{100 \text{ ml}}$$

$$\begin{aligned} \text{- Adisi 30\%} &= \frac{10 \text{ ml} \times 0,00200 \text{ gram} \times 0,3}{100 \text{ ml}} \\ &= 0,000060 \text{ gram} \\ &= 0,060 \text{ mg} \end{aligned}$$

$$\text{- Teoritis : } 0,2001 \text{ mg} + 0,060 \text{ mg} = 0,260 \text{ mg}$$

$$\frac{0,260 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 26 \text{ mg/L (2,600 mg/dL)}$$

Perhitungan % recovery :

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{Konsentrasi Percobaan}}{\text{Konsentrasi Teoritis}} \times 100$$

- Replikasi 1

$$\begin{aligned} \% \text{ recovery} &= \frac{2,362}{2,600} \times 100 \\ &= 90,846\% \end{aligned}$$

- Replikasi 2

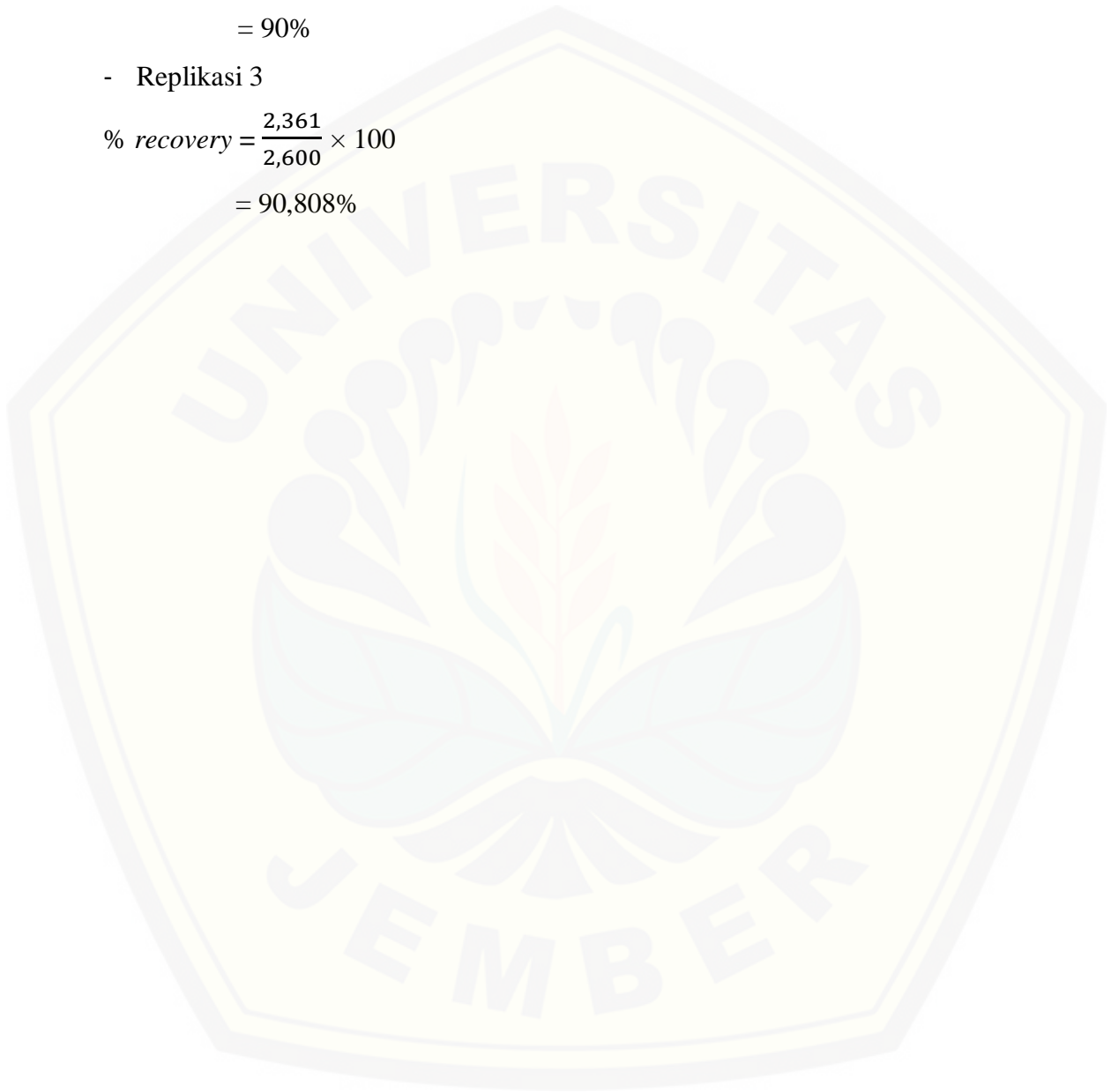
$$\% \text{ recovery} = \frac{2,324}{2,600} \times 100$$

$$= 90\%$$

- Replikasi 3

$$\% \text{ recovery} = \frac{2,361}{2,600} \times 100$$

$$= 90,808\%$$



Adisi Standar 45%

Replikasi	Mean Red	Δ Mean Red	Konsentrasi Percobaan	Konsentrasi Teoritis	% recovery	SD
Blangko	232,185	-	-	-	-	-
Replikasi 1	207,015	25,170	2,782	2,900	95,931	0,071
Replikasi 2	207,094	25,091	2,774	2,900	95,655	
Replikasi 3	207,157	25,028	2,768	2,900	95,448	
Rata-rata % recovery					95,678	-

Perhitungan :

- Rata-rata hasil presisi 2,001 mg/dL : $\frac{0,2001 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 20,01 \text{ mg/L (2,001 mg/dL)}$
- Dibuat dalam 10 ml : $20,01 \text{ mg/L} = \frac{x}{10 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ml/L}$
 $= 0,200 \text{ mg}$
 $= 0,000200 \text{ gram}$
- % b/v = $\frac{0,000200 \text{ gram}}{10 \text{ ml}} = \frac{0,00200 \text{ gram}}{100 \text{ ml}}$
- Adisi 45% = $\frac{10 \text{ ml} \times 0,00200 \text{ gram} \times 0,45}{100 \text{ ml}}$
 $= 0,000090 \text{ gram}$
 $= 0,090 \text{ mg}$
- Teoritis : $0,2001 \text{ mg} + 0,090 \text{ mg} = 0,290 \text{ mg}$
 $\frac{0,290 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 29 \text{ mg/L (2,900 mg/dL)}$

Perhitungan % recovery :

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{Konsentrasi Percobaan}}{\text{Konsentrasi Teoritis}} \times 100$$

- Replikasi 1

$$\% \text{ recovery} = \frac{2,782}{2,900} \times 100$$

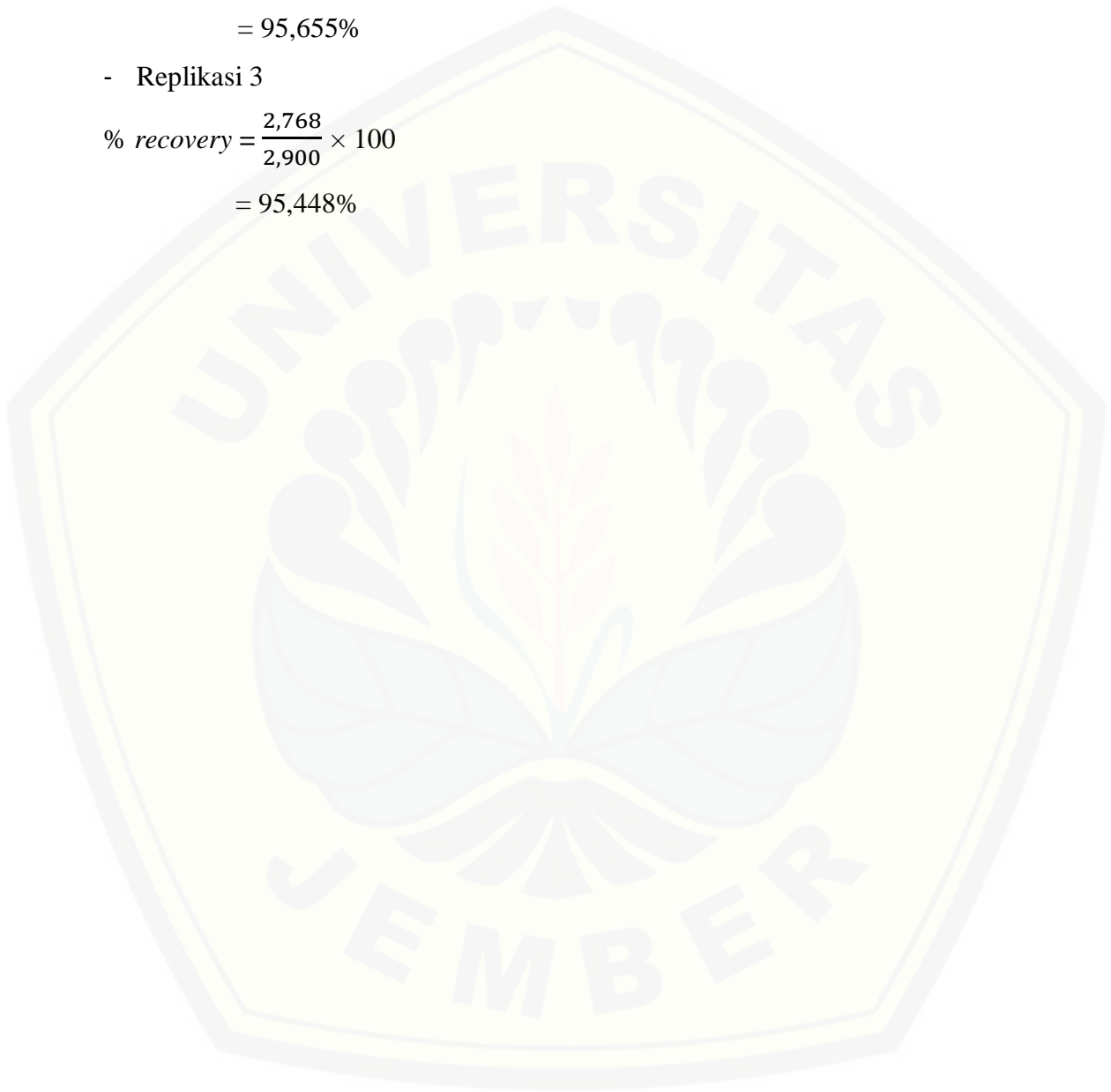
$$= 95,931\%$$

- Replikasi 2

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{2,774}{2,900} \times 100 \\ &= 95,655\%\end{aligned}$$

- Replikasi 3

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{2,768}{2,900} \times 100 \\ &= 95,448\%\end{aligned}$$



Adisi Standar 60%

Replikasi	Mean Red	Δ Mean Red	Konsentrasi Percobaan	Konsentrasi Teoritis	% recovery	SD
Blangko	232,185	-	-	-	-	-
Replikasi 1	201,913	30,272	3,256	3,200	101,750	0,039
Replikasi 2	201,972	30,213	3,251	3,200	101,594	
Replikasi 3	201,898	30,287	3,258	3,200	101,812	
Rata-rata % recovery					101,718	-

Perhitungan :

- Rata-rata hasil presisi 2,001 mg/dL : $\frac{0,2001 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 20,01 \text{ mg/L (2,001 mg/dL)}$
- Dibuat dalam 10 ml : $20,01 \text{ mg/L} = \frac{x}{10 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ml/L}$
 $= 0,200 \text{ mg}$
 $= 0,000200 \text{ gram}$
- % b/v = $\frac{0,000200 \text{ gram}}{10 \text{ ml}} = \frac{0,00200 \text{ gram}}{100 \text{ ml}}$
- Adisi 60% = $\frac{10 \text{ ml} \times 0,00200 \text{ gram} \times 0,6}{100 \text{ ml}}$
 $= 0,000012 \text{ gram}$
 $= 0,120 \text{ mg}$
- Teoritis : $0,2001 \text{ mg} + 0,120 \text{ mg} = 0,320 \text{ mg}$
 $\frac{0,320 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 32 \text{ mg/L (3,200 mg/dL)}$

Perhitungan % recovery :

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{Konsentrasi Percobaan}}{\text{Konsentrasi Teoritis}} \times 100$$

- Replikasi 1

$$\% \text{ recovery} = \frac{3,256}{3,200} \times 100$$

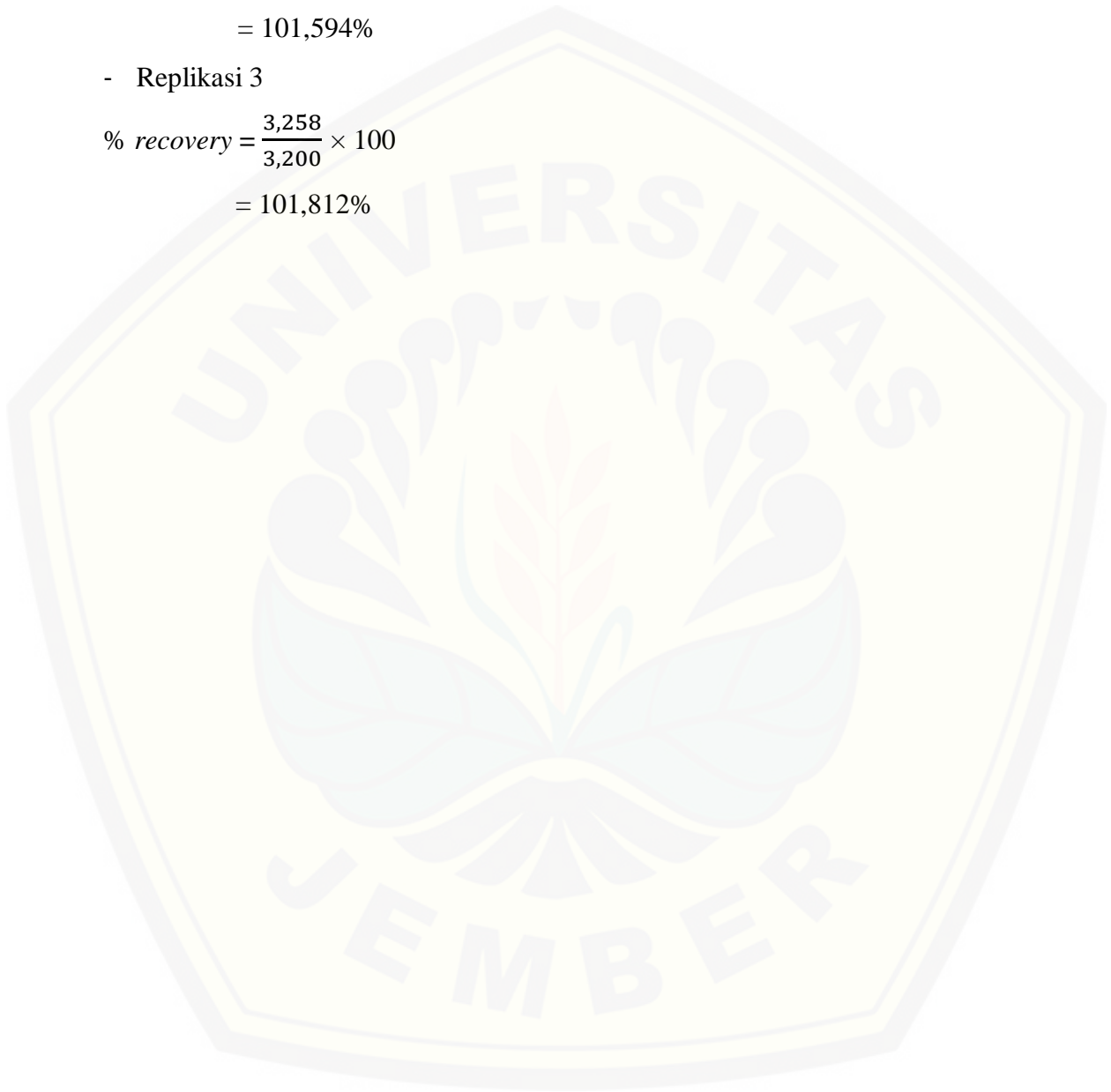
$$= 101,750\%$$

- Replikasi 2

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{3,251}{3,200} \times 100 \\ &= 101,594\%\end{aligned}$$

- Replikasi 3

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{3,258}{3,200} \times 100 \\ &= 101,812\%\end{aligned}$$



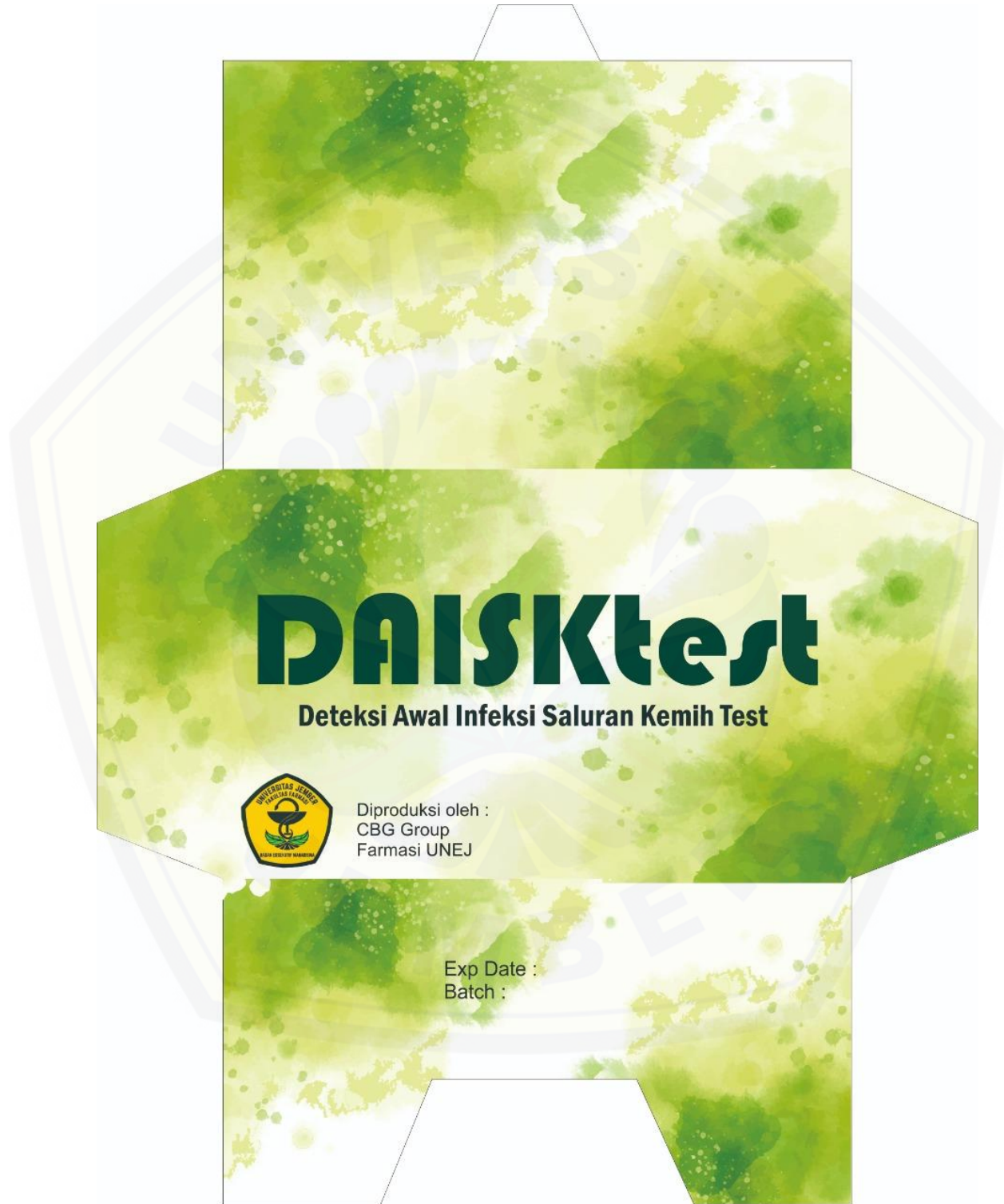
LAMPIRAN J. ALAT DAN BAHAN



Catatan :

- A. Indikator bromothymol blue
- B. Natrium nitrit
- C. Asam sulfanilat
- D. α -naftilamina
- E. Dipstik urin

LAMPIRAN K. KEMASAN DAN BROSUR



DAISKtest

Deteksi Awal Infeksi Saluran Kemih Test

Indikasi:

Untuk Pasien Infeksi Salura Kemih

Cara Pemakaian:

Tetaskan urin pada obyek glass (1 tetes) dan serapkan pada DAISKtest secara tegak lurus, amati perubahan warna yang terjadi kurang lebih 6 menit.

Cara Pembacaan Hasil Tes:



Negatif Nitrit & Blangko pH



Positif Nitrit & Nilai pH 6

Tingkat Keparahan dari Hasil Tes Positif:



0,6
mg/dL



0,8
mg/dL



1,0
mg/dL



1,2
mg/dL



1,4
mg/dL



1,6
mg/dL



1,8
mg/dL



2,0
mg/dL

Apabila chip kertas berubah seperti gambar positif maka membutuhkan pemeriksaan lebih lanjut atau konsultasi ke dokter.

Hasil Tes pH Urin:



5,0



5,5



6,0



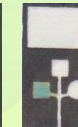
6,5



7,0



7,5



8,0



8,5



9,0

Perhatian & Peringatan:

1. Untuk penggunaa luar.
2. Sampel urin yang digunakan haru baru (maksimal 2 jam setelah pengambilan).
3. Jangan digunakan setelah tanggal kedaluarsa.
4. Hasil positif palsu dapat disebabkan penundaan pemeriksaan, kontaminasi urin, penggunaan obat fenazopiridin.
5. Hasil negatif palsu dapat disebabkan penggunaan vitamin C, antibiotik, diet nitrat.

Cara Penyimpanan:

Simpan DAISKtest dalam lemari es pada suhu $\pm 4^{\circ}\text{C}$ dan hindarkan dari sinar matahari