



**PENGEMBANGAN SENSOR KLORAMFENIKOL BERBASIS IMOBILISASI
BOVINE SERUM ALBUMIN (BSA) PADA SELULOSA ASETAT DENGAN
METODE SPEKTROFLOROMETRI**

SKRIPSI

DHANY ALGHIFARI

122210101079

FAKULTAS FARMASI

UNIVERSITAS JEMBER

2016



**PENGEMBANGAN SENSOR KLORAMFENIKOL BERBASIS IMOBILISASI
BOVINE SERUM ALBUMIN (BSA) PADA SELULOSA ASETAT DENGAN
METODE SPEKTROFLOROMETRI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Strata Satu Fakultas Farmasi dan mencapai gelar Sarjana Farmasi

DHANY ALGHIFARI

122210101079

FAKULTAS FARMASI

UNIVERSITAS JEMBER

2016

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang dengan ridho, rahmat, hidayah, tuntunan serta limpahan kasih-Nya memberikan kemudahan dan kelancaran;
2. Nabi Muhammad SAW sebagai junjungan seluruh umat manusia;
3. Kedua orang tua saya, Ibu Dra. Ruliyati Wahyuningsih dan Bapak Mohammad Sholikhhan Syakur, S.H., M.Si atas semua doa dan *support* yang diberikan dalam berbagai hal;
4. Kakak saya Dimas Putera Perdana, S.E., Ak., CA. yang selalu memberikan doa dan semangat untuk menyelesaikan studi ini;
5. Bapak ibu guru di TK Al-Amin, SDN Jember Lor 3, SMPN 3 Jember, SMAN 2 Jember dan seluruh dosen serta segenap civitas akademika Fakultas Farmasi Universitas Jember atas kesabarannya memberikan ilmu dan membimbing penulis;
6. Almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTTO

Sebaik-baik manusia adalah yang bermanfaat bagi sesama.

(HR. Thabrani dan Daruquthni)

Tuhan menaruhmu di temoat yang sekarang, bukan karena kebetulan. Orang yang hebat tidak dihasilkan melalui kemudahan, kesenangan dan kenyamanan. Mereka dibentuk melalui kesukaran, tantangan dan air mata

(Dahlan Iskan)

Jangan belajar untuk mendapatkan kesuksesan, belajarlah untuk menikmati ilmu pengetahuan. Apabila kamu menikmati ilmu pengetahuan maka kesuksesan akan mengampirimu

(3 *idiots movie*)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dhany Alghifari

NIM : 122210101079

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Pengembangan Sensor Kloramfenikol Berbasis Imobilisasi *Bovine Serum Albumin* (BSA) Pada Selulosa Asetat Dengan Metode Spektroflorometri” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi 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 adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 16 Agustus 2016

Yang menyatakan,

(Dhany Alghifari)

NIM 122210101079

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN SENSOR KLORAMFENIKOL BERBASIS IMOBILISASI
BOVINE SERUM ALBUMIN (BSA) PADA SELULOSA ASETAT DENGAN
METODE SPEKTROFLOROMETRI**

Oleh

Dhany Alghifari

NIM 122210101079

Pembimbing

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengembangan Sensor Kloramfenikol Berbasis Imobilisasi *Bovine Serum Albumin* (BSA) Pada Selulosa Asetat Dengan Metode Spektroflorometri” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada:

Hari, tanggal : Selasa, 23 Agustus 2016

Tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

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

NIP 196902011994031002

Dwi Koko Pratoko, S. Farm., M. Sc., Apt.

NIP 198504282009121004

Tim Penguji

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Nia Kristiningrum, S. Farm., M.Farm., Apt

NIP 198204062006042001

Dian Agung P, S.Farm., M.Farm., Apt

NIP 198410082008121004

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi
Universitas Jember

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

NIP 197604142002122001

RINGKASAN

Pengembangan Sensor Kloramfenikol Berbasis Imobilisasi *Bovine Serum Albumin* (BSA) Pada Selulosa Asetat Dengan Metode Spektrofluorometri; Dhany Alghifari, 122210101079; 2016; 109 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi di sektor maritim Indonesia membuat berbagai usaha budidaya hasil laut semakin banyak, salah satunya adalah budidaya udang. Hal ini diikuti dengan berbagai permasalahan yang timbul didalamnya, salah satunya adalah penyakit pada udang. Penggunaan antibiotik merupakan salah satu hal yang dianggap wajar untuk menghambat perkembangan penyakit pada usaha budidaya udang. Salah satu antibiotik yang paling banyak digunakan dalam suatu usaha budidaya adalah kloramfenikol. Secara tidak langsung, udang yang mengkonsumsi antibiotik selama hidupnya akan mengandung residu antibiotik pada tubuhnya. Apabila udang tersebut dikonsumsi oleh manusia maka residu antibiotik tersebut akan masuk ke dalam tubuh manusia dan dapat terakumulasi. Residu kloramfenikol dapat menyebabkan gangguan lambung, usus, neuropati optis dan perifer, radang pada mulut dan yang fatal yang adalah kerusakan sumsum tulang belakang. Kerugian lainnya terdapat pada sektor ekonomi, dimana udang yang mengandung kloramfenikol tidak akan bisa diekspor karena banyak negara sudah menetapkan *zero tolerance* terhadap udang yang mengandung kloramfenikol.

Dibutuhkan suatu alat yang dapat mendeteksi residu kloramfenikol dengan kadar yang akurat dan dapat dilakukan dengan cepat. Sensor kloramfenikol yang berbasis *Bovine Serum Albumin* (BSA) kemudian diimobilisasikan pada selulosa asetat dapat digunakan sebagai instrumen guna mendeteksi residu kloramfenikol pada udang dengan kadar yang tepat. Sensor ini dikombinasikan dengan menggunakan instrumen yaitu spektrofotometer yang sensitif dan akurat. Kombinasi antara sensor dan instrumen ini akan dapat menghasilkan deteksi yang akurat dengan kadar yang tepat. BSA sebagai protein yang dapat dideteksi kloramfenikol akan dapat

berfloreensi. Ikatan yang dihasilkan antara BSA dan kloramfenikol akan menghasilkan suatu floresen *quenching* sehingga kloramfenikol dapat terdeteksi. Dengan menggunakan prinsip imobilisasi dengan metode adsorpsi, maka dapat menghemat penggunaan BSA karena BSA yang sudah diimobilisasikan pada selulosa asetat akan terikat pada selulosa asetat, sehingga dapat menekan penggunaan BSA.

Fabrikasi sensor kloramfenikol dibuat dari selulosa asetat yang dibentuk dengan ukuran 3x1 cm sesuai dengan sisi kuvet kerja. Selulosa asetat memiliki hidrofilik, termofilik dan fleksibel, sehingga sangat menguntungkan pada penelitian ini. Kondisi optimum dari sensor kloramfenikol yaitu bekerja optimum pada dapar pH 8. Selanjutnya dapar pH 8 digunakan sebagai pelarut. Konsentrasi BSA yang diimobilisasikan sebesar 1000 ppm dan waktu perendaman selama dalam selulosa asetat selama 18 jam. Panjang gelombang yang digunakan pada spektrofotometer yaitu eksitasi 290 nm dan panjang gelombang emisi yaitu 324 nm. Hasil dari karakterisasi sensor kloramfenikol memberikan hasil yang linier dalam uji linieritas sebesar -0,997 dimana menunjukkan hasil yg linier. Nilai batas deteksi sebesar 0,157 ppm dan batas kuantifikasi sebesar 0,472 ppm. Pada pengujian presisi menunjukkan rata-rata nilai RSD keterulangan 1,542% dan nilai RSD presisi intermediet sebesar 1,058%;. Pada pengujian akurasi menunjukkan nilai % *recovery* sebagai sebesar 95,338% dan memiliki selektivitas yang baik terhadap analit lain seperti eritromisin, pakan pelet dan daging udang sendiri. Masing-masing perbandingan kloramfenikol dan analit yang digunakan adalah 1:1, 1:10 dan 1:100. Sensor kloramfenikol berbasis BSA dapat diaplikasikan secara baik terhadap sampel udang windu yang di pasaran. Hasil pengujian menunjukkan 4 dari 5 sampel memberikan hasil yang positif mengandung kloramfenikol.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Sensor Kloramfenikol Berbasis Imobilisasi *Bovine Serum Albumin* (BSA) Pada Selulosa Asetat Dengan Metode Spektrofluorometri”. Shalawat serta salam senantiasa kita lantunkan kepada Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Lestyo Wulandari, S. Si., M. Farm., Apt. selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember;
2. Prof. Drs. Bambang Kuswandi selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) dan Bapak Dwi Koko Pratoko, S. Farm., M. Sc., Apt. selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang telah meluangkan waktu, pikiran perhatian serta dengan sabar membimbing penulis untuk menyelesaikan penelitian dan skripsi ini;
3. Ibu Nia Kristiningrum S.Farm., M.Farm., Apt dan Bapak Dian Agung Pangaribowo, S.Farm., M.Farm., Apt selaku Dosen Penguji I dan Dosen Penguji II, atas kritik dan saran yang membangun serta sabar memberikan koreksi dalam penulisan skripsi ini;
4. Ibu Lina Winarti, S.Farm, M.Sc., Apt dan Bapak Drs. Wiratmo, M.Sc., Apt. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing, memberikan saran serta masukan kepada penulis dalam berbagai hal selama menumpuh masa perkuliahan;
5. Seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, berbagi pengalaman dan selalu memotivasi penulis selama masa perkuliahan;

6. Seluruh civitas akademika Fakultas Farmasi Universitas Jember atas segala bantuan dan kerja sama yang diberikan selama penulis menjadi mahasiswa;
7. Ibu Wayan dan Mbak Hani selaku teknisi Laboratorium Kimia Farmasi Universitas Jember yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proses penelitian;
8. Orang tua tercinta Bapak Sholikhhan Syakur S.H., M.Si, Ibu Dra. Ruliyati Wahyuningsih, kakak Dimas Putera Perdana, S.E., Ak., CA. serta seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan semangat, doa dan perhatian selama ini;
9. Listya Pratiwi atas doa dan *support* yang diberikan kepada penulis;
10. Teman Seperjuangan Chemistry (Citra, Nora, Juwita, Arjun, Yayan, Hidayah, Yodi, Mas Hafidi, Ozi, Dewi, Alni, Farida, Novialda, Helmi, Tsabit, Dea, Vinas, dan Nazila) atas seluruh bantuan yang diberikan dan afifah yang senantiasa membantu dalam hal penulisan;
11. Sahabat saya, Sarah Aisha dan Arimbi Sulisty Kartika yang telah berjuang bersama, membantu dalam segala hal, dan atas seluruh pengalaman yang tak akan terlupakan;
12. Teman-teman MPM Fakultas Farmasi Universitas Jember (Nora, Hawwin, Uswah, Istiyam, Dini, Mia, Alyu, Elsa, Ayunda, Cila, Edwin, Citra, Fara, Alfi, Erlinda Mupid, Zayd Rifqi, Frisda, Amel, Hilma, Tata, Rani Firda), UKM KARISMA Fakultas Farmasi Universitas Jember, UKKI Asy syifa' Fakultas Farmasi Universitas Jember atas kerja sama dan pengalaman organisasi yang diberikan;
13. Teman-teman seperjuangan Petruk Rolass Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Hanya doa yang dapat penulis panjatkan semoga kebaikan dan dukungan yang diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis juga menerima kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat.

Penulis

Jember, 16 Agustus 2016



DAFTAR ISI

	Halaman
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN.....	iv
PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR RUMUS	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Udang Windu	6
2.1.1 Morfologi Udang.....	7
2.1.2 Penyakit Udang	8
2.2 Kloramfenikol	11

2.2.1	Sifat Fisika Kimia	12
2.2.2	Kegunaan.....	12
2.2.3	Farmakokinetika.....	13
2.2.4	Toksikologi	14
2.3	<i>Bovine Serum Albumin (BSA)</i>	14
2.4	Tinjauan Selulosa Asetat	15
2.5	Spektroflorometer.....	16
2.5.1	Instrumentasi	16
2.5.2	Prinsip Kerja	19
2.5.3	Spektrum Eksitasi (Peresapan) dan Floresensi (Emisi)	20
2.5.4	Titik Kritis.....	20
2.5.5	Kelebihan Spektroflorometer	21
2.5.6	Tinjauan Bentuk Selulosa Asetat Pada Kuvet.....	21
2.6	Sensor Kimia	22
2.6.1	Mekanisme Sensor Kimia	22
2.6.2	Teknik Imobilisasi.....	22
2.7	Validasi Metode	25
2.7.1	Linieritas	25
2.7.2	Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantifikasi (LOQ)	26
2.7.3	Presisi	26
2.7.4	Akurasi	28
2.7.5	Selektivitas	29
BAB 3. METODE PENELITIAN.....		30

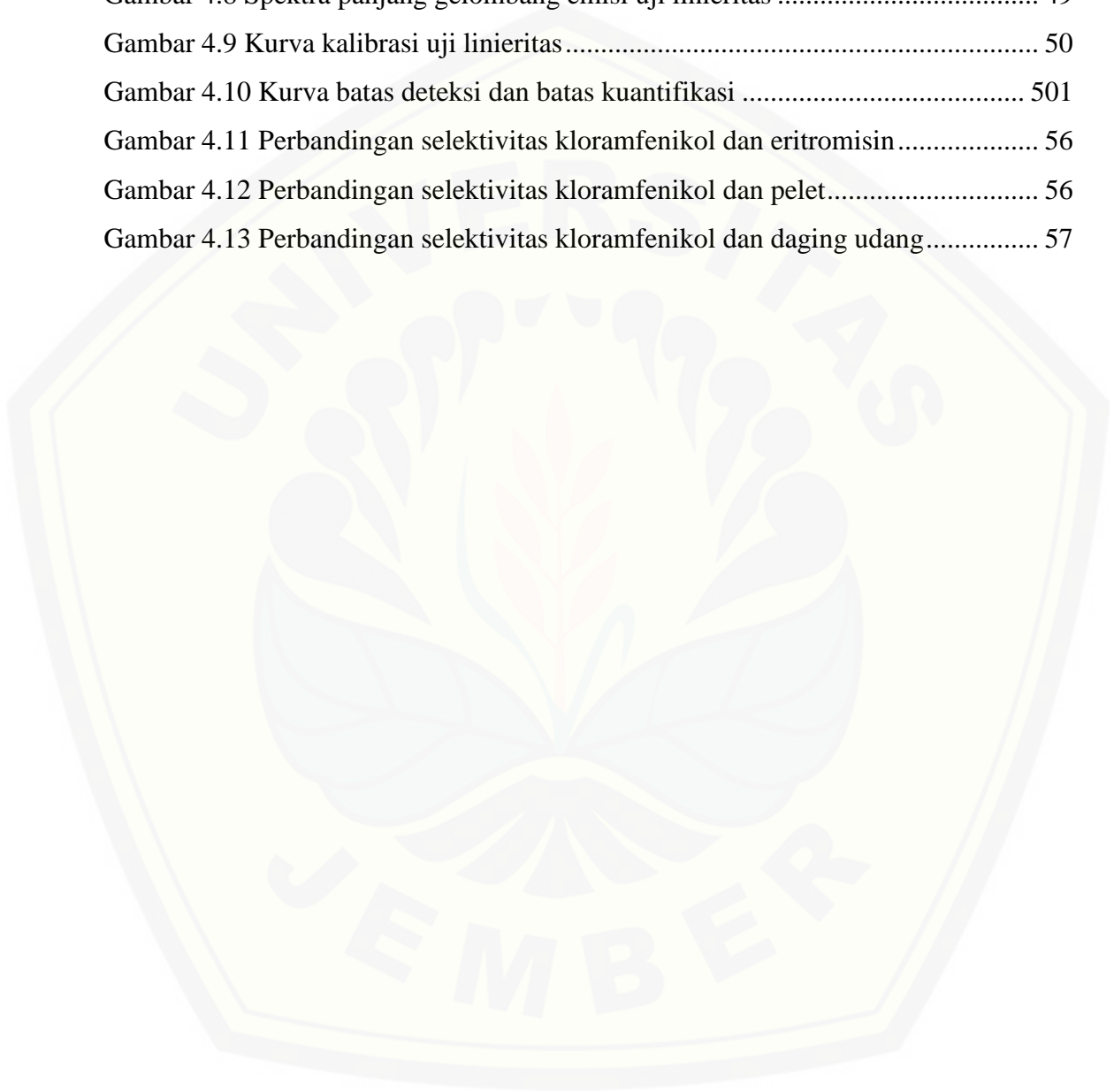
3.1	Jenis Penelitian	30
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	30
3.3.1	Alat.....	30
3.3.2	Bahan.....	30
3.4	Tahapan Penelitian	30
3.4.1	Tahap Percobaan	30
3.4.2	Preparasi Metode Kerja.....	31
3.5	Prosedur Penelitian.....	32
3.5.1	Proses Fabrikasi dan Imobilisasi BSA pada Selulosa Asetat.....	32
3.5.2	Pembuatan Dapar Tris-HCL	33
3.5.3	Pembuatan Larutan BSA 1000 ppm.....	33
3.5.4	Pembuatan Larutan Standar Kloramfenikol.....	33
3.5.5	Penentuan Panjang Gelombang Eksitasi dan Emisi.....	34
3.5.6	Optimasi Waktu Imobilisasi BSA.....	34
3.5.7	Optimasi pH	33
3.6	Karakteristik Sensor Kimia	35
3.6.1	Linieritas	35
3.6.2	Batas Deteksi dan Batas Kuantifikasi	36
3.6.3	Penentuan Nilai Presisi	36
3.6.4	Akurasi	37
3.6.5	Penentuan Selektivitas	37
3.7	Aplikasi pada Sampel.....	37

3.7.1	Preparasi Sampel Udang	37
3.7.2	Penetapan Kadar Kloramfenikol Menggunakan Spektrofluorometer	38
3.8	Analisis Data	40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		41
4.1	Fabrikasi Sensor Kloramfenikol.....	41
4.2	Kondisi Optimum Sensor	42
4.2.1	pH sensor.....	42
4.2.2	Konsentrasi BSA.....	44
4.2.3	Optimasi panjang gelombang.....	45
4.2.4	Lama Waktu Perendaman	46
4.3	Karakteristik Sensor Kloramfenikol.....	47
4.3.1	Linieritas	47
4.3.2	Batas Deteksi dan Batas Kuantifikasi	51
4.3.3	Presisi	52
4.3.4	Akurasi	54
4.3.5	Selektivitas	55
4.4	Aplikasi Pada Sampel.....	57
BAB 5. PENUTUP		61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN.....		68

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Udang windu	7
Gambar 2.2 Udang dengan MBV	8
Gambar 2.3 Udang dengan IHHNV	9
Gambar 2.4 Udang yang menderita <i>white spot syndrome</i>	10
Gambar 2.5 Udang dengan penyakit jamur	11
Gambar 2.6 Struktur kimia kloramfenikol	12
Gambar 2.7 <i>Bovine serum albumin</i>	15
Gambar 2.8 Struktur selulosa asetat	16
Gambar 2.9 Diagram optik spektrofotometer	17
Gambar 2.10 Diagram transisi energi eksitasi	19
Gambar 2.11 Diagram transisi energi eksitasi	20
Gambar 2.12 Selulosa asetat pada kuvet	22
Gambar 2.13 Imobilisasi secara adsorpsi	23
Gambar 2.14 Imobilisasi dengan pemerangkapan	24
Gambar 2.15 Teknik ikatan kovalen	24
Gambar 2.16 Teknik <i>cross-linking</i>	25
Gambar 2.17 Imobilisasi dengan enkapsulasi	25
Gambar 3.1 Diagram alur metode kerja penelitian	32
Gambar 3.2 Diagram alur imobilisasi BSA	35
Gambar 3.3 Diagram alur preparasi dan penetapan kadar udang	39
Gambar 4.1 Gambar hasil fabrikasi selulosa asetat	42
Gambar 4.2 Kurva kalibrasi optimasi pH	43
Gambar 4.3 Kurva kalibrasi optimasi BSA	44
Gambar 4.4 Panjang gelombang eksitasi kloramfenikol	45
Gambar 4.5 Panjang gelombang emisi kloramfenikol	46

Gambar 4.6 Kurva kalibrasi lama perendaman.....	47
Gambar 4.7 Spektra panjang gelombang eksitasi uji linieritas.....	48
Gambar 4.8 Spektra panjang gelombang emisi uji linieritas	49
Gambar 4.9 Kurva kalibrasi uji linieritas.....	50
Gambar 4.10 Kurva batas deteksi dan batas kuantifikasi	501
Gambar 4.11 Perbandingan selektivitas kloramfenikol dan eritromisin.....	56
Gambar 4.12 Perbandingan selektivitas kloramfenikol dan pelet.....	56
Gambar 4.13 Perbandingan selektivitas kloramfenikol dan daging udang.....	57

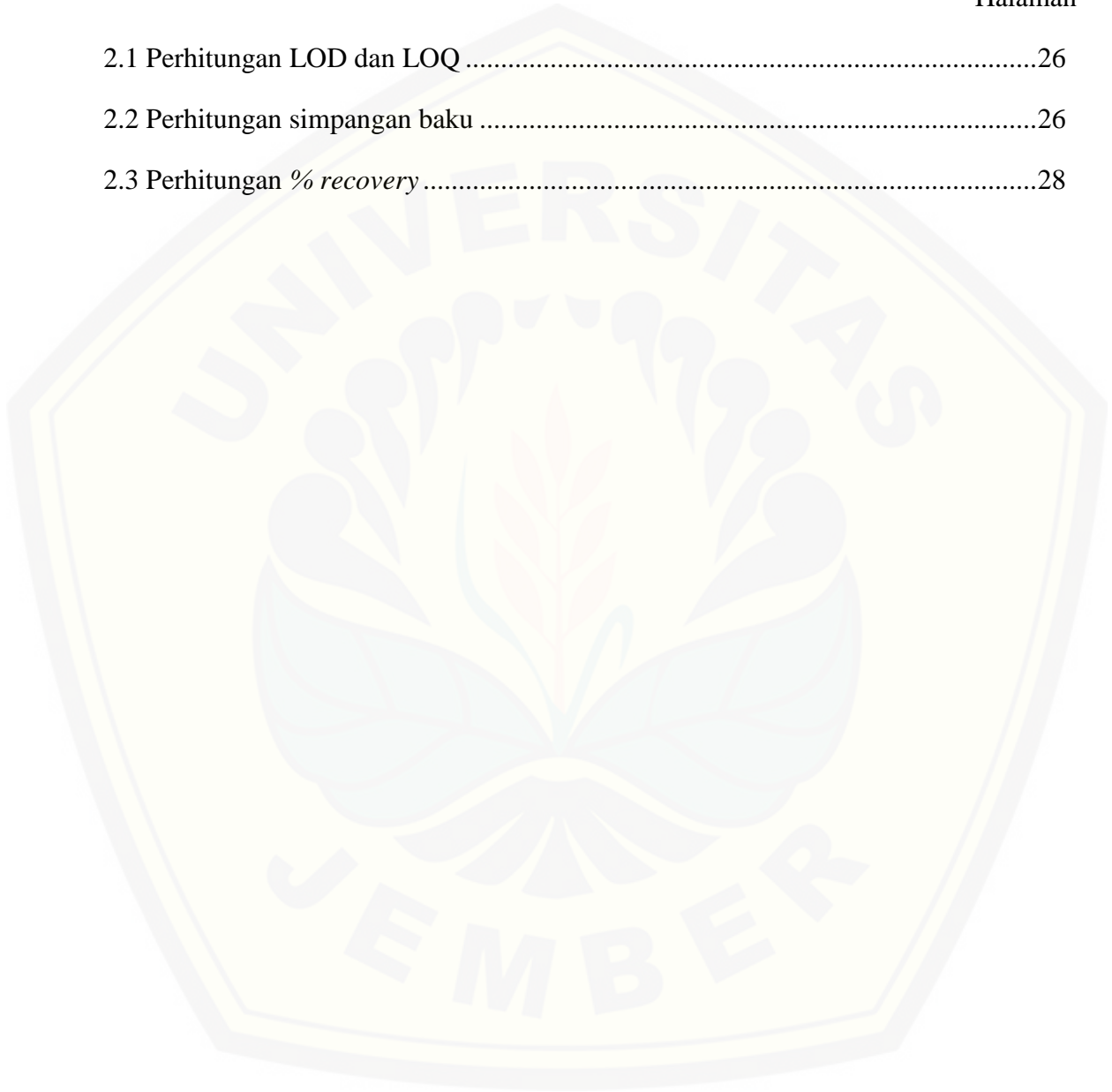


DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Rentang kesalahan yang diijinkan untuk konsentrasi analit yang berbeda.....	27
Tabel 2.2 Kriteria penerimaan studi akurasi dan presisi untuk konsentrasi analit yang berbeda.....	29
Tabel 4.1 Tabel % b/b uji presisi keterulangan.....	53
Tabel 4.2 Tabel % b/b uji presisi intermediet	53
Tabel 4.3 Tabel hasil pengujian akurasi.....	54
Tabel 4.4 Data pengujian sampel	59

DAFTAR RUMUS

	Halaman
2.1 Perhitungan LOD dan LOQ	26
2.2 Perhitungan simpangan baku	26
2.3 Perhitungan % <i>recovery</i>	28



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Data Optimasi konsentrasi analisis	68
Lampiran B. Optimasi Konsentrasi BSA	71
Lampiran C. Optimasi panjang gelombang kloramfenikol.....	74
Lampiran D. Optimasi lama perendaman selulosa asetat	76
Lampiran E. Data dan grafik uji linieritas.....	82
Lampiran F. Data dan grafik batas deteksi dan batas kuantifikasi.....	83
Lampiran G. Data uji presisi	84
Lampiran H. Data uji akurasi	87
Lampiran I. Data dan grafik uji selektivitas.....	90
Lampiran J. Data aplikasi sensor pada sampel udang windu	107
Lampiran K. Hasil analisis uji t tidak berpasangan	108

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udang merupakan komoditas primadona yang berpotensi ekspor dan menghasilkan devisa bagi negara. Berdasarkan data Departemen Kelautan dan Perikanan pada tahun 2008, bahwa lebih dari 50 persen devisa dari sektor perikanan berasal dari komoditas berbagai jenis udang. Komoditas ini sering mengalami pasang surut, baik produksi maupun pemasarannya. Pasar ekspor udang Indonesia meliputi Jepang, Amerika Serikat, dan negara-negara Uni Eropa (Rina Oktaviani dan Erwidodo, 2005). Adanya pasar yang bagus dan didukung sumber daya yang ada mendorong kelompok masyarakat untuk memulai membuat suatu ekosistem buatan untuk menghasilkan udang dalam jumlah yang tetap, dalam rangka memenuhi kebutuhan pasar. Apabila usaha budi daya dapat menghasilkan udang dalam jumlah yang banyak dan berkualitas, maka sumber udang tidak hanya berasal dari penangkapan di laut (Dananjaya dan Wahyujati, 2013).

Sejak dimulainya budidaya udang pada tahun 1980-an, adanya penyakit hingga berujung pada kematian yang terjadi pada hewan yang dibudidayakan merupakan suatu hal yang wajar. Hal tersebut menjadikan penggunaan obat-obatan menjadi sebuah hal yang penting. Dengan penggunaan obat-obatan ini sangat diharapkan oleh para pengusaha agar dapat menekan angka pertumbuhan penyakit serta kematian dari udang. Pencegahan dengan menggunakan obat dianggap menjadi hal yang praktis, cepat dan efektif untuk mewujudkan hal itu (Juarno, 2012).

Penggunaan antibiotik merupakan salah satu hal yang dianggap wajar untuk menghambat perkembangan penyakit pada udang. Berbagai jenis antibiotik telah digunakan untuk untuk pembesaran serta menjaga ketahanan benih udang. Beberapa contoh antibiotik yang umum digunakan pada budidaya udang adalah kloramfenikol,

oksitetrasiklin, sulfamerazin, furazolidon, dan eritromisin. Kloramfenikol merupakan antibiotik yang paling sering digunakan dalam budidaya udang. Kloramfenikol efektif melawan berbagai macam bakteri gram-positif dan gram-negatif, termasuk sebagian besar organisme anaerob. Kloramfenikol termasuk dalam golongan antibiotik spektrum luas. (Zhang *et al.*, 2013). Pemberian antibiotik ini disesuaikan dengan kebutuhan serta kondisi dari udang budidaya, baik lewat pakannya, suntik, maupun ditabur di kolam. (Winarno, 2002).

Secara tidak langsung, udang yang mengkonsumsi antibiotik selama hidupnya akan mengandung residu antibiotik pada tubuhnya. Apabila udang tersebut dikonsumsi oleh manusia maka residu antibiotik tersebut akan masuk ke dalam tubuh manusia dan dapat terakumulasi. Perlu diketahui bahwa residu kloramfenikol sebagai antibiotik yang paling sering digunakan akan dapat menyebabkan gangguan lambung, usus, neuropati optis dan perifer, radang pada lidah dan mulut. Hal yang paling fatal yang disebabkan oleh residu kloramfenikol yang sudah banyak terakumulasi adalah kerusakan sumsum tulang belakang yang dapat terlihat dari gejala anemia parah yaitu penghambatan pembentukan sel-sel darah merah dan anemia aplastis (Imelda, 2012).

Hasil uji laboratorium yang dilakukan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) menunjukkan bahwa dari 14 sampel udang hasil produksi dari beberapa tambak di Indonesia, seluruhnya positif mengandung residu kloramfenikol. Hal ini akan jauh lebih besar lagi kemungkinannya karena sampel yang diuji oleh BPOM adalah sampel yang relatif kecil (Imelda, 2012). Ditambah lagi sejak september 2001, Uni Eropa yang merupakan salah satu tujuan ekspor udang Indonesia telah mengeluarkan *policy* atau kebijakan impor udang dengan tidak memberikan toleransi terhadap adanya residu kloramfenikol. Kebijakan ini kemudian diikuti oleh Jepang dan Amerika Serikat. Apabila hal ini terus dibiarkan, tentunya hal ini akan menjadi masalah karena dapat menurunkan devisa negara yang cukup signifikan (Oktaviani dan Erwidodo, 2005).

Berdasarkan Farmakope Indonesia V, untuk pemeriksaan atau penetapan kadar kloramfenikol sendiri dapat menggunakan spektrofotometri UV-Vis dan

kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT). Sebelumnya, Putri (2013) telah melakukan penelitian tentang deteksi residu kloramfenikol dengan menggunakan kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT), namun metode ini memiliki kelemahan diantaranya, waktu analisis yang relatif lebih lama, baik dalam preparasi maupun dalam proses analisis. Hal ini dikarenakan sering terdapat adanya kotoran pada injektor, sehingga harus sering dilakukan pembersihan. Tentunya hal ini akan memakan waktu, dan apabila sampel yang diuji dalam jumlah banyak maka akan menjadi masalah (Depkes RI, 2014). Spektrofotometer UV-Vis memiliki kelemahan yaitu metode ini kurang selektif dan selektif dalam mendeteksi sampel dengan konsentrasi kecil, dapat dengan mudah terpengaruh oleh pengganggu dalam proses analisis (Mulja, 1995).

Berdasarkan hal tersebut maka dibutuhkan suatu alat atau instrumen yang mudah, praktis, selektif dan akurat untuk dapat digunakan dalam mendeteksi adanya residu kloramfenikol dengan kadar yang tidak diketahui pada tubuh udang. Pada penelitian akan dilakukan penggabungan metode antara sensor kimia dan instrumen yang akan menghasilkan data yang akurat dan dapat dikerjakan dalam waktu singkat. Sensor merupakan sebuah alat yang dapat memanfaatkan reaksi kimia untuk mendeteksi suatu analit dalam sampel baik secara kualitatif dan kuantitatif (Kuswandi, 2010). Adanya sensor akan dapat mempermudah kerja dan dapat mempercepat proses analisis tanpa harus khawatir dengan hasil yang tidak akurat.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer. Spektrofotometer merupakan instrumen yang sangat sensitif dan selektif, sehingga dapat mendeteksi suatu analit yang ada pada suatu sampel walaupun dengan kadar yang sangat kecil. Identifikasi kloramfenikol dengan menggunakan spektrofotometer belum pernah dilakukan di Indonesia karena spektrofotometer memiliki kelemahan yaitu terdapat beberapa bahan yang tidak dapat berfluoresensi ketika ditembakkan sinar, termasuk kloramfenikol. Kelemahan dari metode ini dapat ditutupi dengan melakukan preparasi yang benar (Mulja, 1995). Kloramfenikol dapat berfluoresensi ketika berinteraksi dengan *Bovine Serum Albumin* (BSA), karena adanya ikatan

antara kedua senyawa tersebut sehingga kloramfenikol dapat diukur menggunakan spektrofotometri (Zhang *et al.*, 2013).

Berdasarkan uraian diatas dengan menggabungkan antara prinsip analisis menggunakan sensor kimia dan instrumen, diharapkan penelitian ini akan menghasilkan kombinasi analisis pemeriksaan residu kloramfenikol pada sampel udang yang akurat, praktis, selektif dan efisien. Diharapkan juga penelitian akan dapat membantu dan mempercepat proses pemeriksaan residu kloramfenikol pada udang yang ada di pasaran dan dapat mencegah kemungkinan buruk dari adanya residu ini, baik bagi manusia maupun negara.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah fabrikasi sensor kloramfenikol berbasis *bovine serum albumin* (BSA) yang diimobilisasi dengan selulosa asetat dengan metode spektrofotometri ?
2. Bagaimana kondisi optimum operasional sensor tersebut meliputi pH, panjang gelombang optimum emisi dan eksitasi, konsentrasi BSA serta lama waktu perendaman selulosa asetat dalam mendeteksi kloramfenikol ?
3. Bagaimana karakterisasi sensor kloramfenikol meliputi linieritas, batas deteksi, batas kuantifikasi, presisi, akurasi dan selektivitas dalam mendeteksi kloramfenikol ?
4. Apakah sensor tersebut dapat digunakan untuk mendeteksi kloramfenikol pada sampel udang yang ada di pasaran ?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui fabrikasi sensor kloramfenikol berbasis *bovine serum albumin* (BSA) yang diimobilisasi dengan selulosa asetat dengan metode spektrofotometri.

2. Untuk mengetahui kondisi optimum operasional sensor tersebut meliputi pH, panjang gelombang optimum emisi dan eksitasi, konsentrasi BSA serta lama waktu perendaman selulosa asetat dalam mendeteksi kloramfenikol.
3. Untuk mengetahui karakterisasi sensor kloramfenikol meliputi linieritas, batas deteksi, batas kuantifikasi, presisi, akurasi dan selektivitas dalam mendeteksi kloramfenikol.
4. Untuk mengetahui apakah sensor tersebut dapat digunakan untuk mendeteksi kloramfenikol pada sampel udang yang ada di pasaran.

1.4 Manfaat

1. Pengembangan metode baru dalam mendeteksi residu kloramfenikol dengan *bovine serum albumin* (BSA) yang termobilisasi.
2. Untuk mengetahui kadar dari residu kloramfenikol yang ada pada tubuh udang secara tepat cepat.
3. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar penelitian lebih lanjut.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Udang Windu

Udang merupakan hewan yang hidup di perairan, khususnya sungai, laut, atau danau. Udang dapat ditemukan di hampir semua jenis perairan yang berukuran besar baik air tawar, air payau, maupun air asin pada kedalaman bervariasi, dari dekat permukaan hingga beberapa ribu meter di bawah permukaan. Udang juga merupakan salah satu hewan dengan cara hidup yang relatif mudah dan sangat menguntungkan, sehingga banyak dibudidayakan di perairan tawar. Salah satu jenis udang yang sangat banyak dimanfaatkan dalam budidaya udang adalah jenis udang windu (*Penaeus monodon* Fab.).

Dalam Soetomo (1990), klasifikasi udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) adalah sebagai berikut :

Phyllum	: Arthropoda
Subphyllum	: Mandibulata
Classis	: Crustacea
Subclassis	: Malacostraca
Ordo	: Decapoda
Subordo	: Natantia
Familia	: Penaeidae
Genus	: Penaeus
Species	: <i>Penaeus monodon</i> Fabricius



Gambar 2.1 Udang windu (dokumentasi pribadi)

2.1.1 Morfologi Udang

Udang windu memiliki kulit tubuh yang keras yang tersusun dari zat kitin. Warna dari jenis udang ini adalah putih hingga merah kehitaman. Tubuh udang windu dibagi menjadi dua bagian besar, yakni bagian *cephalothorax* yang terdiri atas kepala dan dada serta bagian *abdomen* yang terdiri atas perut dan ekor. Bagian *cephalothorax* ini terdiri atas lima ruas kepala dan delapan ruas dada, sementara bagian perutnya terdiri atas enam ruas dan satu ekor. Bagian depan kepala yang menjorok merupakan kelopak kepala yang memanjang dengan bagian pinggir bergerigi. Paruh pada kepala memiliki tujuh buah gerigi di bagian bawah. Pada bagian pangkal bawah kepala terdapat sepasang mata (Amri dan Si, 2003). Udang windu (*Panaeus monodon* Fab.) memiliki sifat-sifat dan ciri khas yang membedakannya dengan udang-udang yang lain. Udang windu bersifat *euryhaline*, yakni secara alami bisa hidup di perairan yang berkadar garam dengan rentang yang luas, yakni 5-45 ‰. Kadar garam ideal untuk pertumbuhan udang windu adalah 19-35‰ (Yuniarso, 2006). Udang windu juga memiliki sifat *eurythemat*, dimana memiliki ketahanan baik terhadap perubahan suhu. Udang ini merupakan organisme yang aktif mencari makan pada malam hari (*nocturnal*). Jenis makannya sangat bervariasi tergantung pada tingkatan umur udang. Pada fase benih, makanan utamanya adalah *plankton* (fitoplankton dan zooplankton). Dalam usaha budidaya, udang mendapatkan makanan alami yang tumbuh di tambak, yaitu lumut, plankton, dan pakan sintetis. Udang dapat menjadi kanibal bila kekurangan makanan. Pada siang hari, udang hanya membenamkan diri pada lumpur maupun hanya

membenamkan diri dalam air. Panjang dan berat udang windu hasil tangkapan dari laut bisa mencapai 35 cm dan 260 gram/ekor. Jika dipelihara di tambak, panjang tubuh maksimum udang windu bisa mencapai 20-25 cm dan berat rata-rata 140 gram/ekor (Soetomo, 1990).

2.1.2 Penyakit Udang

Munculnya penyakit pada udang pada saat melakukan suatu usaha budidaya merupakan hal yang umum. Tentunya penyebabnya bisa beberapa hal, seperti karena lingkungan tempat dimana udang tersebut hidup atau tinggal, termasuk juga oleh makhluk hidup atau biota-biota yang hidup di sekitarnya. Penyakit pada udang sendiri dapat diklasifikasikan menjadi 3 kelompok, yaitu penyakit yang disebabkan oleh virus, jamur, dan parasit. (Tahir *et al.*, 2013). Penyakit-penyakit tersebut antara lain :

1) *Monodon Baculo Virus* (MBV)

Monodon Baculo Virus (MBV) merupakan virus DNA, diklasifikasikan ke dalam golongan baculoviridae dan membentuk badan inklusi yang bersifat eosinofilik pada jaringan yang diserang. Virus ini dapat ditemukan pada udang windu mulai dari fase larva hingga udang dewasa. Target organ virus MBV ini pada pasca larva, juvenil dan udang dewasa adalah epitel dan sedang pada larva muda adalah pada usus udang. Adanya infeksi MBV pada udang dapat diketahui dengan terlihatnya bintik hitam di beberapa titik pada tubuh udang dan juga dengan konsistensi feses yang lembut. (Sriwulan dan Anshary, 2011). Penyakit MBV dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Udang dengan MBV (isw.co.id)

2) *Infectious Hypodermal Haematopoietic Necrosis Virus (IHHNV)*

Infectious Hypodermal Haematopoietic Necrosis Virus (IHHNV) merupakan salah satu virus yang mengancam budidaya udang tidak hanya di Indonesia, bahkan dunia. Patogenisitas IHHNV cukup ganas yang mampu menyebabkan mortalitas mencapai 40% hingga 70%. Hingga saat ini, metode pengobatan infeksi oleh virus belum ditemukan sehingga usaha yang dapat dilakukan adalah pencegahan. Gejala dari penyakit ini antara lain udang berenang tidak normal, yaitu sangat perlahan-lahan, muncul ke permukaan dan mengambang dengan perut di atas. Gejala lain yaitu bila alat gerakanya yaitu *pleopod dan periopod*, berhenti bergerak, udang akan tenggelam di bawah kolam. Dampak buruk yang akan dialami yaitu udang akan mati dalam waktu 4-12 jam sejak mulai timbulnya gejala tersebut. (Kusumaningrum *et al.*, 2012). Penyakit IHHNV dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 Udang dengan IHHNV (Tatik Mufidah dan Isti Koesharyani, 2010)

3) *Rickettsiae*

Merupakan penyakit pada udang yang disebabkan oleh bakteri rickettsia yang dapat menyebabkan penurunan nafsu makan pada udang dan dalam jangka waktu yang lama bisa menyebabkan kematian jika tidak segera ditangani dengan baik (Setyabudi *et al.*, 2007). Gejala dari penyakit ini yaitu udang berenang di pinggir kolam dalam keadaan lemah. Udang berwarna lebih gelap, nafsu makan menurun, pada beberapa udang terlihat benjolan-benjolan kecil berwarna putih pada dinding usus bagian tengah. Jika dilakukan pembiakan dan uji laboratorium, akan ditemukan adanya koloni riketsia, peradangan dan pembengkakan. Kematian udang mulai terjadi

pada minggu ke-7 atau 9 setelah penebaran benih (*post larva* hari ke 15-25). Angka kematian naik pada hari ke-5 sampai 7, sejak mulai terjadi kematian, kemudian menurun sampai tak ada kematian (Yuniarso, 2006).

4) Vibriosis

Vibriosis adalah salah satu penyakit yang menyerang udang, kerang-kerangan, dan ikan. Penyakit ini sering juga disebut sebagai *white spot syndrome*. Vibriosis disebabkan oleh beberapa bakteri *Vibrio sp.* Vibriosis telah banyak menyebabkan kematian pada tambak udang di seluruh dunia. Pada udang dewasa vibriosis ditunjukkan dengan badan berwarna kemerahan, insang berwarna kecoklatan, berkurangnya nafsu makan, kelesuan, dan berenang dengan lambat ketepian permukaan kolam. Infeksi akibat *Vibrio sp.* pada hepatopankreas menunjukkan kerusakan vakuola yang mengindikasikan rendahnya simpanan lemak dan glikogen. Gejala yang muncul akibat penyakit ini adalah muncul beberapa nekrosis (berwarna kecoklatan) di beberapa tempat. Gejala lain yang timbul adalah hilangnya nafsu makan dari udang, sehingga akan menyebabkan udang kehilangan bobot (Razali, 2011). Contoh gambar udang yang menderita *white spot syndrome* ditunjukkan oleh gambar 2.4.



Gambar 2.4 Udang yang menderita *white spot syndrome* (Anthony *et al*, 2010)

5) Penyakit yang Disebabkan oleh Jamur

Penyakit ini menyerang udang periode larva dan post larva yang dapat mati dalam waktu 24 jam. Penyebab dari penyakit ini adalah jamur *phycomycetes* yang termasuk genus *Lagenidium* dan *Sirolopidium*. Penyebarannya terjadi pada waktu

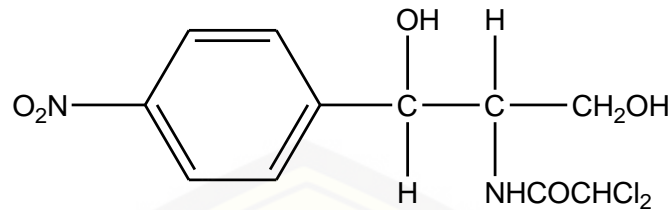
pemberian pakan. Pengendalian yang dilakukan adalah dengan pemberian malachite green (0,006-0,1 mg/l) atau trifuralin (0,01 ppm) 3-6 kali sehari akan mencegah penyebaran jamur ke larva yang sehat. (Setyabudi *et al.*, 2007). Gambar 2.5 menunjukkan gambaran udang yang menderita jamur.



Gambar 2.5 Udang dengan penyakit jamur (kompasnews.id)

2.2 Kloramfenikol

Kloramfenikol adalah antibiotik spektrum luas golongan amphenicol yang efektif melawan bakteri gram positif maupun gram negatif. Antibiotik ini pertama kali diisolasi dari bakteri tanah, *Streptomyces venezuelae* pada tahun 1947 dan sekarang kloramfenikol diproduksi secara sintesis. Kloramfenikol merupakan senyawa yang mengandung gugus nitro dan terdiri dari gugus fungsi dikloro-tersubstitusi (asam dikloroasetat). Molekul kloramfenikol terdiri dari dua atom karbon asimetris. Kloramfenikol dengan rumus molekul $C_{11}H_{12}Cl_2N_2O_5$ dan tata nama IUPAC D-treo-(-)-2,2-Dikloro-N-[β -hidroksi- α -(hidroksimetil)- p-nitrofenetil] asetamida memiliki bobot molekul sebesar 323,13. Kloramfenikol merupakan senyawa dengan pemerian berupa hablur halus berbentuk jarum atau lempeng memanjang; putih hingga putih kelabu atau putih kekuningan; Larutan praktis netral terhadap *lakmus P*; stabil dalam larutan netral atau larutan agak asam. Berikut adalah struktur kimia dari kloramfenikol (Depkes RI, 2014).



Gambar 2.6 Struktur kimia kloramfenikol

Kloramfenikol digunakan sejak tahun 1950 untuk melawan infeksi mikroba, termasuk demam tifus, meningitis, dan infeksi tertentu pada sistem saraf pusat. Selain itu juga digunakan untuk pengobatan dan promotor pertumbuhan pada hewan ternak. Karena kloramfenikol cenderung menyebabkan ketidaknormalan darah pada manusia, FDA melarang pemakaian kloramfenikol pada hewan penghasil makanan (FDA, 2003).

2.2.1 Sifat Fisika Kimia

Kloramfenikol merupakan turunan dari asam dikloroasetat yang berbentuk serbuk kristal berwarna putih hingga keabu-abuan atau putih kekuningan pada suhu ruang. Memiliki berat molekul 323,1 g/mol, titik lebur 150°C hingga 152°C , kelarutan dalam air 25 g/L pada 25°C , dan tekanan uap $1,7 \times 10^{-12}$ mm Hg pada 25°C . Kloramfenikol sukar larut dalam air; mudah larut dalam etanol, dalam propilen glikol, dalam aseton dan dalam etil asetat (Depkes RI, 2014).

2.2.2 Kegunaan

Kloramfenikol merupakan antibiotik bakteriostatik berspektrum luas yang aktif terhadap organisme-organisme aerobik dan anaerobik gram positif maupun negatif. Sebagian besar bakteri gram positif dihambat pada konsentrasi 1-10 $\mu\text{g/mL}$, sementara kebanyakan bakteri gram negatif dihambat pada konsentrasi 0,2-5 $\mu\text{g/mL}$. Kloramfenikol merupakan obat pilihan pertama untuk pengobatan demam tifoid akut yang disebabkan oleh *Salmonella sp.* Kloramfenikol efektif terhadap riketsia dan konjungtivitis akut yang disebabkan oleh mikroorganisme, termasuk *Pseudomonas sp.* kecuali *Pseudomonas aeruginosa* (Katzung, 2004).

Mekanisme aksi kloramfenikol adalah dengan mempengaruhi sintesis protein yaitu dengan menghambat enzim yang mentransfer rantai peptida dengan asam amino (puromisin) pada ribosom. Senyawa kloramfenikol akan masuk ke dalam sel bakteri melalui penyerapan dan bergerak ke target aksinya yaitu ribosom S 50. Kemudian kloramfenikol akan berikatan dengan sisi A pada ribosom dan menghambat aktivitas peptidil transferase sehingga sintesis protein dapat dicegah (Aberg *et al*, 2009).

Kloramfenikol juga digunakan dalam budidaya udang, yaitu digunakan sebagai *body protector* agar udang memiliki daya tahan tubuh yang kuat dan tidak mudah terserang penyakit. Kegunaan lain dari kloramfenikol pada udang yaitu untuk menambah massa tubuh dari udang. Sebenarnya hal ini merupakan dampak tidak langsung yang terjadi ketika udang budidaya tidak terserang penyakit sehingga nafsu makannya bagus. Banyak pelaku usaha budidaya memanfaatkannya untuk membuat udang mereka terlihat lebih besar dan menaikkan nilai jual udang. Berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 39/PERMEN-KP/2015 tentang pengendalian residu obat ikan, bahan kimia, dan kontaminan pada kegiatan pembudidayaan ikan konsumsi, disebutkan secara jelas bahwa residu kloramfenikol pada makanan jenis ikan dan udang bahwa batas minimum residu (BMR) adalah 0 µg/kg. Hal ini menjadi aturan yang harus dipatuhi oleh seluruh pengusaha maupun pelaku budidaya udang di seluruh Indonesia agar udang yang mereka pasarkan dapat diterima dan menjadi layak konsumsi serta aman bagi masyarakat (KKP RI, 2015).

2.2.3 Farmakokinetika

Dosis kloramfenikol yang umum adalah 50-100 mg/kg/hari. Setelah pemberian peroral, kristal kloramfenikol diabsorpsi dengan cepat dan tuntas. Dosis oral 1 g menghasilkan kadar darah antara 10-15 µg/mL. Kloramfenikol didistribusikan secara luas ke seluruh jaringan dan cairan tubuh. Hal ini meliputi juga sistem saraf pusat sehingga konsentrasi kloramfenikol dalam jaringan otak dapat

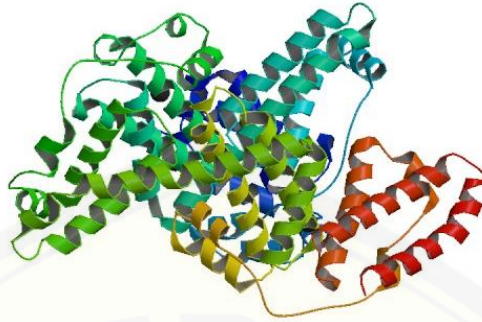
setara dengan konsentrasi dalam serum. Obat ini mengalami penetrasi membran sel secara cepat. Ekskresi kloramfenikol tidak perlu diubah pada saat kerja ginjal menurun, namun harus dikurangi dalam jumlah besar pada kegagalan hati. (Katzung, 2004). Penyerapan obat melalui saluran cerna cukup baik (75-90%), kadar plasma tertinggi dicapai dalam 2-3 jam. Waktu paruh kloramfenikol pada orang dewasa \pm 3 jam, sedang pada bayi di bawah 1 bulan 12-24 jam (Aberg *et al*, 2009).

2.2.4 Toksikologi

Efek samping yang ditimbulkan kloramfenikol antara lain adalah depresi sumsum tulang belakang, yang menimbulkan kelainan darah yang serius, seperti anemia aplastik, granulositopenia, trombositopenia. Selain itu, obat ini juga dapat menyebabkan gangguan saluran cerna dan reaksi hipersensitivitas. Berdasarkan hal tersebut maka kloramfenikol tidak boleh digunakan untuk pengobatan infeksi yang bukan indikasinya, seperti influenza, infeksi kerongkongan atau untuk pencegahan infeksi (Watimena, dkk, 1999).

2.3 Bovine Serum Albumin (BSA)

Bovine serum albumin (BSA) adalah protein globular yang berukuran besar (66.000 dalton). BSA merupakan kelompok protein yang larut air. BSA digunakan dalam komponen media sel untuk regenerasi tanaman dari kultur sel, pembentuk busa, gelasi, dan pengikat ligan (Khopkar S, 2007). BSA memiliki sifat larut dalam air, mudah mengkristal, mengandung kelebihan asam dari asam amino dan BSA dapat rusak karena pemanasan. Fungsi biologis utama albumin adalah untuk mengatur tekanan osmotik koloid darah. Berikut merupakan struktur oleh BSA pada gambar 2.7



Gambar 2.7 *Bovine serum albumin* (rscb.org)

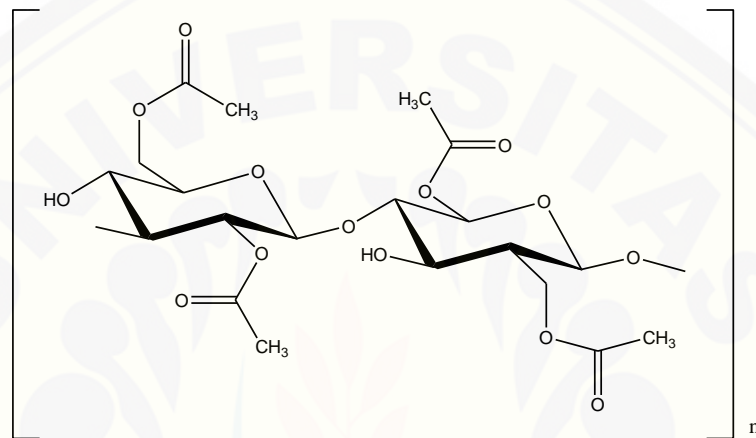
2.4 Tinjauan Selulosa Asetat

Selulosa asetat merupakan salah satu jenis polimer yang penting dan banyak digunakan pada industri antara lain sebagai polimer pada industri plastik cetak, film fotografi dan membran. Selulosa asetat secara umum dibedakan atas dua jenis yaitu selulosa triasetat (selulosa asetat primer) dan selulosa diasetat (selulosa asetat sekunder) (Syamsu dan Kuryani, 2015). Struktur selulosa asetat dapat dilihat pada gambar 2.8.

Selulosa asetat merupakan serat yang sangat mudah dihasilkan dengan biaya yang rendah dan kualitas produk yang baik. Selulosa asetat digunakan dalam berbagai industri seperti pembuatan tekstil, plastik, fiber, dan filter rokok. Adapun sifat selulosa asetat yang membedakan dengan serat sintesis lainnya adalah (Tabuchi *et al*, 1998) :

- Termoplastik dan hidrofilik, membuat selulosa asetat mudah basah, dengan pengantar cairan yang baik dan absorpsi yang bagus
- Selektif absorpsi dan dapat membuang beberapa bahan organik dengan kadar rendah
- Mudah digabungkan dengan *plasticizers*
- Selulosa asetat larut pada kebanyakan pelarut (terutama aseton dan pelarut organik) dan dapat dimodifikasi agar dapat dilarutkan dengan pelarut alternatif

- Terbuat dari sumber yang dapat diperbaharui (sebagai contoh tandan kosong kelapa sawit)
- Mudah hancur dengan larutan alkali kuat dan agen oksidasi kuat dan tahan terhadap kondisi asam kuat maupun basa
- Dapat dibersihkan atau dikeringkan dengan mudah



Gambar 2.8 Struktur selulosa asetat

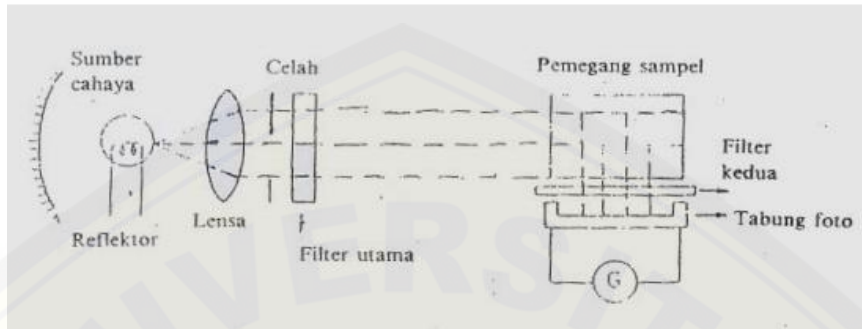
2.5 Spektrofluorometer

Spektrofotometer floresensi merupakan suatu instrumen yang menggunakan pengukuran intensitas cahaya floresensi yang dipancarkan oleh zat uji dibandingkan dengan yang dipancarkan oleh suatu baku tertentu. Pada umumnya cahaya yang diemisikan oleh larutan berfloresensi mempunyai intensitas maksimum pada panjang gelombang yang biasanya 20 nm hingga 30 nm lebih panjang dari panjang gelombang radiasi eksitasi (gelombang pita penyerapan sinar) (Mulja, 1995).

2.5.1 Instrumentasi

Pengukuran intensitas floresensi dapat dilakukan dengan suatu fluorometer filter sederhana. Instrumen yang dipergunakan bermacam-macam mulai dari yang paling sederhana (filter fluorometer) sampai ke yang sangat kompleks yaitu

spektrofotometer. Komponen-komponen utama dari masing-masing instrumen ini yaitu :



Gambar 2.9 Diagram optik spektrofotometer (Mulja, 1995)

1) Sumber energi eksitasi

Berbagai sumber dapat dan sering digunakan sebagai sumber cahaya dari spektrofloresen. Lampu merkuri relatif stabil dan memancarkan energi. Lampu tungsten memberikan energi kontinu di daerah tampak. Lampu pancar xenon bertekanan tinggi seringkali digunakan pada spektrofotometer karena alat tersebut merupakan sebuah sumber dengan intensitas tinggi yang menghasilkan energi yang berkelanjutan dengan intensitas tinggi dari ultraviolet sampai inframerah. Pada filter florometer digunakan lampu uap raksa sebagai sumber cahaya dan energi eksitasi diseleksi dengan filter. Pada spektrofotometer biasanya digunakan lampu Xenon (150 W) yang memancarkan spectrum kontinu dengan panjang gelombang 200-800 nm. Energi eksitasi diseleksi dengan monokromator eksitasi (Mulja, 1995).

2) Kuvet untuk sampel

Sel spesimen yang digunakan dalam pengukuran floresensi dapat berupa tabung bulat atau sel empat persegi panjang (kuvet), sama seperti yang digunakan pada spektrofotometri resapan, terkecuali keempat sisi vertikalnya dipoles. Bila panjang gelombang untuk eksitasi di atas 320 nm dapat digunakan kuvet dari gelas, akan tetapi untuk eksitasi pada panjang

gelombang yang lebih pendek digunakan kuvet dari silika. Kuvet tidak boleh berfloresensi dan tidak boleh tergores karena dapat menghamburkan.

3) Detektor

Pada umumnya fluorometer menggunakan tabung-tabung fotomultiplier sebagai detektor. Pada umumnya, detektor ditempatkan di atas sebuah poros yang membuat sudut 90^0 dengan berkas eksitasi. Sudut siku ini memungkinkan radiasi eksitasi menembus spesimen uji tanpa mengkontaminasi sinyal luaran yang diterima oleh detektor floresensi. Akan tetapi tidak dapat dihindarkan detektor menerima sejumlah radiasi eksitasi sebagai akibat sifat menghamburkan yang ada pada larutan itu sendiri atau jika adanya debu atau padatan lainnya. Untuk menghindari hamburan ini maka digunakan instrumen yang bernama filter.

4) Sepasang filter atau monokromator

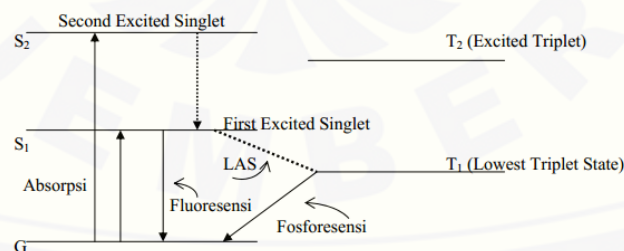
Filter pertama pada spektrofluorometer hanya berfungsi meneruskan cahaya ultraviolet dari sumber cahaya yaitu radiasi dengan panjang gelombang yang cocok untuk eksitasi specimen uji. Filter kedua meloloskan hanya panjang gelombang yang sesuai dengan floresensi maksimum dari zat yang diperiksa dan menahan setiap cahaya eksitasi yang terhambur. Jenis filter kedua ini biasanya yang menahan panjang gelombang pendek.

Spektrofluorometer menggunakan sepasang monokromator (grating) untuk menyeleksi radiasi eksitasi dan emisi yang lebih akurat (memberikan kepekaan yang tinggi) sehingga kesulitan-kesulitan tersebut diatas dapat diatasi. Monokromator pertama mendispersikan cahaya dari sumber cahaya sehingga menghasilkan radiasi eksitasi yang monokromatis. Sampel yang tereksitasi kemudian berfloresensi sehingga merupakan sumber cahaya bagi monokromator kedua. Dengan alat ini dapat dibuat spektrum eksitasi maupun emisi (Mulja, 1995).

2.5.2 Prinsip Kerja

Pada spektrofotometer larutan zat disinari dengan sinar yang panjang gelombangnya di sekitar panjang gelombang penyerapan maksimum yang berasal dari lampu raksa atau lampu pijar yang telah disekat dengan filter. Intensitas floresensi diukur atau dibandingkan dengan intensitas larutan baku. Sinar floresensi dibebaskan dari sinar hamburan dengan melewati sinar melalui filter atau monokromator.

Spektrofotometri adalah metode analisa yang erat hubungannya dengan spektrofotometri. Energi yang diserap oleh molekul untuk transisi elektronik ke level energi yang lebih tinggi (*first excited singlet*) harus dilepaskan kembali pada waktu kembali ke level energi terendah (*ground singlet*). Energi yang dilepaskan ini dapat berupa panas dan untuk beberapa molekul tertentu sebagian dari energi yang diserap dipancarkan kembali berupa cahaya (floresensi). Apabila terjadi transisi dari *first excited singlet* ke *lowest triplet state* (*intersystem crossing*), maka elektronik state disebut fosforesensi. Umur dari fosforesensi (*triplet state*) lebih lama (10^{-4} detik sampai beberapa hari). Jika dibandingkan dengan floresensi (*singlet excited state*) yaitu sekitar 10^{-8} detik. Transisi energi yang terjadi pada waktu eksitasi (absorpsi), floresensi dan fosforesensi dapat dilihat pada diagram 2.10 berikut.



Gambar 2.10 Diagram transisi energi eksitasi (Mulja, 1995)

Keterangan:

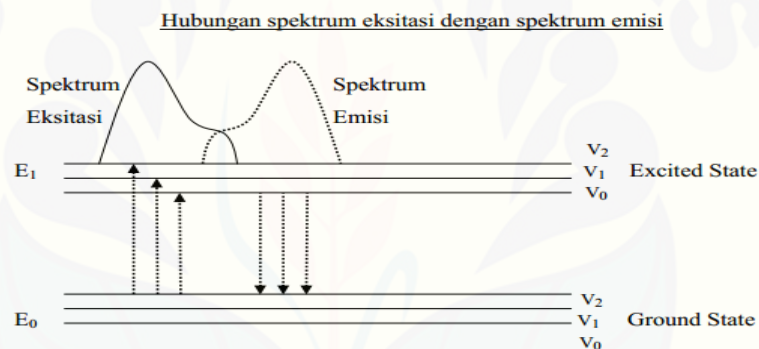
G = *Ground Singlet*

LAS = Lintas Antar Sistem

- S1 = *First Excited Singlet*
 S2 = *Second Excited Singlet*
 T1 = *Lowest Triplet State*
 T2 = *Excited Triplet*

2.5.3 Spektrum Eksitasi (Peresapan) dan Floresensi (Emisi)

Maksimum dari spektrum floresensi setelah pada panjang gelombang yang lebih panjang jika dibandingkan dengan maksimum dari spektrum eksitasi. Ini disebabkan karena perbedaan energi dari *excited state* dan *ground state* pada waktu absorpsi lebih besar dari proses emisi (Mulja, 1995). Secara teoritis, kedua spektrum tersebut merupakan bayangan cermin seperti terlihat pada diagram berikut:



Gambar 2.11 Diagram transisi energi eksitasi (Mulja, 1995)

2.5.4 Titik Kritis

Hal-hal yang diperhatikan dalam analisa kuantitatif menggunakan spektrofolorometer yaitu :

1) Konsentrasi

Perlu larutan yang 10-100 kali lebih encer daripada analisa spektrofotometer.

2) Radiasi eksitasi

Memerlukan cahaya monokromatik. Untuk eksitasi cahaya monokromatik sangat esensial, karena intensitas berubah-ubah sesuai dengan panjang gelombang.

3) Oksigen

Merupakan zat pengganggu karena beroksidasi sehingga intensitas floresensi menurun (*quenching*).

4) pH

Perubahan pH mempunyai efek yang nyata terhadap floresensi.

5) Suhu

Perubahan suhu dan kekentalan menyebabkan perubahan frekuensi banturan molekul (Mulja, 1995).

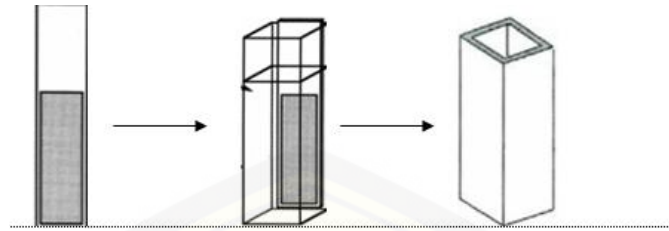
2.5.5 Kelebihan Spektroflorometer

Kelebihan dari pengukuran dengan menggunakan spektroflorometri adalah metode ini selektif, sensitif dan tidak terjadi interferensi/intervensi spektral. Interferensi/intervensi ini bila timbul dapat diatasi dengan pemilihan panjang gelombang yang tepat baik pada eksitasi maupun pemendarannya (Mulja, 1995).

2.5.6 Tinjauan Bentuk Selulosa Asetat Pada Kuvet

Pada pengukuran yang memerlukan instrumen yang mudah dioperasikan, kecil dan murah serta *disposable* (sekali pakai), maka penggunaan metode optoda film atau dalam hal ini menggunakan selulosa asetat dapat dikembangkan untuk tujuan ini dengan menggunakan pengukuran secara spektrofotometri maupun spektroflorometri.

Pengukuran sampel dengan menggunakan selulosa asetat atau optoda film bisa dilakukan dengan cara sederhana yaitu mencelupkan film tersebut kedalam kuvet dimana selulosa asetat tersebut telah teriobilisasi pada reagen pendeteksi kemudian perubahan absorbansi dimonitor sebagai respon dari film optoda tersebut. (Kuswandi, 2010).



Gambar 2.12 Selulosa asetat pada kuvet (Kuswandi, 2010)

2.6 Sensor Kimia

Sensor kimia adalah sebuah alat yang dapat memanfaatkan reaksi kimia untuk mendeteksi suatu analit dalam sampel baik secara kualitatif dan kuantitatif. Dalam sensor kimia ini dapat digolongkan berdasarkan *transducer* yang digunakannya terdapat beberapa antara lain: elektrokimia, optik massa selektif, dan panas selektif (Ojeda dan fuesenta, 2006). Sensor kimia merupakan gabungan antara dua disiplin ilmu, yaitu kimia yang melibatkan reaksi kimia spesifik terhadap analit tertentu dengan instrumentasi yang mampu merubah transduksi menjadi sinyal listrik baik secara analog dan sebagainya (Kuswandi, 2010).

2.6.1 Mekanisme Sensor Kimia

Mekanisme dari suatu sensor kimia dapat dirancang atau didesain sesuai dengan karakteristik analit yang ingin dideteksi. Mekanisme kerja sensor tersebut dideskripsikan suatu sensor kimia yang berbasis reaksi kunci anak kunci (*key-lock*). Sensor kimia jenis ini biasanya didesain dengan suatu reaksi yang sangat spesifik, misalnya reaksi spesifik pada sisi aktif suatu polimer. Sensor jenis ini memiliki selektivitas yang tinggi dalam suatu analit (Kuswandi, 2010).

2.6.2 Teknik Imobilisasi

Pada sensor kimia terdapat reagen yang diimobilisasi terlebih dahulu atau dijadikan fase padat (sering disebut juga reagen kering) sehingga mudah digunakan. Imobilisasi merupakan suatu proses pengikatan molekul reagen pada bahan pendukung (*solid support material*), sehingga molekul reagen dapat tersebar didalam fase pendukung tersebut secara merata dan homogen (Kuswandi, 2010). Menurut

Eggins dan Brian (1996), teknik imobilisasi adalah suatu teknik memerangkap reagen dalam suatu matriks polimer dengan syarat aktivitas reagenya tetap ada. Secara umum, tidak ada satu pun teknik imobilisasi yang dapat digunakan untuk semua jenis reagen. Pemilihan teknik imobilisasi biasanya didasarkan kesesuaiannya dengan sifat-sifat reagen. Proses imobilisasi tidak akan berhasil bila fase pendukung tidak sesuai atau kompatibel dengan reagen. Terdapat beberapa metode untuk melakukan imobilisasi, baik secara fisik maupun kimia. Metode-metode tersebut antara lain :

1) Penyerapan (*adsorpsi*)

Sebuah unsur kimia atau protein tidak dapat bergerak karena ikatan dengan ikatan energi rendah (misalnya interaksi ionik, ikatan hidrogen, gaya van der Waals, dll) permukaan baik eksternal atau internal. Karena imobilisasi struktur pada permukaan luar, tidak ada batasan difusi pori. Gambar 2.13 adalah gambar dari imobilisasi dengan cara adsorpsi (Kennedy, 1999).



Gambar 2.13 Imobilisasi secara adsorpsi (Kennedy,1999)

2) Pemerangkapan (*entrapment*)

Teknik penjebakan struktur kimia adalah salah satu metode yang paling sederhana untuk mengimobilisasi reagen dan juga seluruh sel. Jebakan berarti bahwa molekul reagen yang dibutuhkan atau dalam matriks yang dibentuk dengan mendispersikan komponen katalitik dalam medium fluida (larutan polimer), diikuti dengan pembentukan matriks yang tidak larut. Jadi jebakan mengacu pada proses dimana struktur kimia yang tertanam dalam matriks yang dibentuk oleh kimia atau cara fisik seperti *cross-linking* (Kuswandi, 2010). Gambar 2.14 dibawah ini merupakan gambaran dari teknik pemerangkapan.



Gambar 2.14 Immobilisasi dengan pemerangkapan (Kennedy, 1999)

3) Ikatan kovalen

Immobilisasi senyawa kimia dengan ikatan kovalen sudah berkembang sejak lama dan sampai sekarang masih penting dan digunakan karena ikatan kovalen biasanya menyediakan hubungan terkuat antara sisi biotif dan pembawa. Ikatan kovalen terbentuk antara kelompok kimia enzim dan kelompok kimia pada permukaan *carrier*. Ikatan kovalen demikian digunakan di dalam berbagai pH, kekuatan ionik dan kondisi variabel lainnya. Kelebihan dari teknik ini adalah ikatan yang terjadi sangat kuat sehingga tidak terjadi pelepasan material pada matriksnya (Eggins, 1996). Gambar 2.15 adalah gambar dari immobilisasi enzim dengan ikatan kovalen.



Gambar 2.15 Teknik ikatan kovalen (Kennedy, 1999)

4) *Crosslinking*

Cross-linking ditandai dengan ikatan kovalen antara berbagai molekul dari enzim melalui reagen polifungsional. Kesalahan menggunakan reagen polifungsional akan dapat mengubah sifat enzim. Teknik ini murah dan sederhana tapi tidak sering digunakan dengan protein murni karena menghasilkan enzim sangat sedikit yang memiliki aktivitas intrinsik yang sangat tinggi (Kuswandi, 2010). Gambar 2.16 adalah gambar dari immobilisasi enzim dengan cara *cross-linking*.



Gambar 2.16 Teknik *cross-linking* (Kennedy, 1999)

5) Enkapsulasi

Enkapsulasi berarti mengurung reagen kimia dalam kapsul atau membran yang bersifat semipermeabel. Enkapsulasi adalah pembentukan membran seperti penghalang fisik di sekitar reagen kimia. Metode enkapsulasi murah dan sederhana namun efektivitasnya kebanyakan tergantung pada stabilitas enzim meskipun sangat efektif dipertahankan dalam kapsul sebagai katalis (Kennedy, 1999). Gambar 2.17 adalah gambar dari imobilisasi enzim dengan cara enkapsulasi



Gambar 2.17 Imobilisasi dengan enkapsulasi (Kennedy, 1999)

2.7 Validasi Metode

2.7.1 Linieritas

Linieritas adalah kemampuan suatu metode analisis yang memberikan respon secara langsung atau dengan bantuan transformasi matematik yang baik, proporsional terhadap konsentrasi analit dalam sampel. Linearitas biasanya dinyatakan berdasarkan persamaan matematik data yang diperoleh dari hasil uji analit dalam sampel dengan berbagai konsentrasi analit. (Harmita, 2004).

Dalam praktiknya digunakan satu seri larutan yang berbeda konsentrasinya antara 50-150% kadar analit dalam sampel. Di dalam pustaka, sering ditemukan rentang konsentrasi yang digunakan antara 0-200%. Jumlah sampel yang dianalisis

sekurang-kurangnya delapan buah sampel blanko. Sebagai parameter adanya hubungan linier digunakan koefisiensi korelasi r pada analisis regresi linier $Y = a + bx$ dan juga nilai V_{x_0} . Hubungan Linier yang ideal dicapai jika nilai $r = +1$ atau -1 bergantung pada arah garis dan nilai $V_{x_0} < 5\%$ (Harmita, 2004).

2.7.2 Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantifikasi (LOQ)

LOD adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi yang masih memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blanko. LOQ merupakan parameter analisis yang diartikan sebagai jumlah terkecil analit dalam sampel yang masih dapat memenuhi kriteria presisi dan akurasi. Penentuan batas deteksi suatu metode berbeda-beda tergantung pada metode analisis itu menggunakan instrumen atau tidak (Harmita, 2004).

Pada analisis instrumen batas deteksi dapat dihitung dengan mengukur respon blanko beberapa kali lalu dihitung simpangan baku respon blanko dan formula seperti persamaan 2.1 dibawah ini (Harmita, 2004) :

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

$Q = \text{LOD}$ (batas deteksi) atau LOQ (batas kuantifikasi)

$k = 3$ untuk LOD atau 10 untuk LOQ

$S_b =$ simpangan baku respon analitik dari blanko

$S_l =$ arah garis linier dari kurva antara respon terhadap konsentrasi

Simpangan baku respon (S_b) dapat dihitung dengan persamaan 2.2 berikut :

$$S_b = \sqrt{\frac{\sum (y - y_i)^2}{n-2}} \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan $y_i = a + bx$

2.7.3 Presisi

Presisi pada sensor kimia dapat dinyatakan sebagai kedekatan respon sensor terhadap respon lainnya untuk analit yang sama. Selain itu, presisi dari respon sensor

terhadap analit sering pula dinyatakan dalam ukuran reproduibilitas dari suatu set pengukuran sensor terhadap analit (Kuswandi, 2010). Presisi dapat dinyatakan menjadi 3, yaitu *repeatability* (keterulangan), *intermediet precision* (presisi intermediet), dan *reproducibility* (reproduksibilitas). Kriteria penerimaan presisi sangat fleksibel tergantung pada konsentrasi analit yang diperiksa, jumlah sampel, dan kondisi laboratorium. Kesesuaian dalam pengulangan respon sensor terhadap analit yang sama, sehingga sering dinyatakan dalam bentuk standar deviasi (s), baik standar deviasi relatif (*RSD*) maupun koefisien varisi (*CV*). Nilai presisi sensor terhadap analit dapat digolongkan baik bila kesesuaian respon tersebut antara satu respon dengan respon lainnya yang dinyatakan dengan standar deviasi relative (*RSD*) $< 5\%$ (Kuswandi, 2010). Dari penelitian dijumpai bahwa *RSD* meningkat dengan menurunnya kadar analit yang dianalisis (Harmita, 2004). Berikut ini tabel peryaratan tentang rentang kesalahan yang diijinkan.

Tabel 2.1 Rentang kesalahan yang diijinkan untuk konsentrasi analit yang berbeda (Huber, 2007)

Analit pada matrik sampel (%)	Unit	RSD (%)
100	100%	1,3
≥ 10	10%	2,8
≥ 1	1%	2,7
$\geq 0,01$	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

2.7.4 Akurasi

Akurasi adalah kedekatan hasil pengukuran analit dalam sampel yang diperoleh dari suatu metode (hasil percobaan dibandingkan kadar analit yang sebenarnya). Akurasi sering dinyatakan dalam persen perolehan kembali (*%Recovery*), dimana kriteria penenerimaan *% recovery* ini dapat dilihat pada table 2.1. Persen perolehan kembali diperoleh melalui pengukuran sejumlah analit yang diketahui kadarnya ditambahkan dalam sampel. Akurasi dapat ditentukan dengan dua metode, yaitu (Harmita, 2004):

- a. Metode simulasi (*spike-placebo recovery*), yaitu pengukuran sejumlah analit bahan murni yang ditambahkan ke dalam campuran bahan pembawa sediaan farmasi (plasebo) dan hasilnya dibandingkan dengan kadar analit yang sebenarnya. Penentuan persen perolehan kembali dapat ditentukan dengan menggunakan tiga macam konsentrasi antara 80%-120% kali dari kadar analit yang diperkirakan.
- b. Metode penambahan standar atau pembanding (*standard addition method*), yaitu menambahkan sejumlah tertentu analit dalam sampel yang telah dianalisis untuk selanjutnya dianalisis kembali. Penambahan analit ditentukan dengan menggunakan tiga macam konsentrasi antara 30%-60% kali dari kadar analit yang diperkirakan. Perhitungan *% recovery* dapat ditentukan dengan rumus matematik seperti pada persamaan 2.3.

$$\%Recovery = \frac{\text{konsentrasi hasil percobaan}}{\text{konsentrasi teoritis}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

Tabel 2.2 Kriteria penerimaan studi akurasi untuk konsentrasi analit yang berbeda (Huber, 2007)

Konsentrasi Analit (%)	Persen Perolehan Kembali (%recovery)
100	98-102
>10	98-102
>1	97-103
>0,1	95-105
0,01	90-107
0,001	90-107
0,0001 (1 ppm)	80-110
0,00001 (100 ppb)	80-110
0,000001 (10 ppb)	60-115
0,0000001 (1 ppb)	40-120

2.7.5 Selektivitas

Selektivitas adalah salah satu parameter penting dari suatu sensor kimia, dan parameter ini sering menentukan layak tidaknya suatu sensor kimia digunakan dalam pengukuran suatu analit. Dalam setiap analisis, tentunya diharapkan respon sensor yang spesifik terhadap analit tertentu. Meskipun demikian, biasanya sinyal yang dihasilkan adalah sumbangan dari semua spesies yang ada dalam sampel.

Secara eksperimen, koefisien selektivitas tergantung pada aktivitas dari sampel yang ditentukan dan metode penentuan yang digunakan. Berbagai metode penentuan selektivitas terdapat diberbagai literatur. Terdapat dua metode, yaitu metode pemisahan larutan dan metode interferensi tetap. Disamping metode tersebut, metode lain yang bisa digunakan adalah metode potensial pasangan (MPP). Kedua metode seperti yang disarankan IUPAC telah banyak digunakan diberbagai literatur untuk penentuan selektivitas sensor kimia (Kuswandi, 2010).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *experimental laboratories*.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium bagian Kimia Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Jember pada bulan Januari 2016 sampai dengan Juli 2016.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain spektrofotometer (Photon Technology Instrument), pH meter (Denver), sentrifugasi (Hermle), timbangan analitik (OHAUS), beaker gelas (Pyrex), labu ukur (Pyrex), gelas ukur (Pyrex), pipet tetes, pipet volume (Pyrex), *ball filler*, botol semprot, batang pengaduk, dan pinset

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu udang windu segar yang berasal dari tambak, aquadest, *bovine serum albumin* atau BSA (Merck), etanol 96%, trisodium sitrat (Brataco), selulosa asetat, kloramfenikol *base*, HCl 2 N, HCl 4 N, dan NaOH.

3.4 Tahapan Penelitian

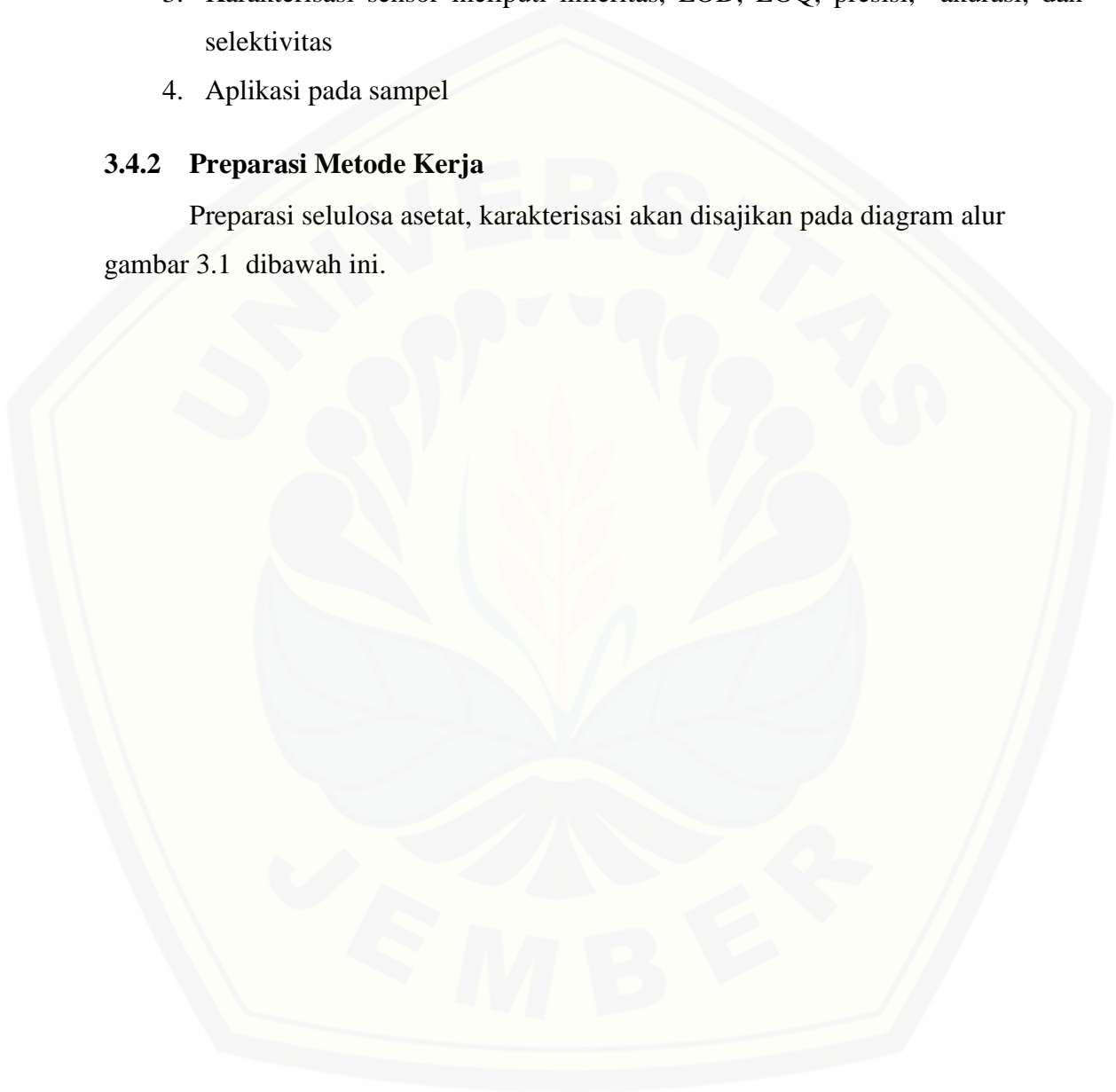
3.4.1 Tahap Percobaan

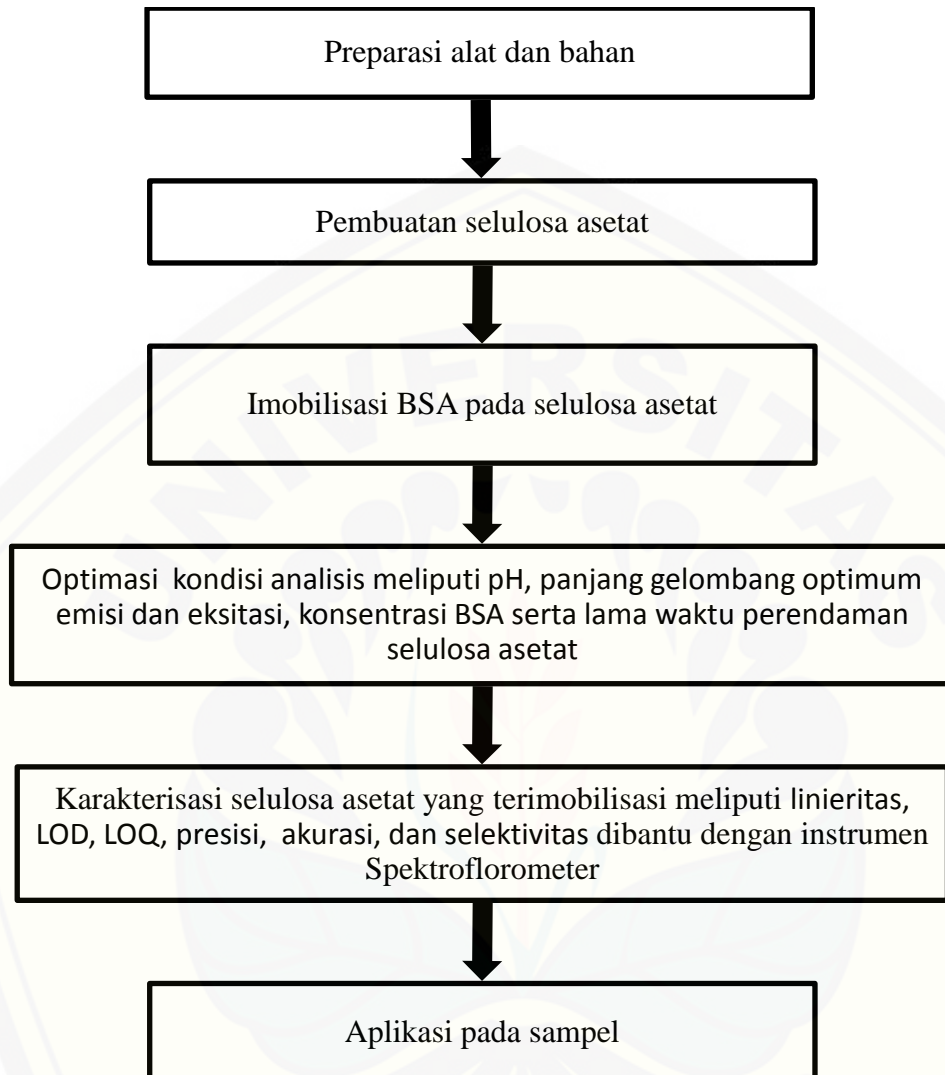
1. Fabrikasi sensor kloramfenikol yang akan diimobilisasi dengan reagen

2. Optimasi selulosa asetat yang sudah diimobilisasi meliputi konsentrasi dan pH reagen
3. Karakterisasi sensor meliputi linieritas, LOD, LOQ, presisi, akurasi, dan selektivitas
4. Aplikasi pada sampel

3.4.2 Preparasi Metode Kerja

Preparasi selulosa asetat, karakterisasi akan disajikan pada diagram alur gambar 3.1 dibawah ini.





Gambar 3.1 Diagram alur metode kerja penelitian

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Proses Fabrikasi dan Imobilisasi BSA pada Selulosa Asetat

Proses imobilisasi BSA pada selulosa asetat dilakukan dengan metode adsorpsi. Sebelum dilakukan imobilisasi, terlebih dahulu dilakukan fabrikasi selulosa asetat yang dibuat dari klise film yang dipotong sesuai dengan ukuran kuvet kerja yaitu 3 x 1 cm. Klise film selanjutnya dibersihkan dengan cairan asam yaitu HCl 2N. Klise film yang sudah bersih selanjutnya dibilas dengan menggunakan aquadest dan

dikeringkan dengan cara dianginkan. Setelah proses fabrikasi selesai, dilanjutkan dengan proses imobilisasi dengan BSA dengan konsentrasi 1000 ppm. Proses imobilisasi yang dilakukan adalah dengan menggunakan teknik adsorpsi, yaitu direndam selama waktu yang optimum.

3.5.2 Pembuatan Dapar Tris-HCL

Ditimbang 11,14 g trisodium sitrat dan dilarutkan dalam 1 L aquadest. Kemudian dilakukan *adjustment* hingga didapat pH 8,00 menggunakan pH meter dengan menggunakan HCl dan NaOH untuk mendapat pH yang sesuai.

3.5.3 Pembuatan Larutan BSA 1000 ppm

Ditimbang 25 mg *bovine serum albumin*, dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml. Dilarutkan dengan dapar tris-HCl sampai tanda batas, yang kemudian akan didapatkan larutan BSA 1000 ppm.

3.5.4 Pembuatan Larutan Standar Kloramfenikol

Ditimbang 25 mg kloramfenikol *base*, dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml. Ditambahkan sedikit etanol untuk memudahkan kloramfenikol larut. Kemudian ditambahkan aquadest hingga tanda batas. Didapat larutan induk kloramfenikol 1000 ppm. Selanjutnya larutan induk dibuat berbagai variasi konsentrasi antara lain 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm dengan pengenceran konsentrasi.

3.5.5 Optimasi pH

Penentuan pH optimum dilakukan dengan mengukur intensitas serapan larutan kloramfenikol dengan seri konsentrasi meliputi 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm yang dilarutkan dengan larutan dapar pada pH 7,00; 7,40 dan 8,00. Digunakan selulosa asetat yang telah diimobilisasi dengan BSA 1000 ppm pada panjang gelombang maksimum.

Dilihat hasil yang paling bagus dengan melihat pada nilai R dan slope yang dihasilkan.

3.5.6 Optimasi Konsentrasi BSA

Penentuan konsentrasi BSA dilakukan dengan cara melakukan pengukuran intensitas floresensi dari beberapa konsentrasi BSA. Dalam penelitian ini dilakukan 3 macam konsentrasi BSA, yaitu BSA 10 ppm, BSA 100 ppm dan BSA 1000 ppm. Selanjutnya masing-masing BSA akan dilakukan imobilisasi terhadap selulosa asetat yang siap pakai. Tahap proses imobilisasi setelah proses imobilisasi selesai adalah melakukan uji. Masing-masing BSA yang telah diimobilisasikan dicampur dengan kloramfenikol dengan konsentrasi 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm dan 10 ppm. Dari hasil pengukuran selanjutnya dilakukan analisis terhadap kurva kalibrasi yang dihasilkan dan dibandingkan nilai R dari masing-masing konsentrasi.

3.5.7 Optimasi Panjang Gelombang Eksitasi dan Emisi

Penentuan panjang gelombang eksitasi dan emisi cara mengukur dilakukan dengan mengukur intensitas larutan kloramfenikol dengan selulosa asetat yang telah diimobilisasi dengan BSA pada panjang gelombang 250 sampai 350 nm. Setelah selesai pengukuran panjang gelombang eksitasi, dilihat pada panjang gelombang berapa dapat memberikan intensitas serapan yang paling tinggi, dan nilai tersebut sebagai panjang gelombang eksitasi. Pada panjang gelombang eksitasi tersebut untuk juga digunakan sebagai awal pengukuran panjang gelombang emisi. diukur emisi dari mulai panjang gelombang emisi hingga 600 nm. Kemudian dilihat pada panjang gelombang berapa memberikan intensitas dengan nilai yang tertinggi. Pada panjang gelombang tersebut digunakan sebagai nilai emisi.

3.5.8 Optimasi Waktu Imobilisasi BSA

Optimasi waktu imobilisasi BSA pada selulosa asetat perlu dilakukan untuk mendapatkan waktu imobilisasi yang optimum dan mendapatkan hasil yang bagus.

Waktu optimasi yang dilakukan dalam proses imobilisasi ini adalah 3 jam, 6 jam, 9 jam, 15 jam, 18 jam, 21 jam dan 24 jam.



Gambar 3.2 Diagram alur imobilisasi BSA

3.6 Karakteristik Sensor Kimia

3.6.1 Linieritas

Linieritas ditentukan dengan cara membuat satu seri konsentrasi larutan kloramfenikol dan dilarutkan menggunakan dapar pada pH optimum. Satu seri konsentrasi terdiri dari 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm. Selanjutnya seri konsentrasi tersebut

diukur intensitasnya dengan selulosa asetat yang sudah terimobilisasi BSA dan dipasang pada kuvet kerja, diukur dengan menggunakan panjang gelombang eksitasi dan emisi yang maksimum. Sebagai parameter linieritas yang baik dapat diketahui dari nilai koefisien relatif (r). Dikatakan linier jika nilai r yang dihasilkan semakin mendekati +1 atau -1 ditambah juga dengan melihat V_{x0} .

3.6.2 Batas Deteksi dan Batas Kuantifikasi

Batas deteksi dan batas kuantifikasi dilakukan dengan membuat seri konsentrasi yang lebih kecil daripada konsentrasi uji linieritas (Huber, 2007). Berdasarkan hal tersebut maka dalam penelitian ini dibuat seri konsentrasi 0,2 ppm; 0,4 ppm; 0,6 ppm; 0,8 ppm dan 1 ppm. Preparasi dilakukan dengan menimbang sejumlah sampel kloramfenikol lalu diencerkan ditambahkan aquadest hingga tepat tanda. Selanjutnya dilakukan analisis untuk melihat intensitas di masing-masing konsentrasi. Hasil yang didapat dari spektrofotometer berupa intensitas selanjutnya kita masukkan ke dalam program validasi yaitu *Validation Method of Analysis* untuk mendapatkan nilai batas deteksi dan batas kuantifikasi.

3.6.3 Penentuan Nilai Presisi

Perhitungan nilai presisi yang dilakukan pada penelitian ini adalah berdasarkan *repeatability* dan *intermediate precision*. Perhitungan nilai presisi dilakukan terhadap sampel nyata berupa udang windu. *Repeatability* atau keterulangan dilakukan dengan cara dilakukan replikasi terhadap pengukuran analit pada sampel sebanyak 3 kali dan kemudian dilakukan pengukuran terhadap masing-masing replikasi pada hari yang sama. Sedangkan untuk *intermediate precision* atau presisi intermediet, dilakukan dengan cara dilakukan replikasi pengukuran sebanyak 3 kali dan kemudian dilakukan analisis namun pada hari yang berbeda. Dari hasil intensitas yang diperoleh, selanjutnya dihitung simpangan baku (SD) dan simpangan baku relatif (RSD). Nilai dari RSD dikatakan baik jika nilai $RSD < 5\%$. Jika nilai RSD yang dihasilkan kurang 5% maka bisa dikatakan sensor tersebut memiliki nilai presisi yang bagus.

3.6.4 Akurasi

Penentuan nilai akurasi dari penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode adisi. Metode adisi dilakukan dengan cara dengan menambahkan sejumlah analit terhadap sampel uji kita. Pertama kita lakukan penimbangan terhadap sampel udang kita dengan melakukan replikasi sebanyak 3 kali. Kemudian kita bagi menjadi 3 dan kemudian kita tambahkan sejumlah analit sebesar 30%, 45% dan 60%.

3.6.5 Penentuan Selektivitas

Penentuan selektivitas sensor ini dilakukan dengan membandingkan intensitas serapan antara larutan kloramfenikol dengan berbagai pengganggu yang diberikan dengan berbagai konsentrasi dengan menggunakan sensor kloramfenikol. Bahan pengganggu yang digunakan dalam penelitian ini adalah eritromisin, daging udang dan pakan udang. Pemilihan pengganggu ini didasarkan pada bahan-bahan yang banyak digunakan pada tambak udang dan dimungkinkan berpengaruh terhadap kerja dari sensor kloramfenikol. Masing-masing bahan diukur terlebih dahulu intensitas fluoresensinya, kemudian dilakukan kombinasi bahan dengan berbagai konsentrasi. Perbandingan konsentrasi antara kloramfenikol dan tiap pengganggu adalah 1:1, 1:10 dan 1:100. Konsentrasi kloramfenikol yang diuji selektivitasnya adalah 6 ppm.

3.7 Aplikasi pada Sampel

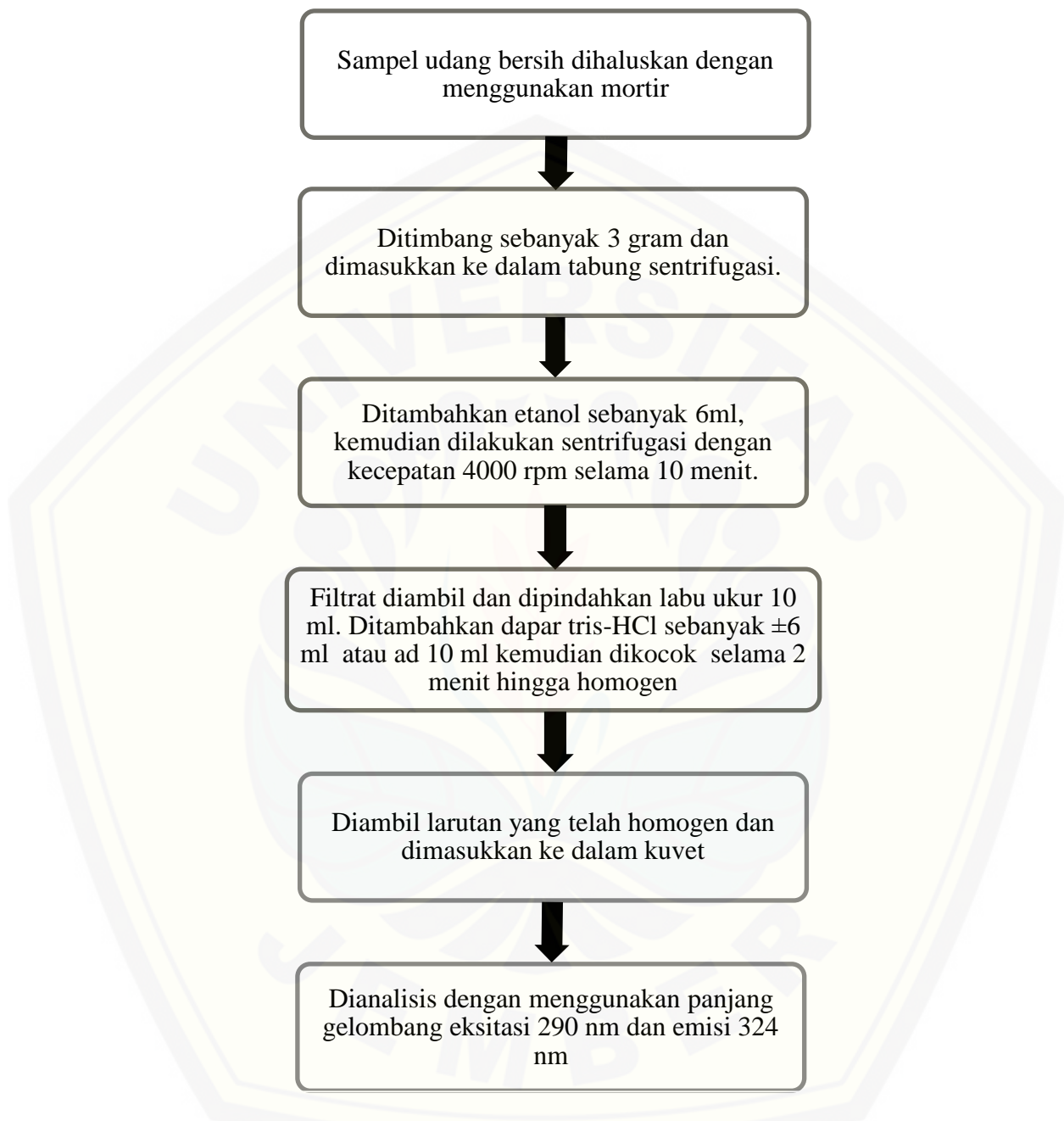
3.7.1 Preparasi Sampel Udang

Sampel udang segar berasal dari tambak yang berada daerah sekitar Jember. Beberapa bagian dari udang dibuang seperti kepala, ekor, dan isi perutnya. Kemudian daging dari udang dihaluskan dengan menggunakan mortir. Kemudian ditimbang sebanyak 3 gram udang halus lalu dimasukkan ke dalam tabung sentrifugasi. Dalam tabung tersebut ditambahkan etanol sebanyak 6 ml. Dikocok selama 3 menit kemudian dimasukkan ke dalam sentrifugasi. Diatur dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Setelah proses sentrifugasi selesai, diambil filtrat pada bagian atas yang

terpisah dan dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml. Pada labu ukur tersebut ditambahkan dan *dapar* tris-HCl sebanyak ± 6 ml atau hingga ad 10 ml. Setelah itu tabung dikocok selama 2 menit hingga larutan menjadi homogen. Setelah proses selesai larutan dapat dipindahkan ke dalam kuvet untuk dilakukan proses analisis dengan menggunakan spektrofotometer.

3.7.2 Penetapan Kadar Kloramfenikol Menggunakan Spektrofotometer

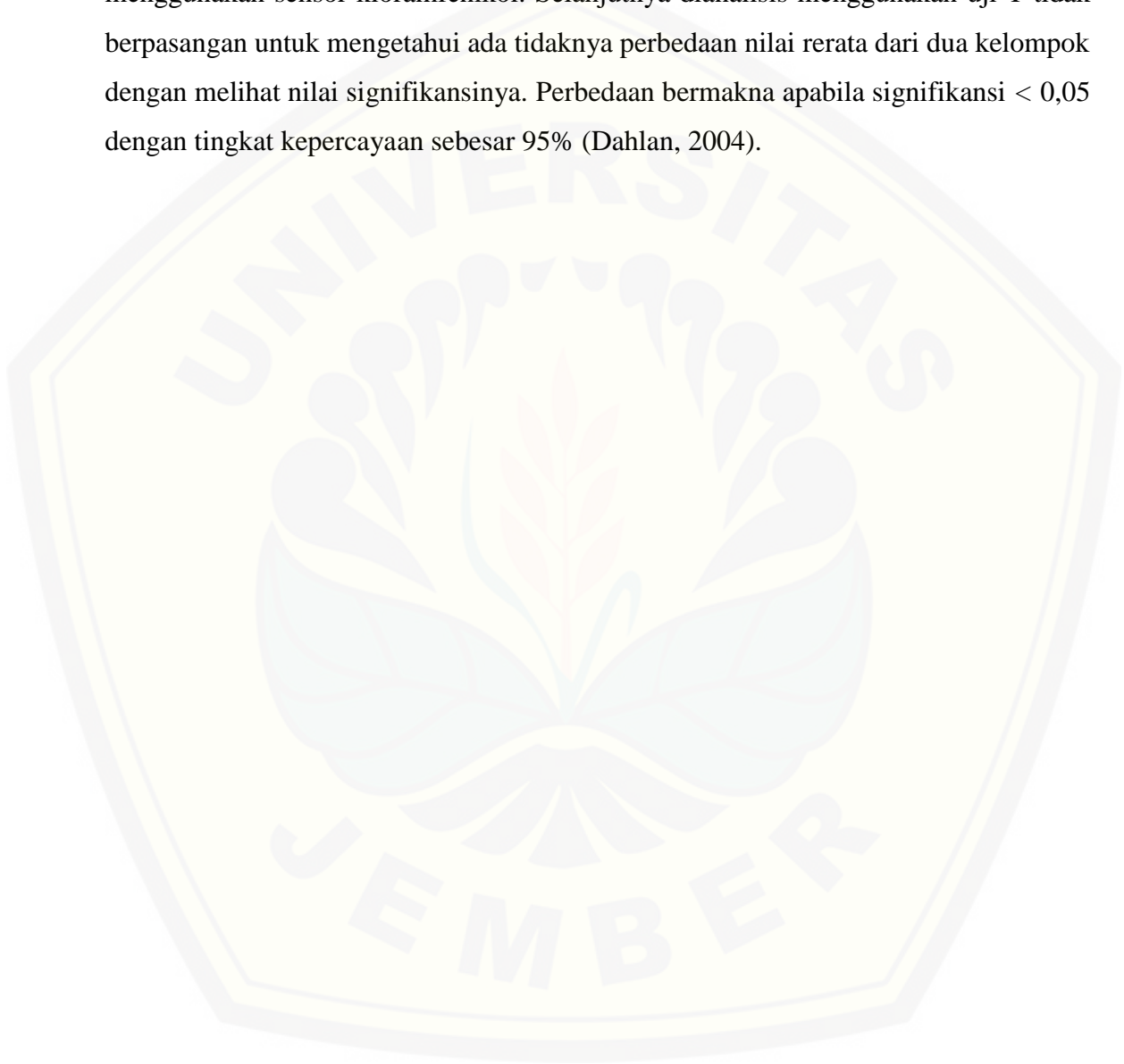
Masing-masing filtrat yang diperoleh dari sampel dipipet dan dimasukkan ke dalam kuvet yang sudah terpasang selulosa asetat. Dengan menggunakan panjang gelombang eksitasi 290 nm dan emisi 324 nm, diukur intensitas serapan sampel udang. kemudian hasil tersebut diolah ke dalam Microsoft Excel. Berikut merupakan diagram alur preparasi sampel dan analisis kadar sampel udang.



Gambar 3.3 Diagram alur preparasi dan penetapan kadar udang

3.8 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil sensor kloramfenikol pada pengujian sampel udang yang terdapat di pasaran dibandingkan dengan metode spektrofotometri tanpa menggunakan sensor kloramfenikol. Selanjutnya dianalisis menggunakan uji T tidak berpasangan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan nilai rerata dari dua kelompok dengan melihat nilai signifikansinya. Perbedaan bermakna apabila signifikansi $< 0,05$ dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% (Dahlan, 2004).



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Fabrikasi sensor kloramfenikol dibuat dari klise film yang dibentuk sesuai dengan bentuk dari kuvet kerja yaitu berukuran 3x1 cm, kemudian dibersihkan dengan HCl 2 N, selanjutnya dibilas dengan menggunakan aquadest. Setelah didapatkan selulosa asetat yang bersih, dilakukan imobilisasi dengan larutan BSA.
2. Kondisi optimum dari sensor kloramfenikol yaitu bekerja optimum pada dapar pH 8; Konsentrasi BSA 1000 ppm; panjang gelombang eksitasi yaitu 290 nm dan panjang gelombang emisi yaitu 324 nm dan waktu perendaman selama 18 jam.
3. Karakterisasi sensor kloramfenikol memberikan hasil yang linier dalam uji linieritas sebesar -0,997; nilai batas deteksi sebesar 0,157 ppm dan batas kuantifikasi sebesar 0,472 ppm; presisi dengan rata nilai RSD keterulangan 1,542% dan nilai RSD presisi intermediet sebesar 1,058%; nilai % *recovery* sebagai parameter akurasi sebesar 95,338% \pm 0,636 dan memiliki selektivitas yang baik terhadap eritromisin, pelet dan daging udang.
4. Sensor kloramfenikol berbasis BSA dapat diaplikasikan secara baik terhadap sampel udang windu yang di pasaran. Hasil pengujian menunjukkan 4 dari 5 sampel memberikan hasil yang positif mengandung kloramfenikol.

5.2 Saran

Penelitian pengembangan sensor kloramfenikol berbasis imobilisasi BSA pada selulosa asetat dengan metode spektrofotometri merupakan penelitian dasar

yang masih dapat dikembangkan. Adapun saran untuk pengembangan dari penelitian ini yaitu:

1. Pengembangan parameter validasi lain meliputi waktu respon dan waktu pakai agar lebih memenuhi syarat suatu metode pengukuran menggunakan sensor yang lebih valid
2. Penggunaan udang yang dikondisikan sejak awal sehingga udang benar-benar-benar tidak mengandung kloramfenikol
3. Penambahan pengganggu lain yang sering digunakan dalam tambak terhadap kloramfenikol ketika melakukan uji selektivitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aberg, J.A., Lacy,C.F, Amstrong, L.L, Goldman, M.P & Lance, L.L., 2009. *Drug Information Handbook*. 17th Edition. USA : Lexi-Comp for the American Pharmacists Association
- Amri, I.K. 2003. *Budidaya Udang Windu Secara Intensif*. Jakarta : AgroMedia.
- Amirna, W. O. R., Iba, W. & Rahman, A. 2013. Pemberian Silase Ikan Gabus pada Pakan Buatan Bagi Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Pada Stadia Post Larva. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. Vol. 2 (6): 91-99.
- Anonim. 2015. Waspada Musim Panas, Virus MYO pada Udang. <http://kompasnews.id/waspada-musim-panas-virus-myo-pada-udang/> (10 Mei 2016)
- Anthony R. Fooks, Mark P. Zwart, Bui Thi Minh Dieu, Lia Hemerik, & Just M. Vlak. Evolutionary Trajectory of White Spot Syndrome Virus (WSSV) Genome Shrinkage during Spread in Asia. *Plos ONE* 2010. Vol. 5 (10): 1-11
- Apriandi, B. 2015. Cara Mencegah dan Mengatasi Penyakit Bintik Hitam pada Udang. <http://www.isw.co.id/#!Cara-Mencegah-dan-Mengatasi-Penyakit-Bintik-Hitam-Pada-Udang/cx49/5604c8220cf25fa7fe16c0ea>. (10 Mei 2016)
- Azis, T., 2012. Desain dan Karakterisasi Biosensor Berbasis Immobilisasi Enzim Untuk Analisis Residu Pestisida Diazinon Dalam Tanaman Kubis (Brassica Oleracea). *Paradigma* Vol. 16: 57–66.
- Bertram G.Katzung. 2010. *Farmakologi Dasar Dan Klinik*. 10th ed. Jakarta : Penerbit EGC
- Dananjaya, I. & Wahyujati, A., 2013. Peningkatan Daya Saing Produk Lokal Dalam Upaya Standardisasi Memasuki Pasar Global (Standardisasi Mutu dan Kualitas Udang Windu). *UG Jurnal*. Vol. 6 (2): 09-15.
- Dahlan, M.S. 2004. *Statistika Untuk Kedokteran dan Kesehatan*. Jakarta : Arkans.

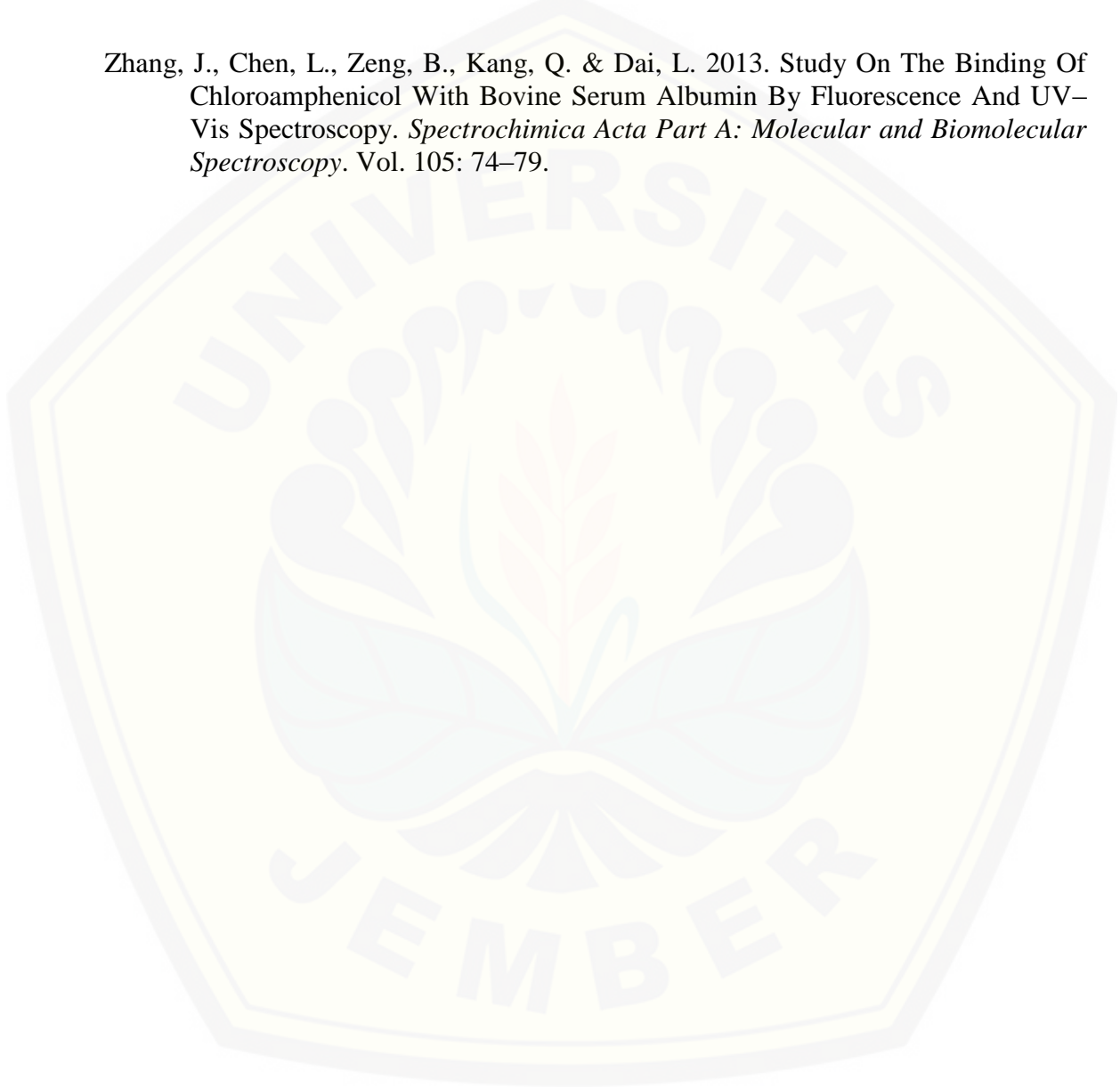
- Fatimah, N., Prasetya, A.T. & Sumarni W. 2014. Penggunaan Silika Gel Terimobilisasi Biomassa *Aspergillus niger* untuk Adsorpsi Ion Logam Fe (III). *Indonesia Journal of Chemistry Science*. Vol. 3 (3): 184-187
- FDA. 2003. *U.S. Food and Drug Administration*. USA : Center for Food Safety and Applied Nutrition.
- Eggins & Brian R. 1996. *Biosensor an Introduction*. New York : John Wiley and Sons.
- Gaol, M.R.L.L., Sitorus, R., Yanthi, S., Surya, I., & Manurung, R., 2013. Pembuatan Selulosa Asetat Dari A-Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol. 2 (3): 33-39.
- Harmita. 2004. Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. Vol. 1 (3): 127.
- Huber, L. 2007. *Validation And Qualification In Analytical Laboratories 2nd Edition*. New York : Informa Healthcare USA, Inc
- Imelda, R. 2012. Pemeriksaan Kandungan Kloramfenikol dalam Udang yang dipasarkan di Kota Medan Tahun 2011. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Indrayanto, A., Indrayanto, G., & Mulja, M. 2003. *Validation Method of Analysis v.1.03 Software from General Public License*. Faculty of Pharmacy. Surabaya : Airlangga University Press
- Khopkar S. 2007. *Konsep Dasar Biokimia*. Jakarta : UI Press
- Juarno, O., 2012. Daya Saing Dan Strategi Peningkatan Ekspor Udang Indonesia Di Pasar Internasional. Disertasi. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Kementerian Kelautan Dan Perikanan RI. 2015. Peraturan Menteri Kelautan Dan Perikanan tentang Pengendalian Residu Obat Ikan, Bahan Kimia, dan Kontaminan Pada Kegiatan Pembudidayaan Ikan Konsumsi Nomor 39/Permen-Kp/2015. Kementerian Kelautan Dan Perikanan RI. Jakarta.

- Kennedy, J. & Melo, E. H. M., *Immobilized Enzyme and cells*. United Kingdom : University of Birmingham.
- Kusumaningrum, E.D. & Tusihadi, T. 2012. Insidensi Infectious Hypodermal dan Hematopoietic Necrosis Virus (IHHNV) dan Infectious Myonecrosis Virus (IMNV) Pada Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*) di Pertambakan Sekitar Teluk Lampung Tahun 2010 Dengan Metode Analisis Polymerase Chain Reaction (PCR). *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. Vol. 1 (1): 1-6
- Kuswandi, B. 2010. *Sensor Kimia Teori, Praktek, dan Aplikasi*. Jember : Jember University Press.
- Mufidah, T. & Isti K. 2010. Histopatologi kasus Multi Infeksi Alami White Spot Syndrome Virus (WSSV) dan Invectious Hypodermal Haematopoetic Necrosis (IHHNV). Jakarta. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. 921-926
- Mulja. 1995. *Analisis Instrumental*. Surabaya : Airlangga Univercity Press.
- Ojeda, C.B & Fuesenta, S.R., 2006. Recent Development In Optical Chemical Sensors Coupling With Flow Injection Analysis. *Sensors 2006*. Vol. 6 (10): 1245-1307
- Oktaviani, O. & Erwidodo. 2005. *Indonesia's shrimp exports: meeting the challenge of quality standars*. https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/casestudies_e/case18_e.htm (1 Mei 2016)
- Razali, M., 2011. "Isolasi Dan Uji Antagonis Bakteri Resisten Antibiotik Dari Tambak Udang Terhadap Bakteri Penyebab Penyakit Vibriosis." Tidak Diterbitkan. Tesis. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Putri, S.Y. 2013. "Pengembangan dan Validasi Metode KCKT Untuk Determinasi Residu Kloramfenikol Dalam Ikan Lele Dengan Pemberian Secara Intraabdominal Cavity." Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Universitas Jember.

- Setyabudi, D., Sitanggang, I.S. & Herdiyeni, Y. 2007. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Udang Windu (*Penaeus monodon*) Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*
- Singh, J., 2015. International Conference On Harmonization Of Technical Requirements For Registration Of Pharmaceuticals For Human Use. *Journal of Pharmacology and Pharmacotherapy*. Vol. 6 : 185.
- Siswandono & Soekardjo. (1995). *Kimia Medisinal*. Surabaya: Penerbit Airlangga University Press.
- Soetomo, H. A. 1990. *Teknik Budidaya Udang Windu*. Bandung : Penerbit Sinar Baru Algesindo
- Sriwulan, S. & Anshary, H., 2011. Deteksi Virus Penyebab Penyakit Kerdil Pada Benih Udang Windu (*Penaeus monodon*) Dengan Multiplex PCR. *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.)* Vol. 8 (1): 1-7 .
- Syamsu, K. & Kuryani, T., 2015. Pembuatan Biofilm Selulosa Asetat Dari Selulosa Mikrobial Nata De Cassava. *E-Jurnal Agroindustri Indonesia*. Vol. 3 (1): 126-133
- Tabuchi, M., watanabe K, Morinaga Y & Yoshinaga F. 1998. Acetylation of Bacterial Cellulose; preparation of Cellulose having a high degree of Polymerization. *Biosci Biotechnol Biotechm*. Vol. 62 (7): 1451-1454
- Tahir, A., Rantetondok, A. & Anshary, H. 2013. "Tipe Infeksi Virus Penyakit Kerdil ((IHHNV, MBV, dan HPV) pada Benih Udang Windu (*Penaeus monodon*) pada Musim Berbeda Di Sulawesi Selatan." Tidak Diterbitkan. Laporan Penelitian. Makasar. Univesitas Hasanuddin
- Wattimena JR, Sugiarto NC, Widiyanto MB, Sukandar EY, Soemardji AA & Setiabudi AR. 1991. *Farmakologi dan Terapi Antibiotik*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Winarno,FG. (2002). *Masalah Kloramfenikol Pada Produksi Udang di Indonesia*. Jakarta : Departemen Perikanan Dan Kelautan.

Yuniarso, T., 2006. "Peningkatan Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan, Dan Daya Tahan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Stadium P1 7–P1 20 Setelah Pemberian Silase Artemia Yang Telah Diperkaya Dengan Silase Ikan. " Tidak Diterbitkan. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Zhang, J., Chen, L., Zeng, B., Kang, Q. & Dai, L. 2013. Study On The Binding Of Chloroamphenicol With Bovine Serum Albumin By Fluorescence And UV–Vis Spectroscopy. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. Vol. 105: 74–79.



LAMPIRAN

LAMPIRAN A. DATA OPTIMASI KONDISI ANALISIS

- Pembuatan Larutan Kloramfenikol

$$\text{Larutan induk 1000 ppm} \rightarrow \frac{25 \text{ mg}}{25 \text{ ml}} \times 1000 = 1000 \text{ ppm}$$

$$\text{Larutan induk 100 ppm} \rightarrow \frac{10 \text{ ml}}{100 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ppm} = 100 \text{ ppm}$$

$$2 \text{ ppm} \rightarrow \frac{1 \text{ ml}}{50 \text{ ml}} \times 100 \text{ ppm} = 2 \text{ ppm}$$

$$4 \text{ ppm} \rightarrow \frac{2 \text{ ml}}{50 \text{ ml}} \times 100 \text{ ppm} = 4 \text{ ppm}$$

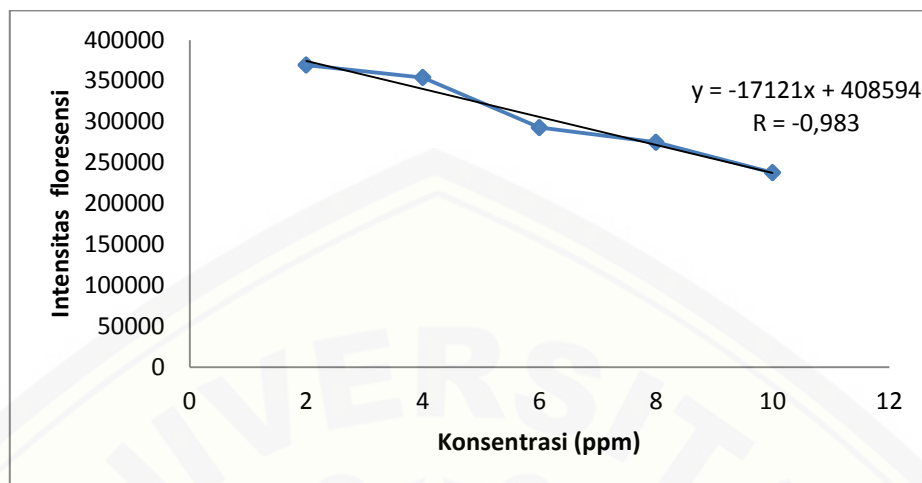
$$6 \text{ ppm} \rightarrow \frac{3 \text{ ml}}{50 \text{ ml}} \times 100 \text{ ppm} = 6 \text{ ppm}$$

$$8 \text{ ppm} \rightarrow \frac{2 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100 \text{ ppm} = 8 \text{ ppm}$$

$$10 \text{ ppm} \rightarrow \frac{1 \text{ ml}}{100 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ppm} = 10 \text{ ppm}$$

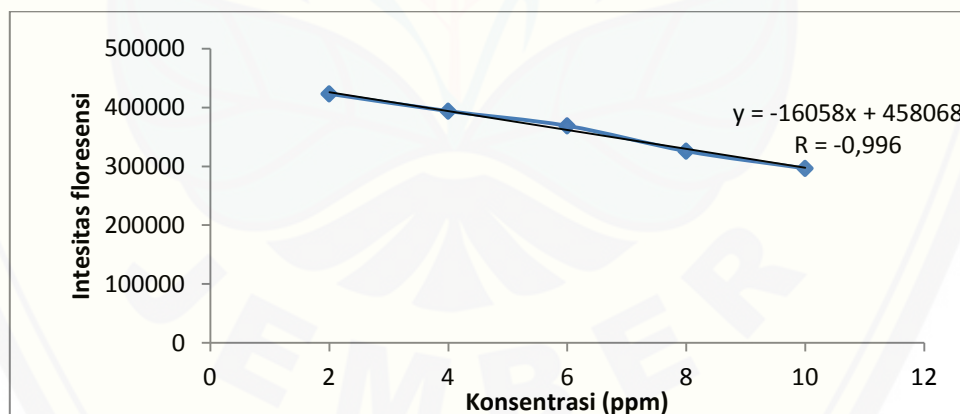
1. Data Tabel dan Grafik Optimasi pH 7,4

Konsentrasi	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-Rata
2	375432	360927	371949	369436
4	336295	349958	376348	354200,33
6	304036	284094	290575	292901,67
8	296453	257737	270603	274931
10	251294	229746	232530	237856,67



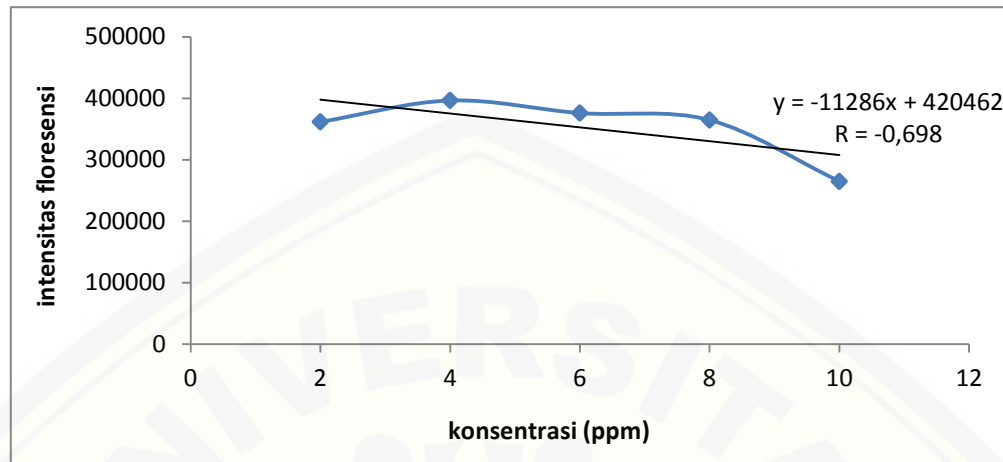
2. Data dan Grafik pH 8

Konsentrasi	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-Rata
2	436340	418460	414934	423244,67
4	420149	396327	365144	393873,33
6	410486	374620	321607	368904,33
8	368794	322451	286638	325961
10	337623	292134	260114	296623,67



3. Data dan Grafik pH 7

Konsentrasi	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-Rata
2	327705	379505	377755	361655
4	369432	374143	446140	396571,67
6	374189	369441	384643	376091
8	361878	347243	384919	364680
10	255317	269147	269770	264744,67



Lampiran B. Optimasi Konsentrasi BSA

- Pembuatan Larutan BSA

$$\text{Larutan induk 2000 ppm} \rightarrow \frac{50 \text{ mg}}{25 \text{ ml}} \times 1000 = 2000 \text{ ppm}$$

$$200 \text{ ppm} \rightarrow \frac{1 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 2000 \text{ ppm} = 200 \text{ ppm}$$

$$20 \text{ ppm} \rightarrow \frac{1 \text{ ml}}{100 \text{ ml}} \times 2000 \text{ ppm} = 20 \text{ ppm}$$

- Pengenceran BSA

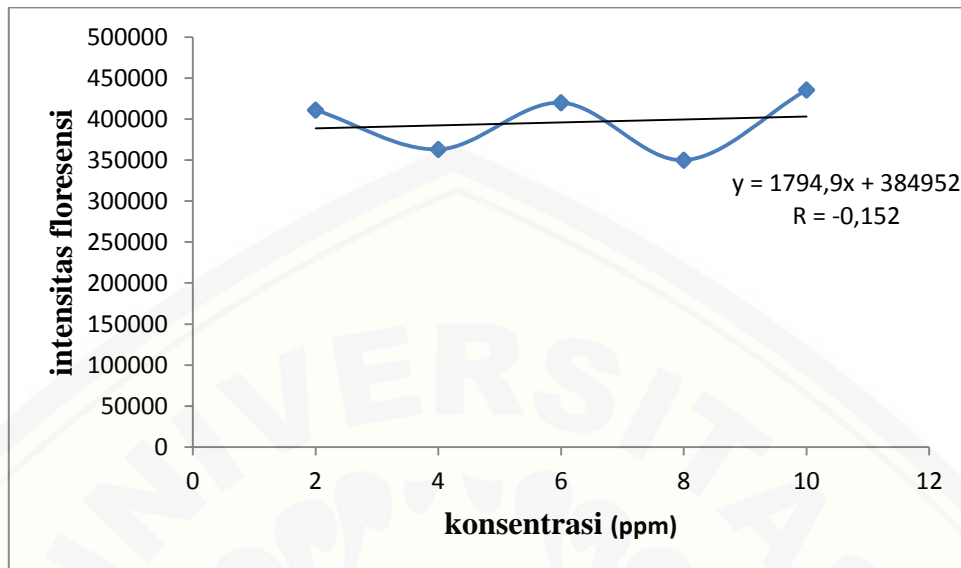
$$10 \text{ ppm} \rightarrow \frac{2 \text{ ml}}{4 \text{ ml}} \times 20 \text{ ppm} = 10 \text{ ppm}$$

$$100 \text{ ppm} \rightarrow \frac{2 \text{ ml}}{4 \text{ ml}} \times 200 \text{ ppm} = 100 \text{ ppm}$$

$$1000 \text{ ppm} \rightarrow \frac{2 \text{ mg}}{4 \text{ ml}} \times 2000 = 1000 \text{ ppm}$$

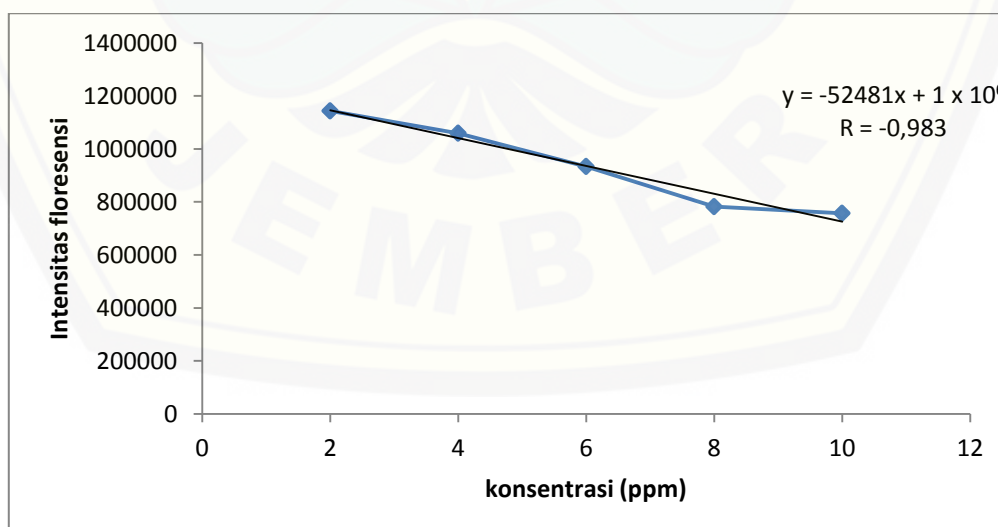
1. Data dan Grafik Konsentrasi BSA 10 ppm

Konsentrasi	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-Rata
2	437571,1	403499,5	391352	410807,53
4	377209,6	366801,4	344720,7	362910,57
6	458988,8	400112	400315,1	419805,3
8	351454,4	362331,3	335425,4	349737,03
10	399232	461052	445744,6	435342,87



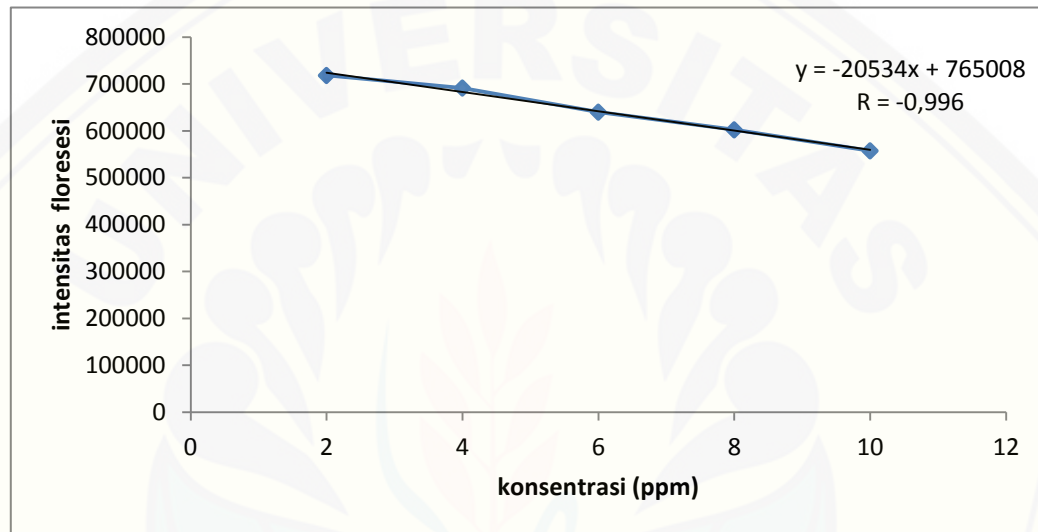
2. Data dan Grafik Konsentrasi BSA 100 ppm

Konsentrasi	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-Rata
2	1229763	1102827	1098217	1143602,33
4	1107267	1083632	987538	1059479
6	928763	981020,8	892010	933931,27
8	802927,6	781367	762819	782371,2
10	780193	752739	739118,3	757350,1



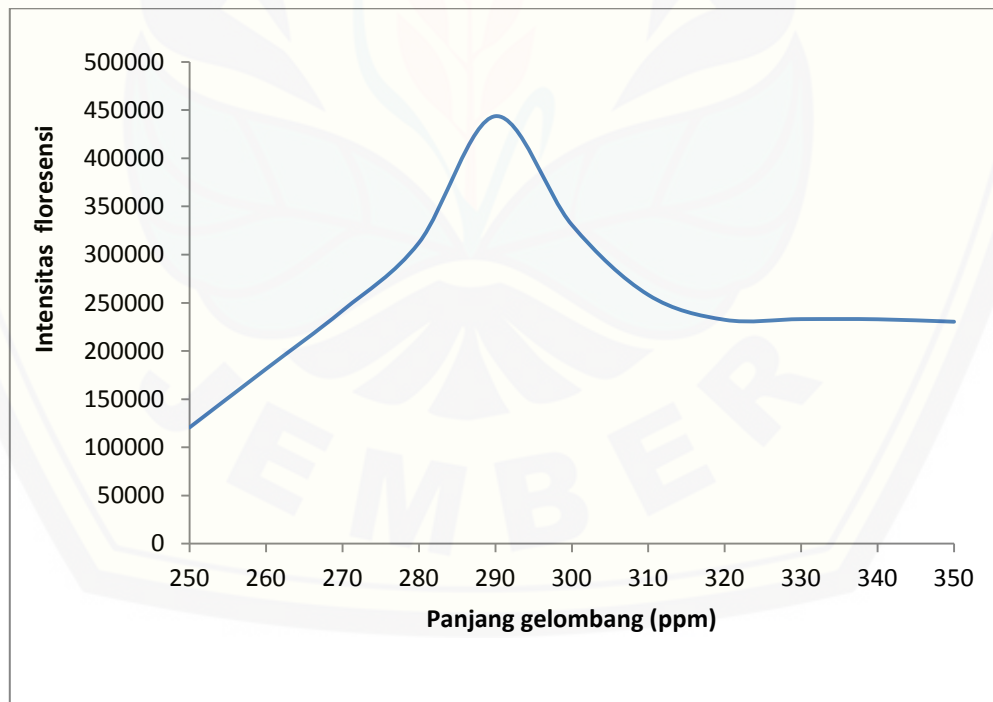
3. Data dan Grafik Konsentrasi BSA 1000 ppm

Konsentrasi	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-Rata
2	725795,3	715674	712937,7	718135,67
4	692541,7	687699,3	693852	691364,33
6	643787	641432	634637	639952
8	604756,6	598973,1	602763,2	602164,3
10	568367,9	551870	551937	557391,63



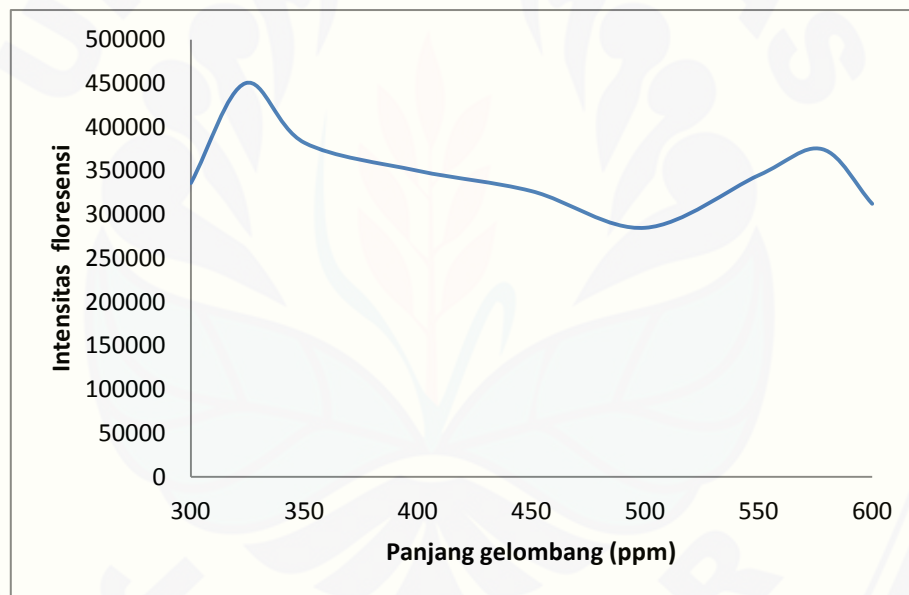
Lampiran C. Optimasi Panjang Gelombang Kloramfenikol**1. Panjang Gelombang Eksitasi Kloramfenikol**

Panjang Gelombang	Intensitas
250	120745
260	181463
270	242001
280	312477
290	443843
300	331048
310	258354
320	232476
330	233185
340	233009
350	230461



2. Panjang Gelombang Emisi Kloramfenikol

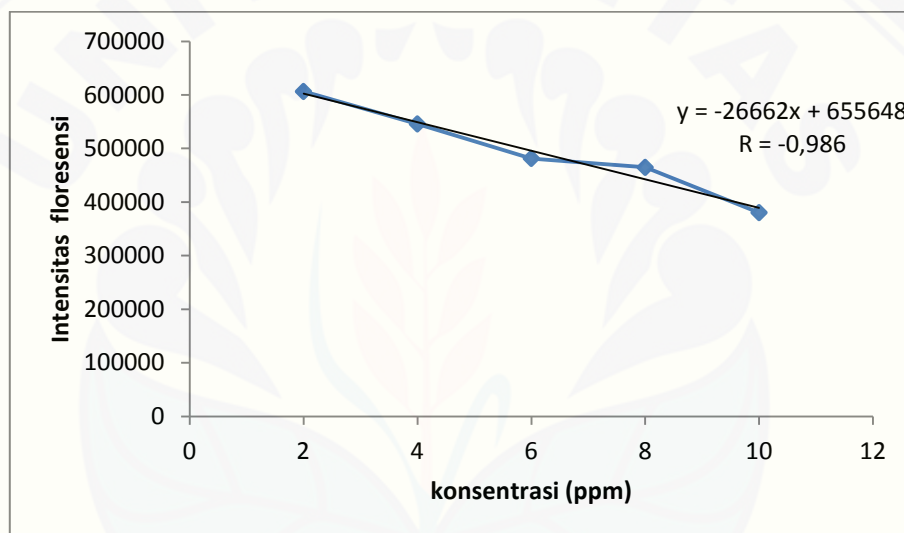
Panjang Gelombang	Intensitas
300	335836
324	450119
350	381936
400	349802
450	326537
500	284560
550	344682
578	374619
600	312038



Lampiran D. Optimasi Lama Perendaman Selulosa Asetat

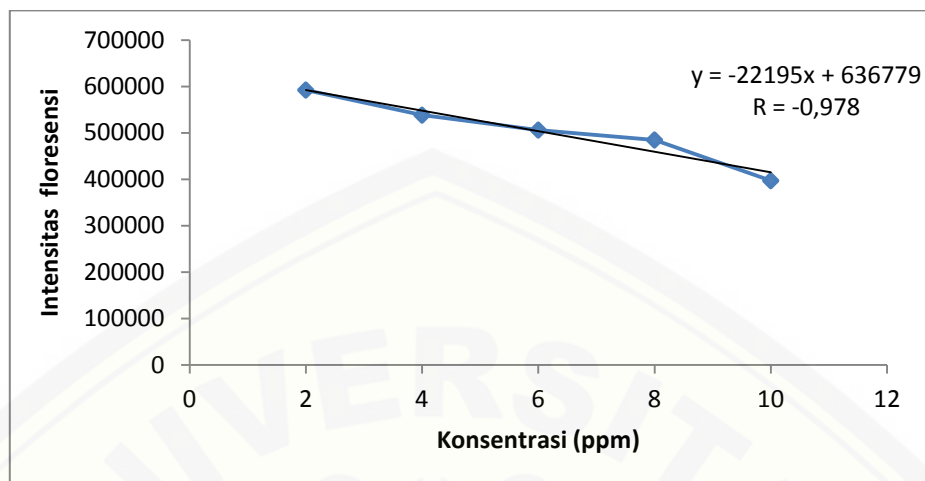
1. Data dan Grafik Perendaman 3 jam

Konsentrasi	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-Rata
2	613746	603612	601634	606330,67
4	546237	537244	553745	545742
6	493623	468304	482193	481373,33
8	472420	446353	475301	464691,33
10	385124	370247	385328	380233



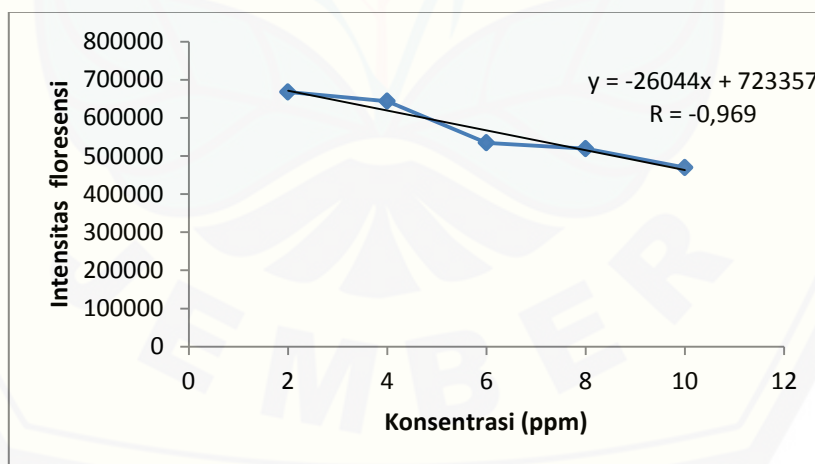
2. Data dan Grafik Perendaman 6 jam

Konsentrasi	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-Rata
2	601029	592730	582833	592197,33
4	522891	543282	548301	538158
6	483628	501728	532737	506031
8	462720	498393	492830	484647,67
10	398293	383772	408930	396998,33



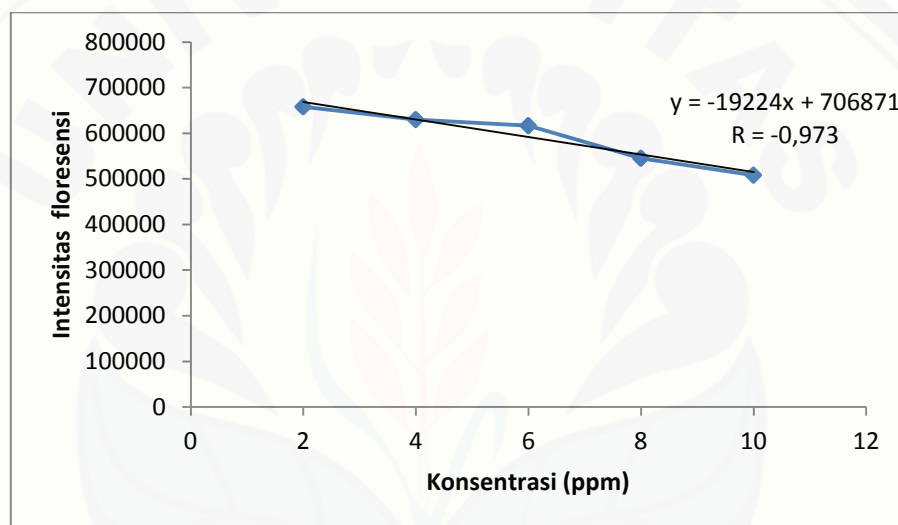
3. Data dan Grafik Perendaman 9 jam

Konsentrasi	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-Rata
2	660017	673204	670302	667841
4	649283	643598	638647	643842,67
6	552639	528102	523650	534797
8	540290	503910	513729	519309,67
10	482721	473735	452538	469664,67



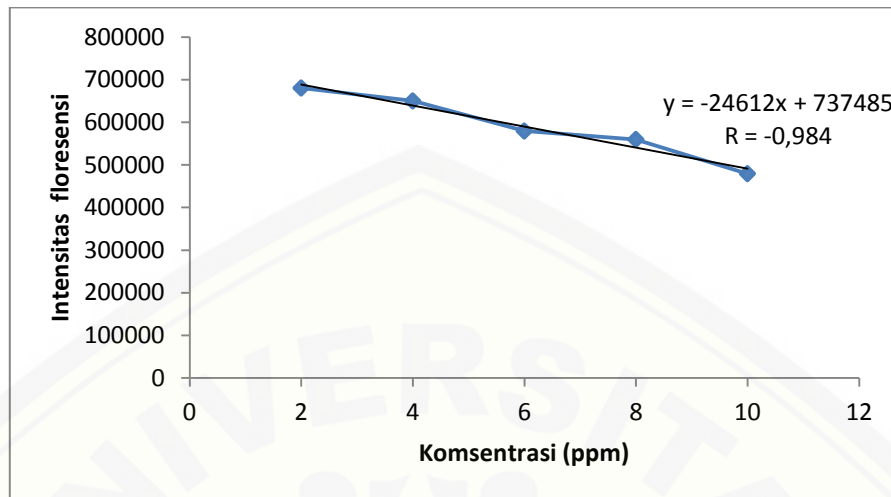
4. Data dan Grafik Perendaman 12 jam

Konsentrasi	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-Rata
2	658394	642627	672923	657981,33
4	629374	617360	642839	629857,67
6	583729	572892	693002	616541
8	542619	539208	553728	545185
10	502830	493021	528391	508080,67



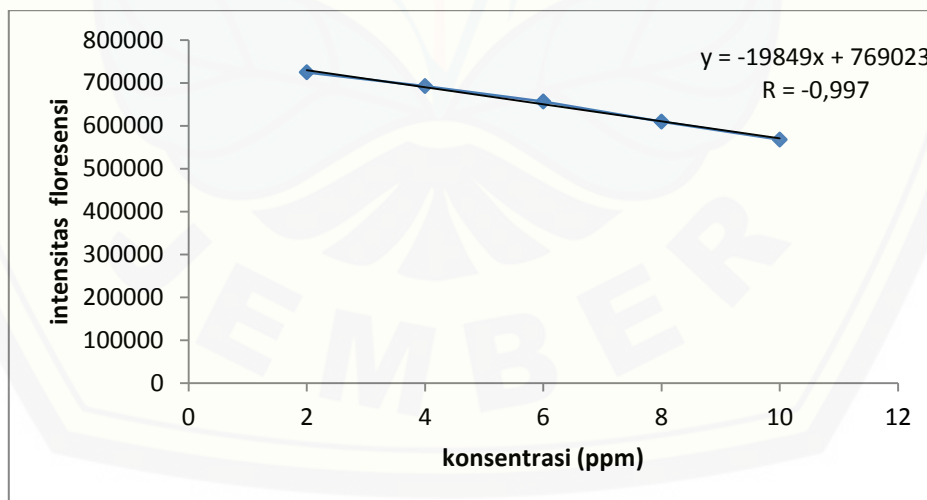
5. Data dan Grafik Perendaman 15 jam

Konsentrasi	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-Rata
2	686352	671928	682920	680400
4	652728	651002	646372	650034
6	582725	582932	572738	579465
8	553728	552783	572721	559744
10	492633	482810	462839	479427,33



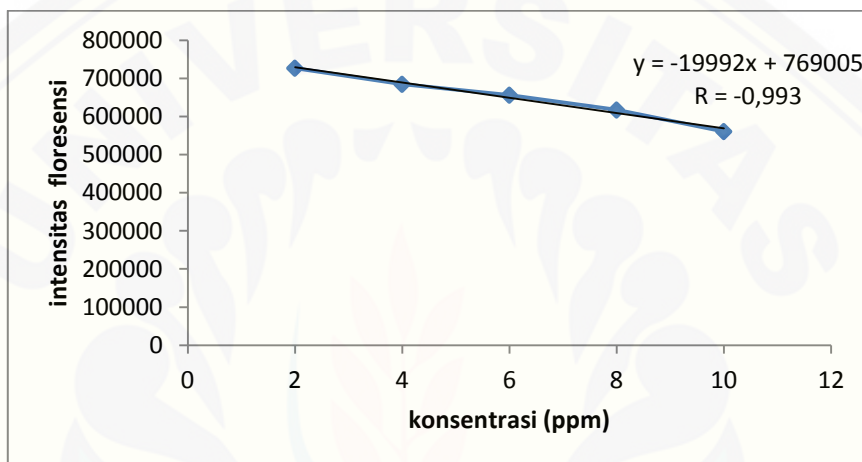
6. Data dan Grafik Perendaman 18 jam

Konsentrasi	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-Rata
2	725972	729033	718370	724458,333
4	690191	693731	692736	692219,333
6	658212	657604	652829	656215
8	602983	608462	616573	609339,333
10	569282	562920	570013	567405



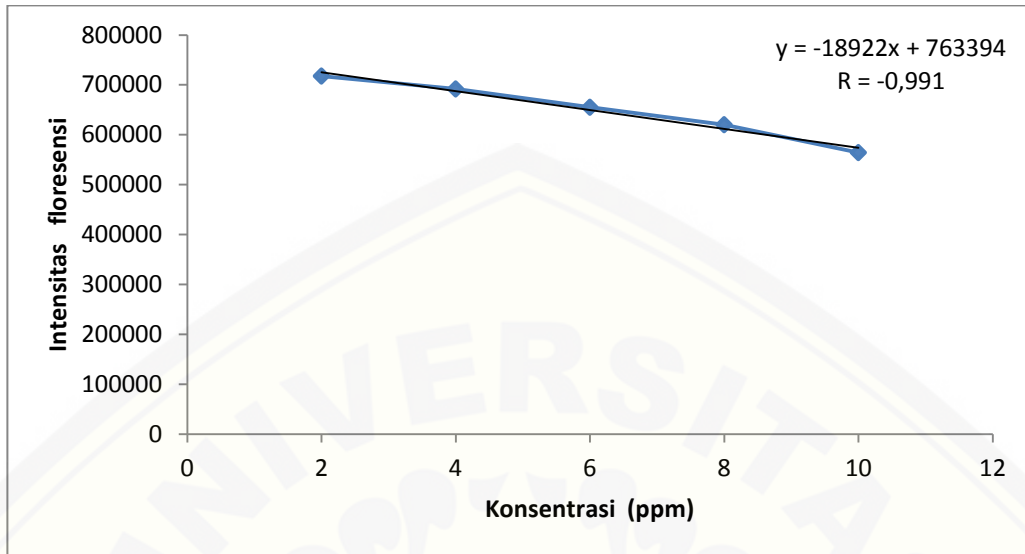
7. Data dan Grafik Perendaman 21 jam

Konsentrasi	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-Rata
2	737392	719737	723389	726839,3333
4	680297	693420	680029	684582
6	646212	663628	658392	656077,3333
8	608291	629309	613744	617114,6667
10	579835	553836	548292	560654,3333



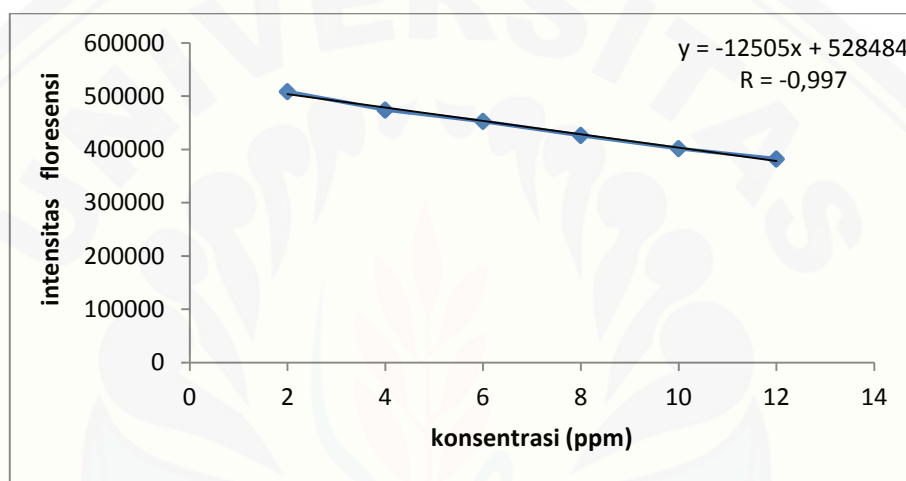
8. Data dan Grafik Perendaman 24 jam

Konsentrasi	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-Rata
2	727392	716479	709287	717719,333
4	687363	699747	688460	691856,667
6	658373	649847	657382	655200,667
8	618940	627163	614566	620223
10	560829	568036	564091	564318,667



Lampiran E. Data dan Grafik Uji Linieritas

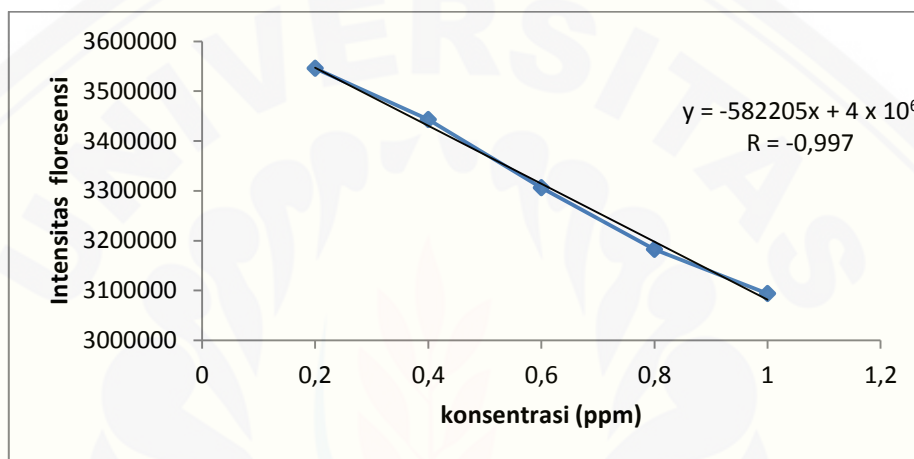
Konsentrasi	Intensitas 1	Intensitas 2	Intensitas 3	Rata-Rata Intensitas
2	512842,4	506378.8	506406.3	508542,5
4	478021	476309	467799	474043
6	453675.8	452971.4	451800.2	452815,8
8	426513	427097.6	425601.1	426403,9
10	401449.7	402523.1	401239.4	401737,4
12	383014.5	381571.6	381805.7	382130,6



Keterangan	Hasil
Metode	Linieritas
Probabilitas	95%
Jumlah Data	6
Persamaan Garis	$Y = 528484 - 12505x$
Koefisien Korelasi	-0,997
V_{x0}	-4.655%
X_p	-1.998%

Lampiran F. Data dan Grafik Batas Deteksi dan Batas Kuantifikasi

Konsentrasi	Intensitas 1	Intensitas 2	Intensitas 3	Intensitas Rata-Rata
0,2	3551248	3544287	3542153	3545896
0,4	3439854	3446127	3443145	3443042
0,6	3310124	3305419	3303312	3306285
0,8	3175998	3188541	3183159	3182566
1	3086413	3092964	3102410	3093929



Keterangan	Hasil
Metode	BD-BK
Jumlah Data	5
Nilai BD	0.157
Nilai BK	0.472

a. Perhitungan Batas Deteksi

$$\text{Batas Deteksi} = 0,157 \text{ ppm}$$

b. Perhitungan Kuantifikasi

$$\text{Batas Kuantifikasi} = \frac{10}{3} \times \text{BD}$$

$$\text{Batas Kuantifikasi} = \frac{10}{3} \times 0,157$$

$$\text{Batas Kuantifikasi} = 0,472$$

Lampiran G. Data Uji Presisi

1. Tabel dan Data Keterulangan

Sampel	Berat Udang (g)	Berat Udang (mg)	Intensitas	Konsentrasi (ppm)	Bobot Analit (mg)	%b/b
1	3,021	3021	449816	6,274	0,06274	0,002076
2	3,017	3017	450153	6,247	0,06247	0,002071
3	3,008	3008	448311	6,395	0,06395	0,002125
4	3,024	3024	450337	6,233	0,06232	0,002061
5	3,014	3014	451613	6,131	0,06131	0,002034
6	3,022	3022	451241	6,161	0,06161	0,002038
7	3,004	3004	450172	6,262	0,06262	0,002084
8	3,015	3015	449760	6,295	0,06295	0,002087
9	3,013	3013	449112	6,346	0,06347	0,002106
10	3,028	3028	452113	6,107	0,06106	0,002017
11	3,014	3014	451360	6,167	0,06167	0,002046
12	3,009	3009	451106	6,187	0,06187	0,002056
13	3,011	3011	449616	6,306	0,06306	0,002094
14	3,007	3007	450713	6,219	0,06218	0,002068
15	3,014	3014	451361	6,167	0,06166	0,002046
16	3,025	3025	449167	6,342	0,06342	0,002097
17	3,009	3009	452319	6,091	0,06091	0,002024
18	3,016	3016	451466	6,1584	0,06158	0,002042

Keterangan	Hasil
Rata-Rata % b/b	0,002065 ± 0,00003185
Rata-Rata cv	1,543%

Adapun contoh perhitungan tersebut diperoleh dengan cara berikut:

Misal pada perhitungan sampel 1

Intensitas floresensi (y) 449816 → $y = 528484x - 12506$

$$\rightarrow x = 6,274 \text{ ppm}$$

Jumlah analit dalam larutan sampel 10 ml:

$$6,274 \mu\text{g/ml} \times 10 \text{ ml} = 62,74 \mu\text{g} \rightarrow 0,06274 \text{ mg}$$

$$\%b/b \rightarrow \frac{0,06274 \text{ mg}}{3021 \text{ mg}} \times 100\% = 0,002076 \%$$

2. Data Presisi Intermediet

Replikasi 1 (Hari Pertama)

Sampel	Berat Udang (g)	Berat Udang (mg)	Intensitas	Konsentrasi (ppm)	Bobot Analit (mg)	%b/b
1	3,008	3008	448903	6,347	0,06347	0,00211
2	3,012	3012	449331	6,313	0,06313	0,002096
3	3,014	3014	450027	6,258	0,06258	0,002076
4	3,018	3018	449741	6,280	0,06280	0,002081
5	3,005	3005	451734	6,121	0,06121	0,002037
6	3,013	3013	449785	6,277	0,06277	0,002083
Rata-Rata						0,002081
SD	0,00002467					
cv	1,186%					

Replikasi 2 (Hari Kedua)

Sampel	Berat Udang (g)	Berat Udang (mg)	Intensitas	Konsentrasi (ppm)	Bobot Analit (mg)	%b/b
1	3,009	3009	449232	6,337	0,06337	0,002106
2	3,021	3021	449169	6,342	0,06342	0,002099
3	3,014	3014	449781	6,293	0,06293	0,002088
4	3,007	3007	451274	6,174	0,06174	0,002053
5	3,011	3011	450117	6,266	0,06266	0,002081
6	3,013	3013	449465	6,318	0,06318	0,002097
Rata-Rata						0,002087
SD	0,00001897					
cv	0,9081%					

Replikasi 3 (Hari Ketiga)

Sampel	Berat Udang (g)	Berat Udang (mg)	Intensitas	Konsentrasi (ppm)	Bobot Analit (mg)	%b/b
1	3,004	3004	451217	6,178	0,06178	0,002057
2	3,011	3011	450672	6,222	0,06222	0,002066
3	3,018	3018	449131	6,345	0,06345	0,002102
4	3,006	3006	451842	6,128	0,06128	0,002039
5	3,014	3014	450164	6,263	0,06263	0,002078
6	3,007	3007	451305	6,171	0,06171	0,002052
Rata-Rata						0,002066
SD	0,00002229					
cv	1,079%					

Keterangan	Hasil
Rata-Rata % b/b	0,002078 ± 0,00002198
Rata-Rata cv	1,058%

Adapun contoh perhitungan tersebut diperoleh dengan cara berikut:

Misal pada perhitungan sampel 1 hari pertama

Intensitas floresensi (y) 448903 → $y = 528484x - 12506$

$$\rightarrow x = 6,347 \text{ ppm}$$

Jumlah analit dalam larutan sampel 10 ml:

$$6,347 \mu\text{g/ml} \times 10 \text{ ml} = 63,47 \mu\text{g} \rightarrow 0,06347 \text{ mg}$$

$$\%b/b \rightarrow \frac{0,06347 \text{ mg}}{3008 \text{ mg}} \times 100\% = 0,00211 \%$$

Lampiran H. Data Uji Akurasi

Penimbangan Sampel	Penambahan Standar	Sampel Adisi	Massa Teoritis	Intensitas	Konsentrasi Percobaan	Massa Percobaan	% Recovery	SD	CV	Rata-Rata %Recovery
3023		0,01873	0,08117	429182	7,9403	0,07940	97,828			
3012	30%	0,01867	0,08087	428045	8,0313	0,08031	99,309	0,862	0,876%	98,314 ± 0,862
3007		0,01863	0,08074	429730	7,8965	0,07896	97,806			
3023		0,02809	0,09053	423014	8,4336	0,08434	93,155			
3021	45%	0,02808	0,09047	423781	8,3722	0,08372	92,539	0,495	0,532%	93,071 ± 0,495
3008		0,02796	0,09008	423129	8,4244	0,08424	93,518			
3014		0,03735	0,0996	410806	9,4097	0,09409	94,475			
3011	60%	0,03731	0,0995	411291	9,3709	0,09371	94,179	0,551	0,581%	94,633 ± 0,551
3005		0,03724	0,0993	410201	9,4581	0,09458	95,245			

Adapun data di atas diperoleh dengan cara sebagai berikut:

1. Adisi 30%

- Penimbangan sampel 3 gram, maka jumlah standar kloramfenikol
$$\frac{3000 \text{ mg sampel} \times 0,002065 \text{ g} \times 0,3}{100 \text{ g}} = 0,01858 \text{ mg standar kloramfenikol}$$

0,002065 merupakan kadar b/b (%) rata-rata dari hasil uji presisi

- Konsentrasi teoritis

$$\frac{0,002065 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 3000 \text{ mg} = 0,06195 \text{ mg} + 0,01858 \text{ mg} = 0,08053 \text{ mg (jumlah kloramfenikol dalam standar adisi 30%)}$$

2. Adisi 45%

- Penimbangan sampel 3 gram, maka jumlah standar kloramfenikol
$$\frac{3000 \text{ mg sampel} \times 0,002065 \text{ g} \times 0,45}{100 \text{ g}} = 0,02787 \text{ mg standar kloramfenikol}$$

- Konsentrasi teoritis

$$\frac{0,002065 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 3000 \text{ mg} = 0,06195 \text{ mg} + 0,02787 \text{ mg} = 0,08982 \text{ mg (jumlah kloramfenikol dalam standar adisi 45%)}$$

3. Adisi 60%

- Penimbangan sampel 3 gram, maka jumlah standar kloramfenikol
$$\frac{3000 \text{ mg sampel} \times 0,002065 \text{ g} \times 0,6}{100 \text{ g}} = 0,03717 \text{ mg standar kloramfenikol}$$

- Konsentrasi teoritis

$$\frac{0,002065 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 3000 \text{ mg} = 0,06195 \text{ mg} + 0,03717 \text{ mg} = 0,09912 \text{ mg (jumlah kloramfenikol dalam standar adisi 60%)}$$

Adapun contoh perhitungan *% recovery* dari akurasi tersebut diperoleh dengan cara berikut:

Misal pada perhitungan sampel 1 (massa teoritis 3023 mg)

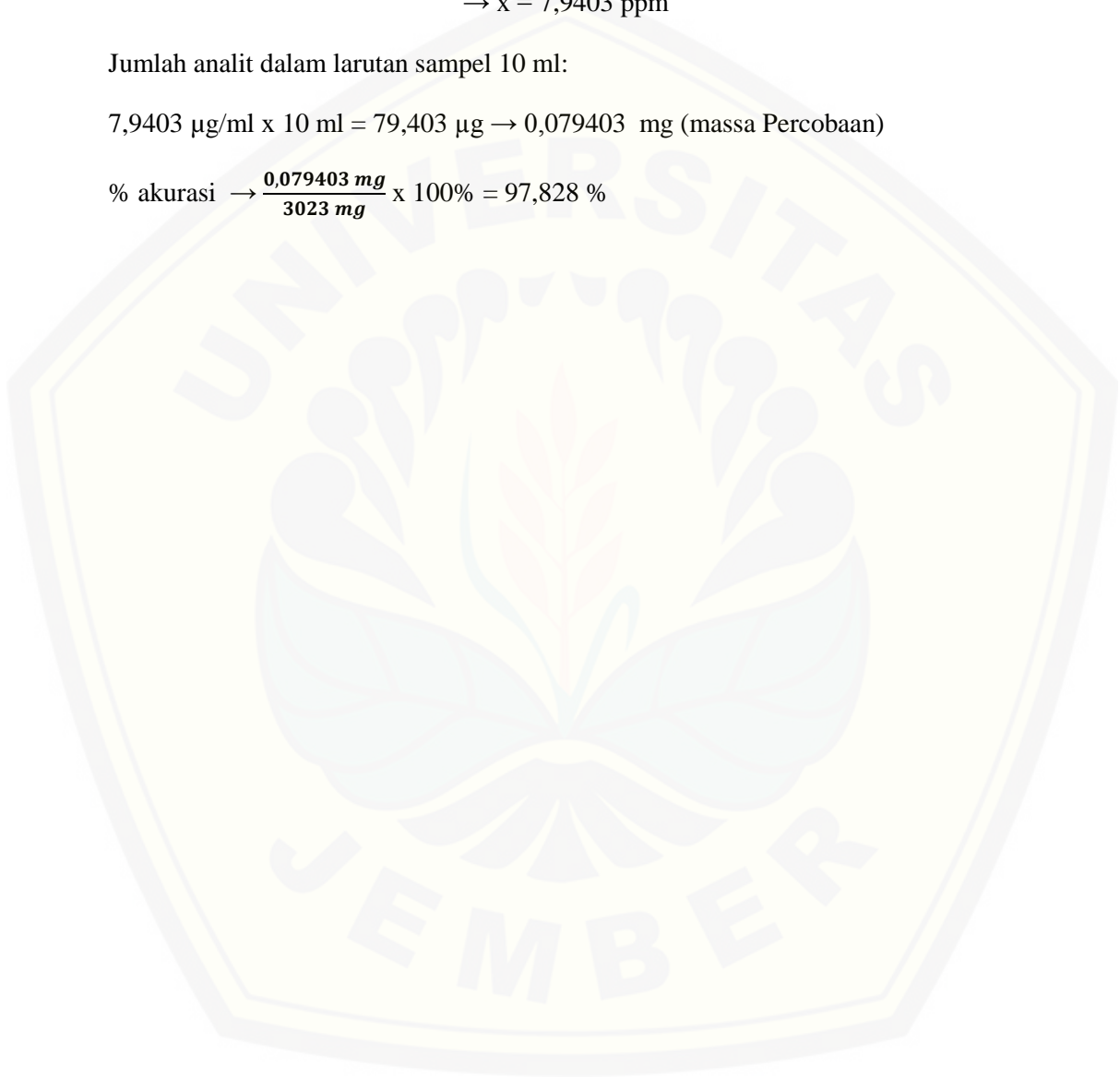
Intensitas floresensi (y) 429182 $\rightarrow y = 528484x - 12506$

$$\rightarrow x = 7,9403 \text{ ppm}$$

Jumlah analit dalam larutan sampel 10 ml:

$$7,9403 \text{ } \mu\text{g/ml} \times 10 \text{ ml} = 79,403 \text{ } \mu\text{g} \rightarrow 0,079403 \text{ mg (massa Percobaan)}$$

$$\% \text{ akurasi} \rightarrow \frac{0,079403 \text{ mg}}{3023 \text{ mg}} \times 100\% = 97,828 \%$$

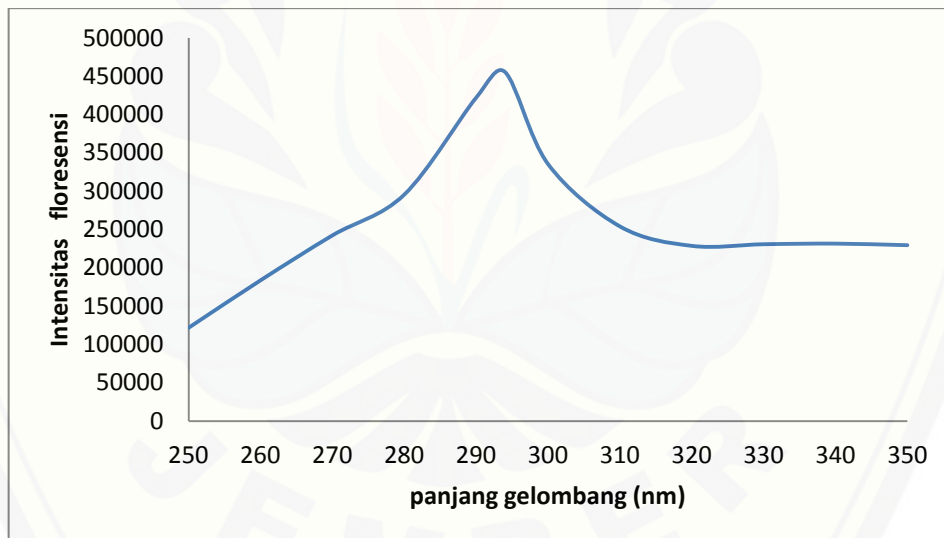


Lampiran I. Data dan Grafik Selektivitas

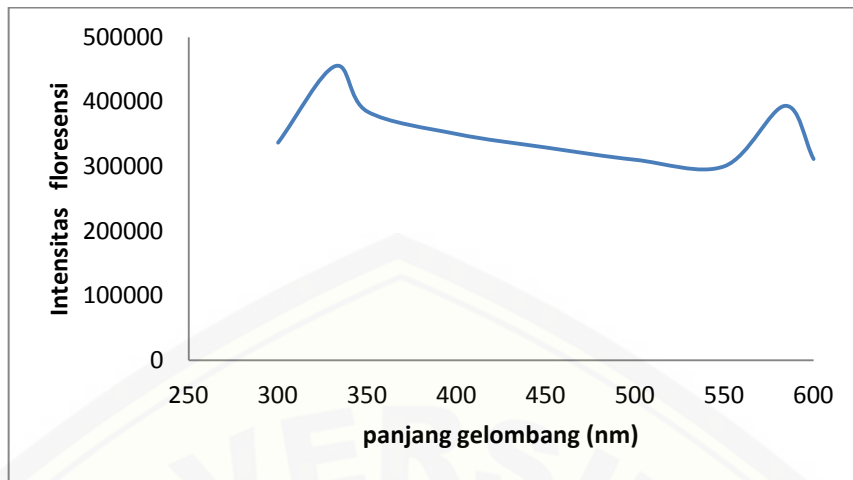
1. Data dan Grafik Panjang Gelombang Eksitasi dan Emisi

Kloramfenikol 6 ppm

Panjang Gelombang Eksitasi	Intensitas
250	121747
260	183585
270	242183
280	295374
290	421846
294	455289
300	335118
310	253851
320	228464
330	230591
340	231384
350	229347

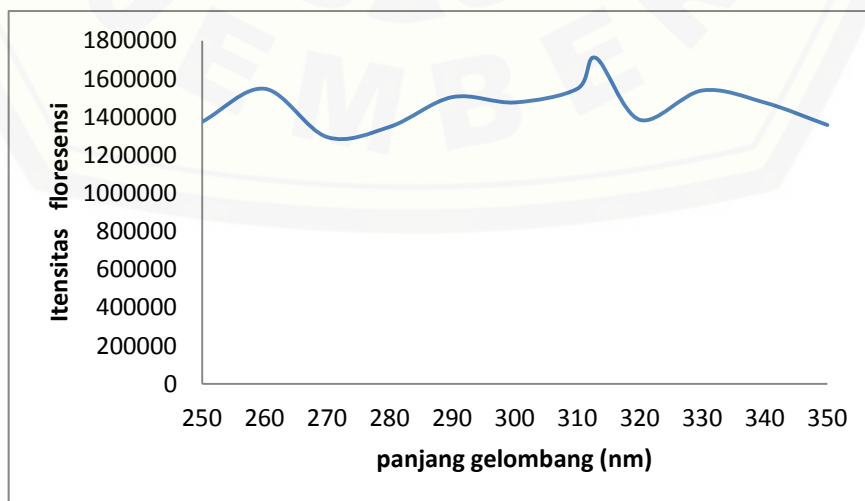


Panjang Gelombang Emisi	Intensitas
300	336829
332	455283
350	385012
400	350261
450	329370
500	310364
550	300271
584	393851
600	311453



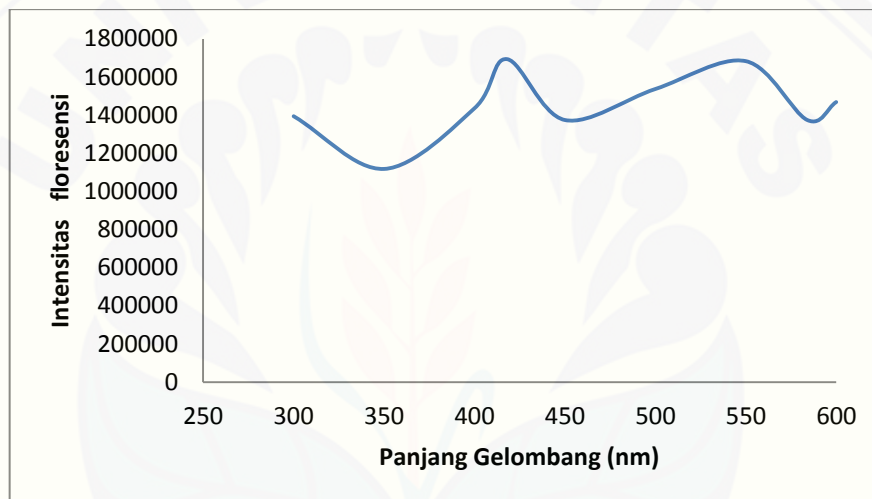
2. Data dan Grafik Panjang Gelombang Eksitasi dan Emisi Eritromisin 6 ppm

Panjang Gelombang eksitasi	Intensitas
250	1374830
260	1547293
270	1293947
280	1348048
290	1503638
300	1475830
310	1547483
313	1708405
320	1384650
330	1538494
340	1474933
350	1357493



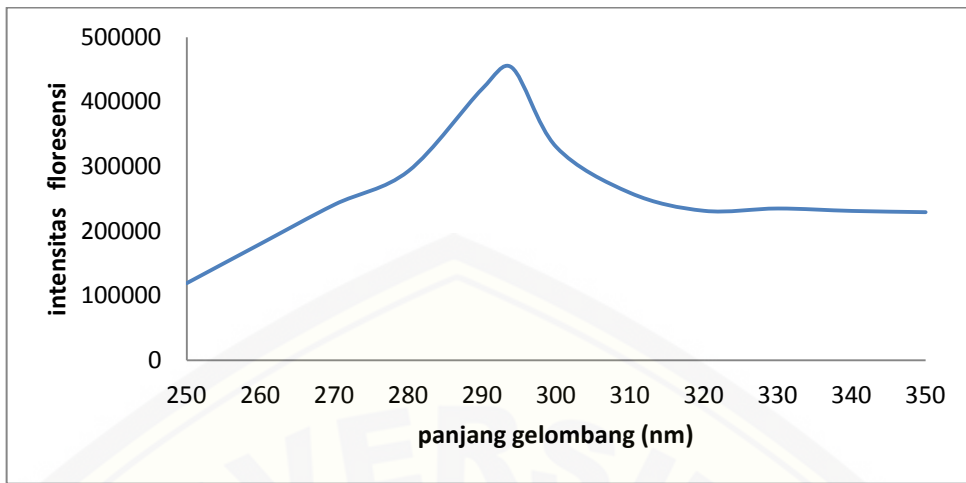
Panjang Gelombang Emisi

Panjang Gelombang	Intensitas
300	1394739
350	1118374
400	1436482
418	1693923
450	1374739
500	1537392
550	1683463
584	1374841
600	1468920

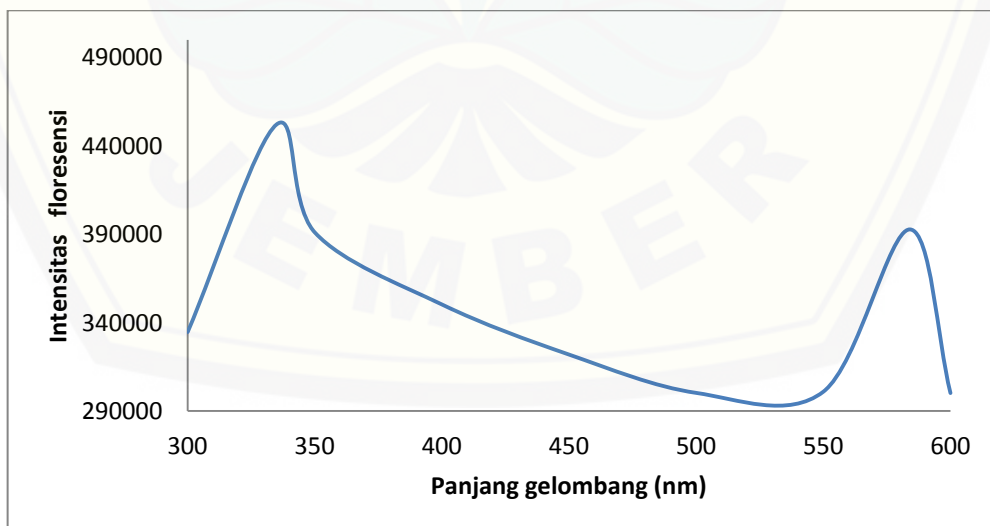


3. Data dan Grafik Panjang Gelombang Eksitasi dan Emisi Kloramfenikol + Eritromisin 6 ppm

Panjang Gelombang Eksitasi	Intensitas	Intensitas Koramfenikol	% Intervensi
250	119283	121747	-2,02386
260	180374	183585	-1,74905
270	240941	242183	-0,51283
280	292846	295374	-0,855864
290	420284	421846	-0,370277
294	452991	455289	-0,504734
300	330094	335118	-1,499173
310	259030	253851	2,040173
320	231284	228464	1,23433
330	234849	230591	1,846559
340	231064	231384	-0,13829
350	229134	229347	-0,092872
Rata-Rata			-0,218826



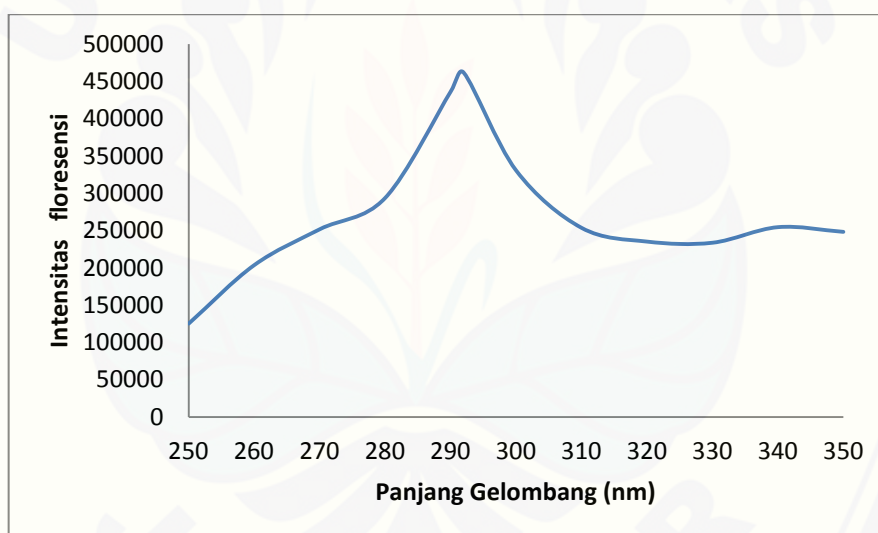
Panjang Gelombang Emisi	Intensitas	Intensitas Koramfenikol	% Intervensi
300	334710	336829	-0,629102
335	452147	455283	-0,688802
350	391033	385012	1,563847
400	350274	350261	0,003711
450	321937	329370	-2,25673
500	300263	310364	-3,254565
550	300937	300271	0,221799
584	392740	393851	-0,282086
600	300172	311453	-3,622055
Rata-Rata			-0,993776



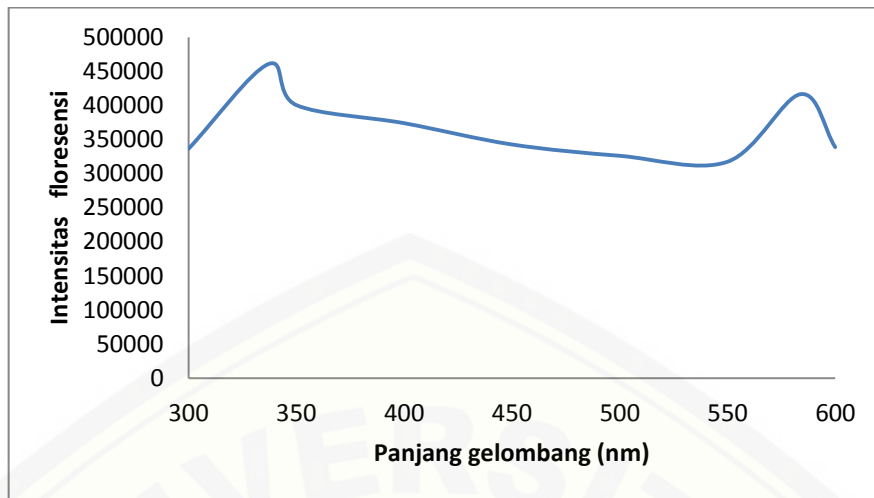
4. Data dan Grafik Panjang Gelombang Eksitasi dan Emisi

Kloramfenikol + Eritromisin 60 ppm

Panjang Gelombang Eksitasi	Intensitas	Intensitas Koramfenikol	% Intervensi
250	125373	121747	2,978307
260	203713	183585	10,9638
270	251748	242183	3,94949
280	293748	295374	-0,550488
290	436183	421846	3,398633
292	461738	455289	1,41646
300	330712	335118	-1,314760
310	253719	253851	-0,051999
320	235263	228464	2,97596
330	233734	230591	1,363019
340	254621	231384	10,04261
350	248338	229347	8,28046
Rata-Rata			3,62096

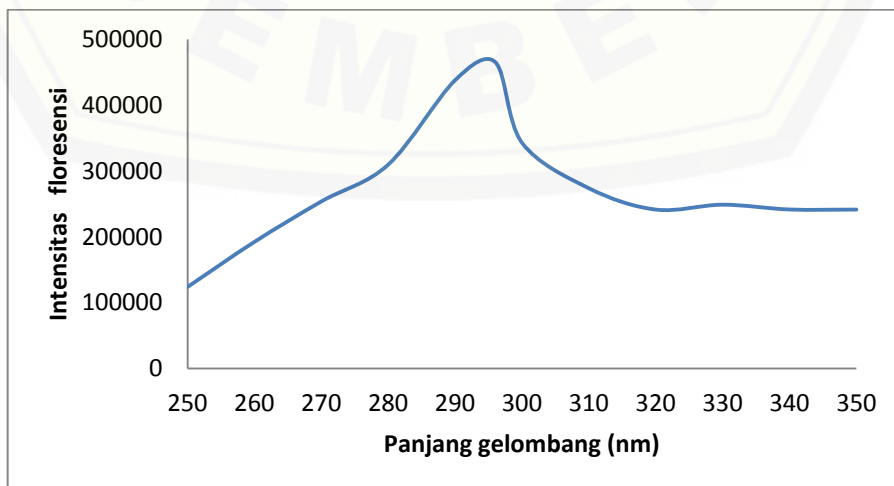


Panjang Gelombang Emisi	Intensitas	Intensitas Koramfenikol	% Intervensi
300	334710	336829	-0,629102
335	452147	455283	-0,688802
350	391033	385012	1,56384
400	350274	350261	0,0037115
450	321937	329370	-2,25673
500	300263	310364	-3,25456
550	300937	300271	0,221799
584	392740	393851	-0,282086
600	300172	311453	-3,62205
Rata-Rata			-0,993776



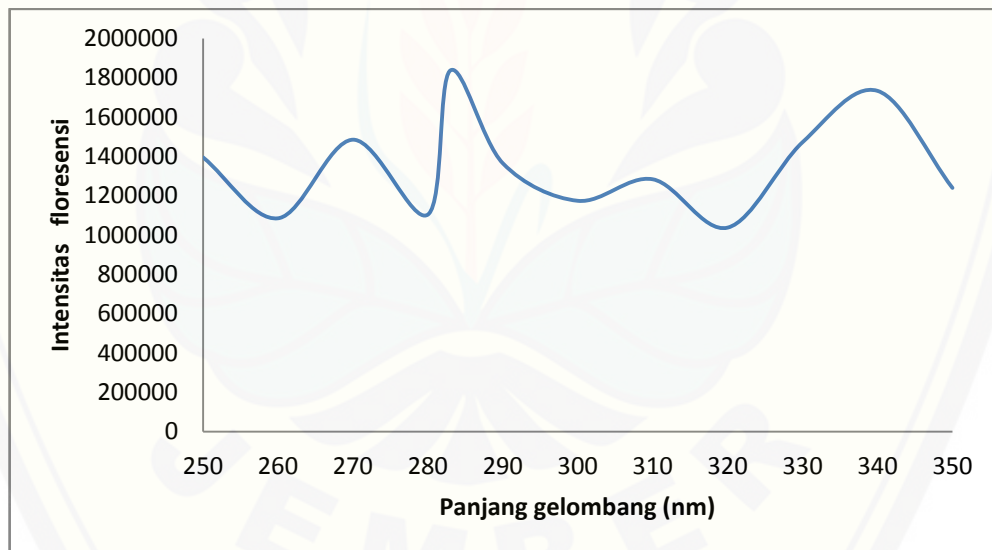
5. Data dan Grafik Panjang Gelombang Eksitasi Kloramfenikol dan Emisi Kloramfenikol + Eritromisin 600 ppm

Panjang Gelombang Eksitasi	Intensitas	Intensitas Koramfenikol	% Intervensi
250	123894	121747	1,76349
260	192373	183585	4,78688
270	253749	242183	4,77573
280	309732	295374	4,86095
290	438028	421846	3,83599
296	465372	455289	2,21464
300	342797	335118	2,29143
310	273738	253851	7,83412
320	241338	228464	5,63502
330	248742	230591	7,87151
340	241468	231384	4,35812
350	241352	229347	5,23443
Rata-Rata			4,62186

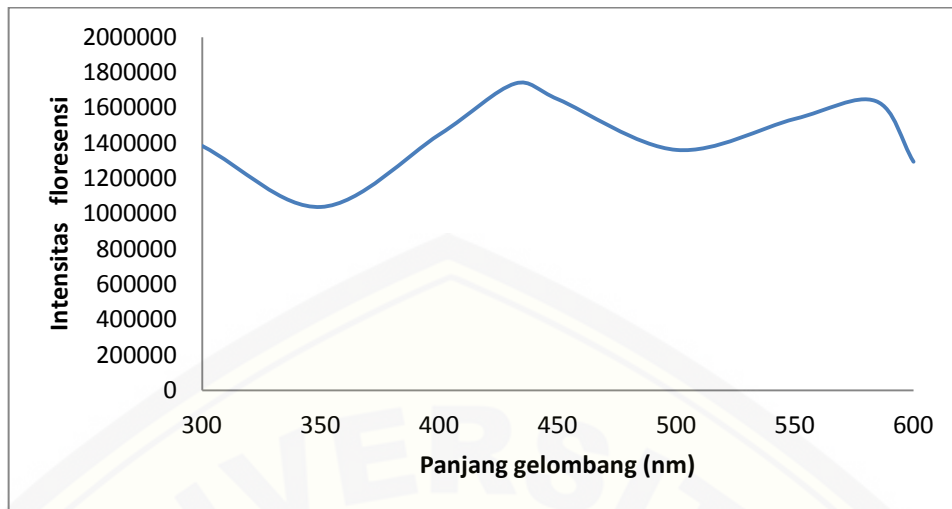


6. Data dan Grafik Panjang Gelombang Eksitasi dan Emisi Pakan Pelet Udang 6 ppm

Panjang Gelombang Eksitasi	Intensitas
250	1394703
260	1084821
270	1484830
280	1103839
283	1837363
290	1364532
300	1173803
310	1283394
320	1037309
330	1472233
340	1733287
350	1239442

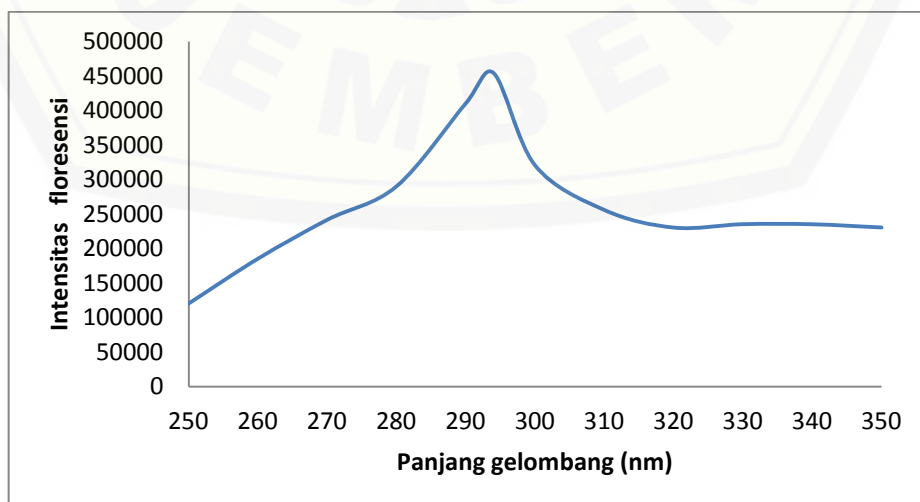


Panjang Gelombang Emisi	Intensitas
300	1383422
350	1037472
400	1448392
432	1737823
450	1648409
500	1361039
550	1537393
584	1638403
600	1294044

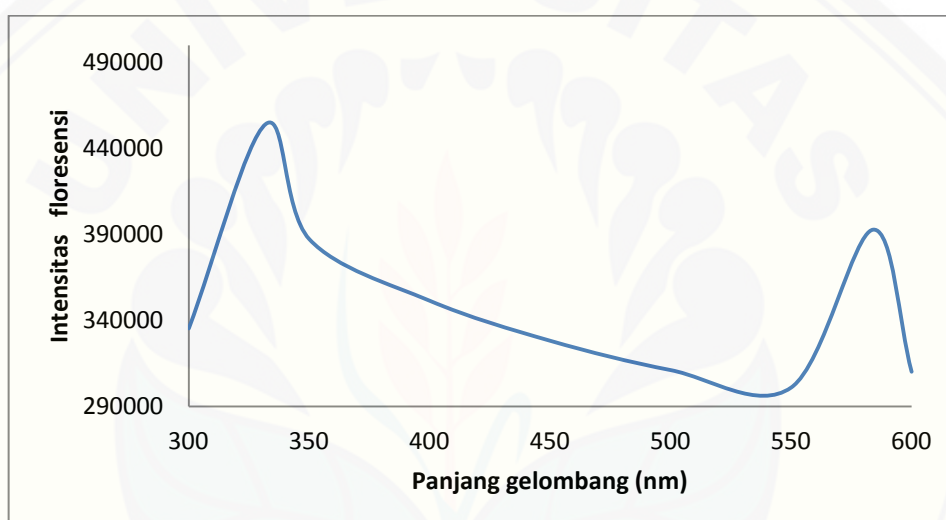


7. Data dan Grafik Panjang Gelombang Eksitasi dan Emisi Kloramfenikol + Pakan Pelet Udang 6 ppm

Panjang Gelombang Emisi	Intensitas	Intensitas Koramfenikol	% Intervensi
250	120631	121747	-0,916655
260	185473	183585	1,02840
270	241728	242183	-0,187874
280	290183	295374	-1,75743
290	410363	421846	-2,72208
294	453829	455289	-0,320675
300	320183	335118	-4,45663
310	255738	253851	0,743349
320	230371	228464	0,834704
330	235271	230591	2,02956
340	235173	231384	1,63753
350	230474	229347	0,491395
Rata-Rata			-0,299699

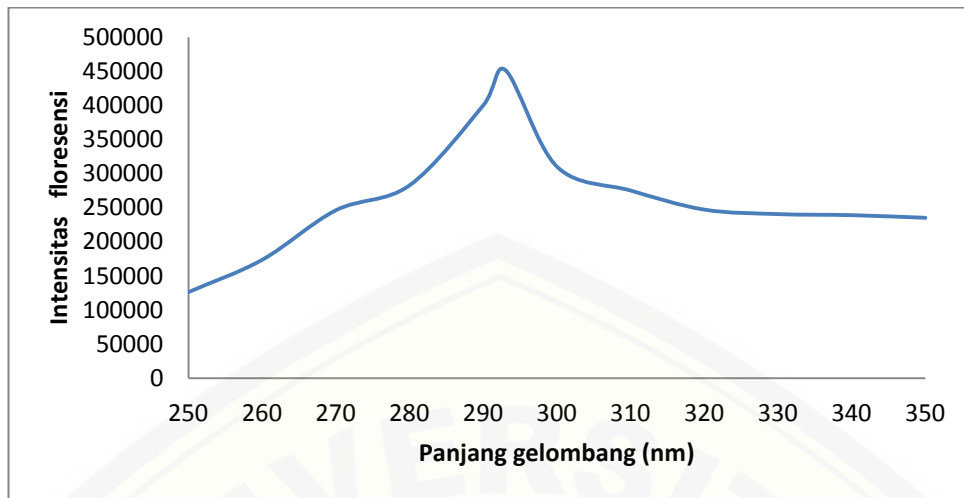


Panjang Gelombang Emisi	Intensitas	Intensitas Koramfenikol	% Intervensi
300	335301	336829	-0,453642
332	454241	455283	-0,228868
350	387201	385012	0,568553
400	351380	350261	0,319476
450	328102	329370	-0,384977
500	311039	310364	0,217486
550	300902	300271	0,210143
584	392740	393851	-0,282086
600	310102	311453	-0,433773
Rata-Rata			-0,051965

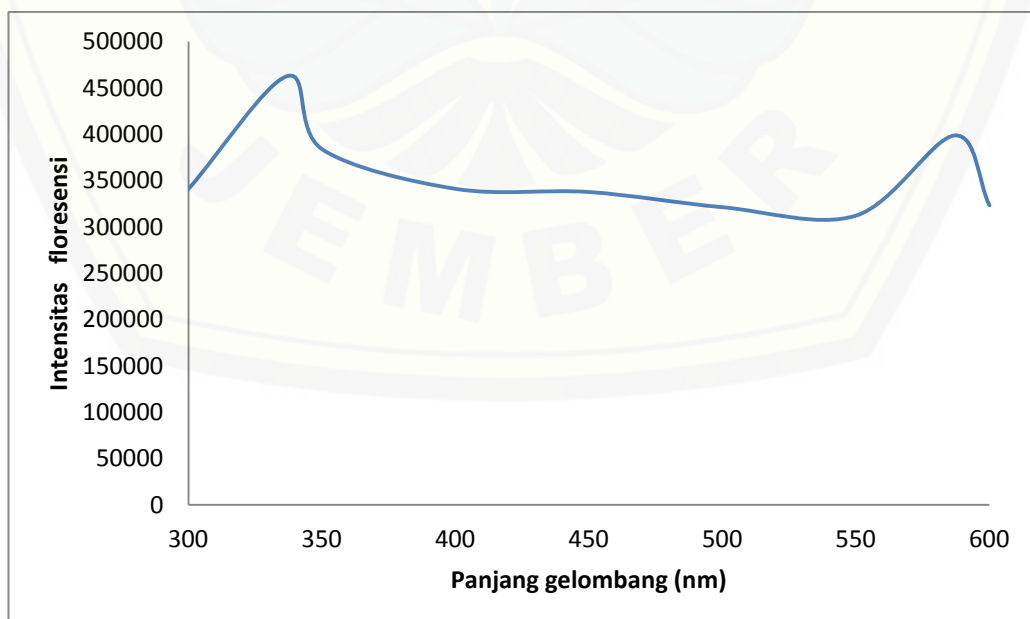


8. Data dan Grafik Panjang Gelombang Eksitasi dan Emisi Kloramfenikol + Pakan Pelet Udang 60 ppm

Panjang Gelombang Eksitasi	Intensitas	Intensitas Koramfenikol	% Intervensi
250	126379	121747	3,80461
260	173748	183585	-5,35828
270	246381	242183	1,73339
280	282906	295374	-4,22108
290	400273	421846	-5,113951
293	451838	455289	-0,757980
300	310282	335118	-7,411120
310	275287	253851	8,444323
320	247332	228464	8,25863
330	240746	230591	4,40390
340	239183	231384	3,37059
350	235305	229347	2,59781
Rata-Rata			0,812570



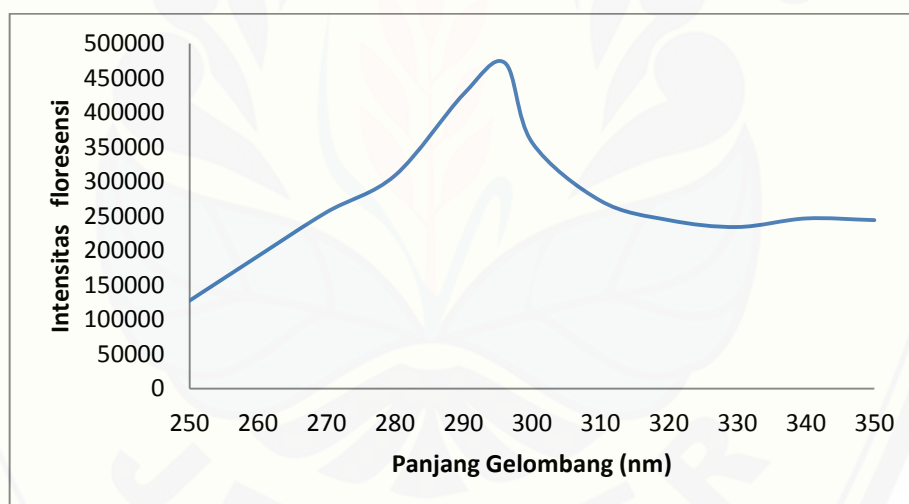
Panjang Gelombang Emisi	Intensitas	Intensitas Koramfenikol	% Intervensi
300	340741	336829	1,16142
337	462489	455283	1,58275
350	383632	385012	-0,358431
400	340838	350261	-2,69028
450	337417	329370	2,44315
500	321038	310364	3,43919
550	311932	300271	3,88349
587	398462	393851	1,17075
600	323011	311453	3,71099
Rata-Rata			1,59367



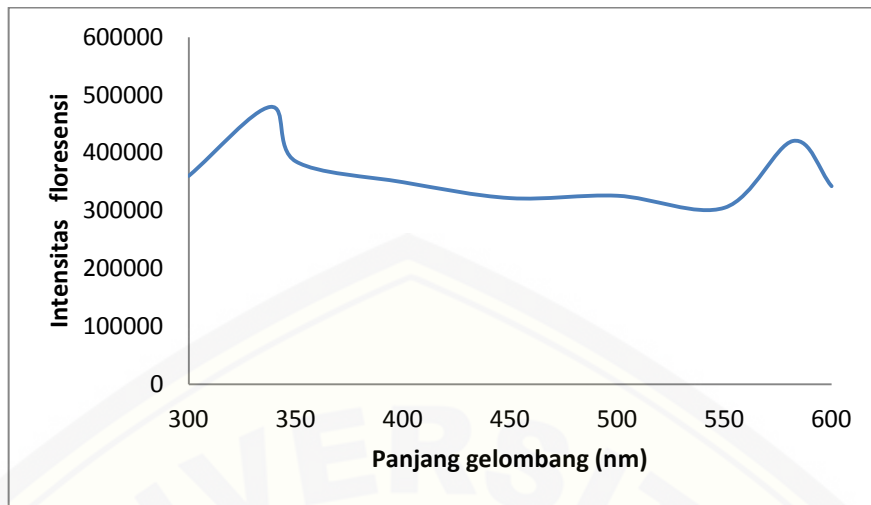
9. Data dan Grafik Panjang Gelombang Eksitasi dan Emisi

Kloramfenikol + Pakan Pelet Udang 600 ppm

Panjang Gelombang Emisi	Intensitas	Intensitas Koramfenikol	% Intervensi
250	127382	121747	4,62845
260	191830	183585	4,49111
270	255372	242183	5,44588
280	308637	295374	4,49023
290	426313	421846	1,05891
296	471830	455289	3,63307
300	356387	335118	6,34672
310	271923	253851	7,11914
320	243819	228464	6,72097
330	233903	230591	1,43630
340	246311	231384	6,45118
350	243865	229347	6,33015
Rata-Rata			4,84601

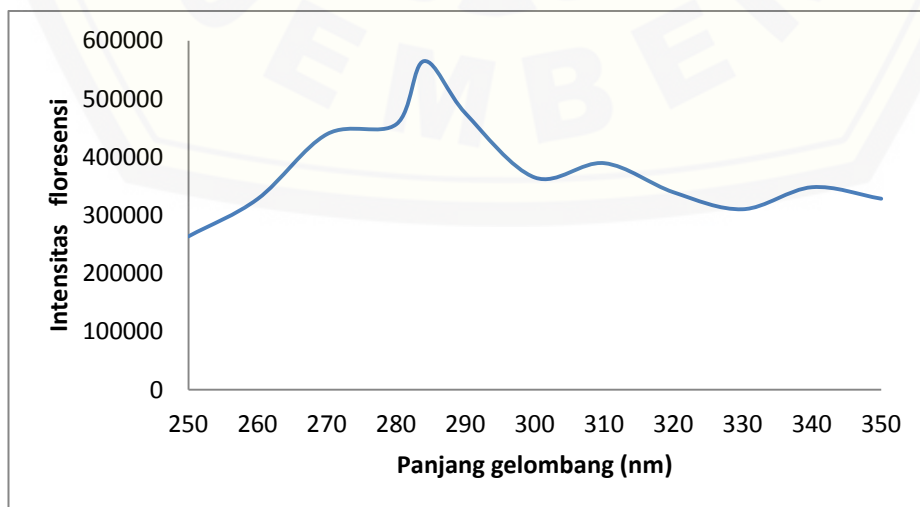


Panjang Gelombang Emisi	Intensitas	Intensitas Koramfenikol	% Intervensi
300	360273	336829	6,96020
338	479302	455283	5,27561
350	385006	385012	-0,0015583
400	349273	350261	-0,282075
450	321837	329370	-2,28709
500	325894	310364	5,00380
550	305202	300271	1,64218
582	420475	393851	6,75992
600	342384	311453	9,93119
Rata-Rata			3,66691

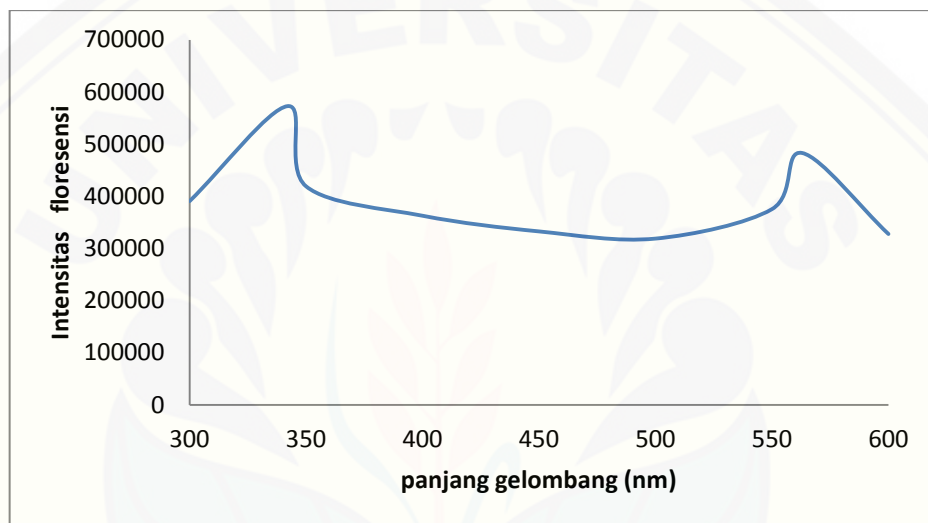


10. Data dan Grafik Panjang Gelombang Eksitasi dan Emisi Daging Udang 6 ppm

Panjang Gelombang Eksitasi	Intensitas
250	263802
260	328261
270	439465
280	456391
284	564834
290	474849
300	364830
310	389563
320	339545
330	310384
340	348204
350	328475

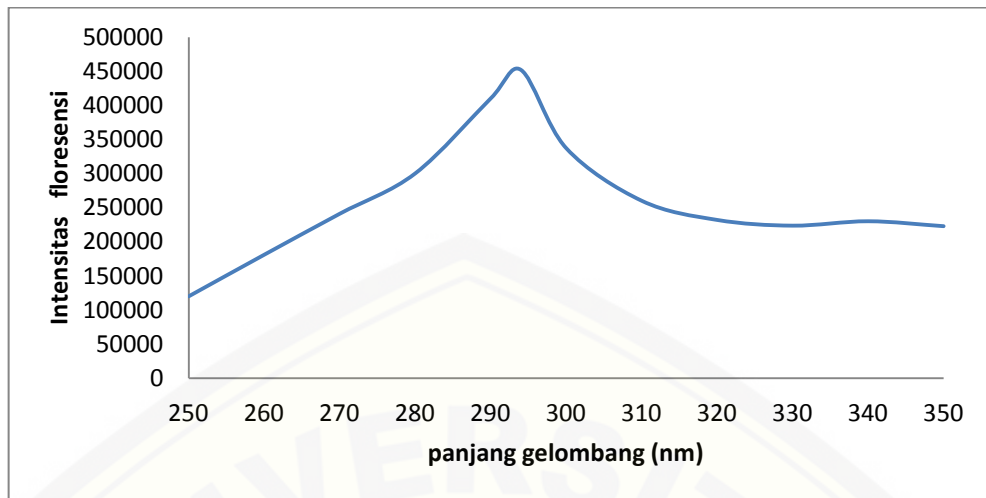


Panjang Gelombang Emisi	Intensitas
300	391034
342	572902
350	419203
400	362934
450	332939
500	319205
550	375638
563	483091
600	328004

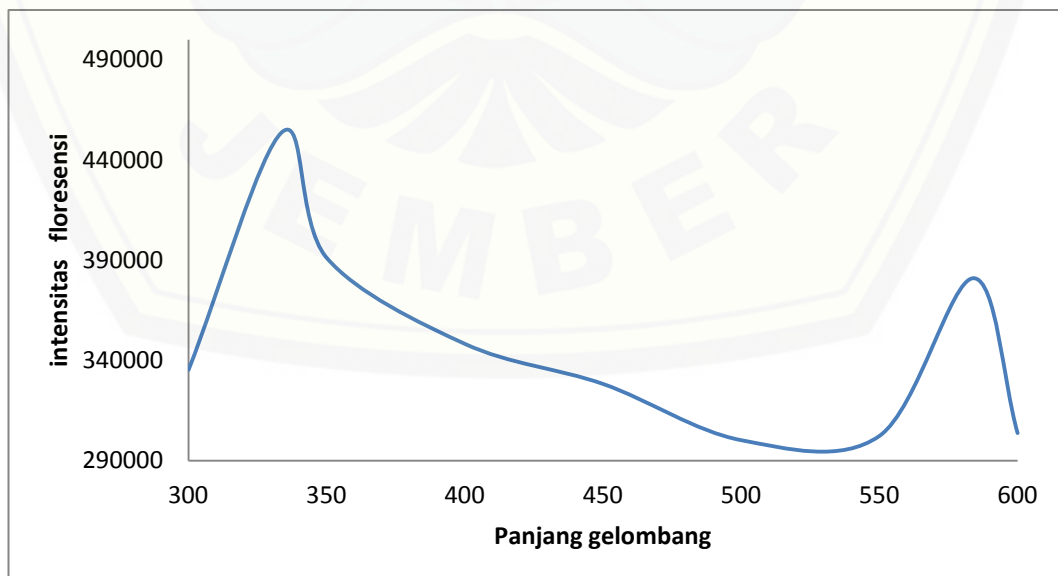


11. Data dan Grafik Panjang Gelombang Eksitasi dan Emisi Kloramfenikol + Daging Udang 6 ppm

Panjang Gelombang Eksitasi	Intensitas	Intensitas Koramfenikol	% Intervensi
250	120367	121747	-1,13349
260	181292	183585	-1,24901
270	241293	242183	-0,36749
280	300362	295374	1,68871
290	410236	421846	-2,75219
294	452013	455289	-0,719543
300	337313	335118	0,654993
310	260274	253851	2,53022
320	232193	228464	1,63220
330	223819	230591	-2,93680
340	230264	231384	-0,484044
350	223027	229347	-2,75565
Rata-Rata			-0,491008



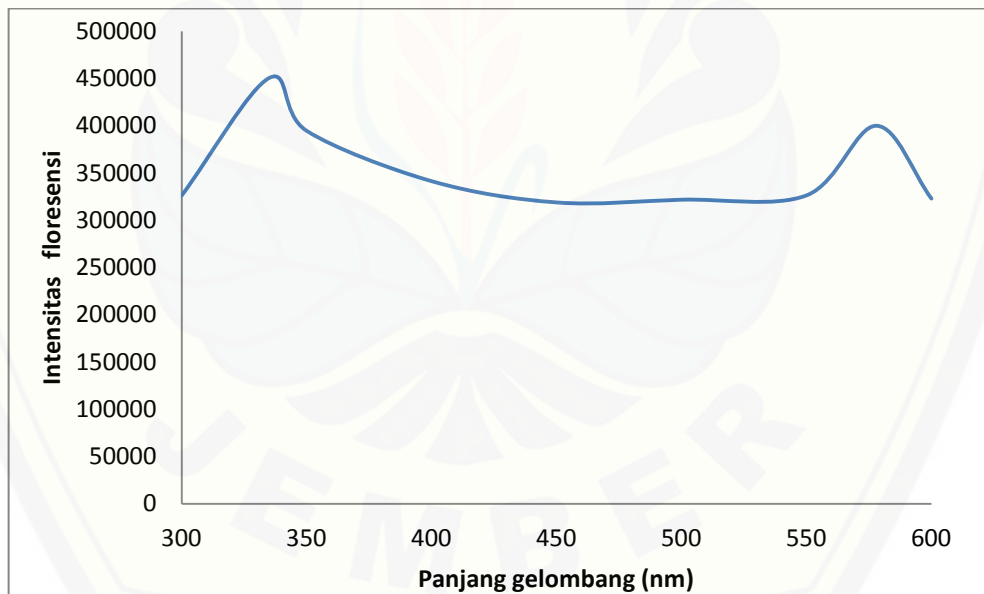
Panjang Gelombang Emisi	Intensitas	Intensitas Koramfenikol	% Intervensi
300	335282	336829	-0,459283
334	454107	455283	-0,258301
350	391172	385012	1,59995
400	348263	350261	-0,570431
450	328271	329370	-0,333667
500	300223	310364	-3,26745
550	302337	300271	0,688045
584	381033	393851	-3,25453
600	303758	311453	-2,47067
Rata-Rata			-0,925149



12. Data dan Grafik Panjang Gelombang Eksitasi dan Emisi

Kloramfenikol + Daging Udang 60 ppm

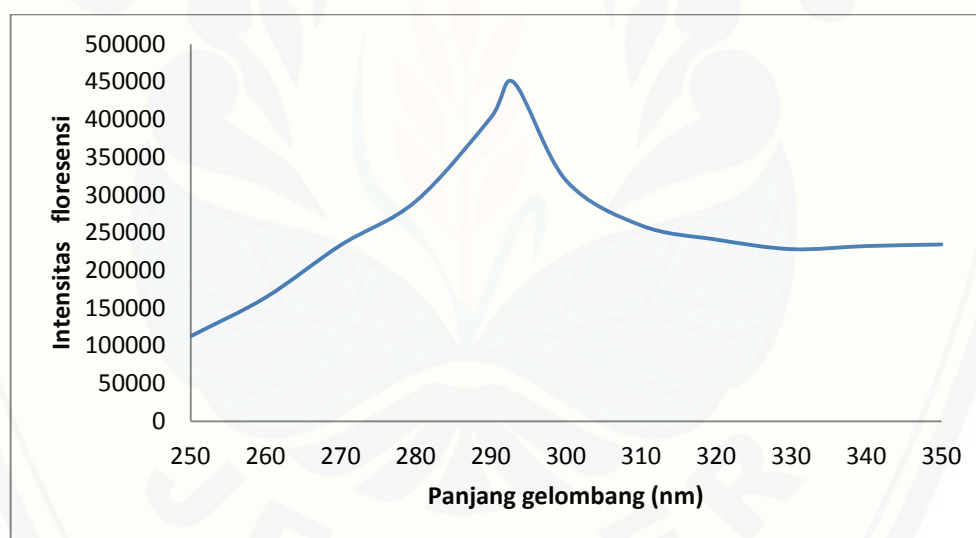
Panjang Gelombang Eksitasi	Intensitas	Intensitas Koramfenikol	% Intervensi
250	131364	121747	7,89917
260	173937	183585	-5,25533
270	228463	242183	-5,66514
280	301470	295374	2,06382
290	400234	421846	-5,12319
292	452403	455289	-0,633883
300	329144	335118	-1,78265
310	263718	253851	3,88692
320	233947	228464	2,39994
330	232001	230591	0,611472
340	233847	231384	1,06446
350	232946	229347	1,56924
Rata-Rata			0,0862357



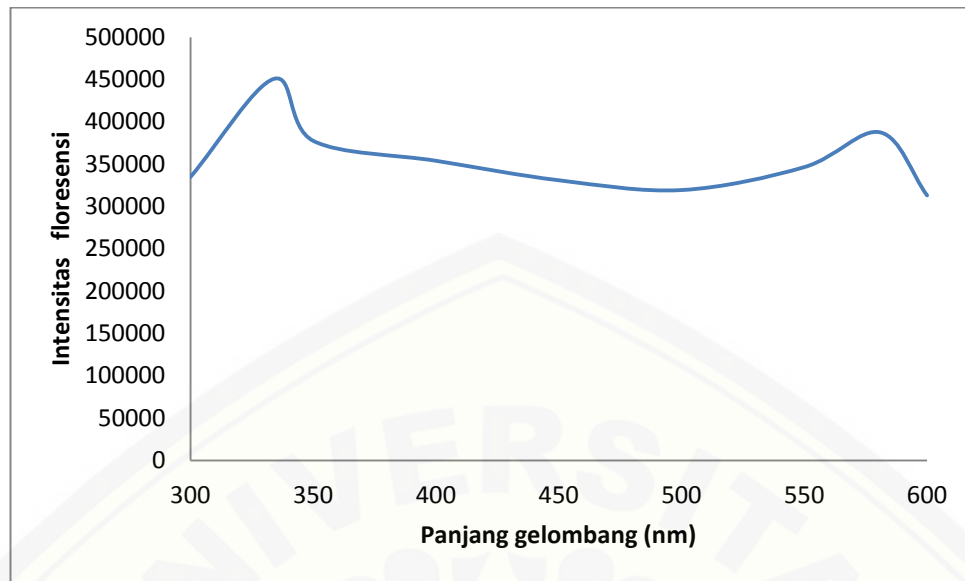
13. Data dan Grafik Panjang Gelombang Eksitasi dan Emisi

Kloramfenikol + Daging Udang 600 ppm

Panjang Gelombang Eksitasi	Intensitas	Intensitas Koramfenikol	% Intervensi
250	112946	121747	-7,22892
260	164458	183585	-10,4186
270	233846	242183	-3,44244
280	291937	295374	-1,16361
290	402937	421846	-4,48244
293	449563	455289	-1,25766
300	319374	335118	-4,69805
310	259772	253851	2,33247
320	241034	228464	5,50196
330	228341	230591	-0,975754
340	232450	231384	0,460706
350	234513	229347	2,25248
Rata-Rata			-1,92665



Panjang Gelombang Emisi	Intensitas	Intensitas Koramfenikol	% Intervensi
300	334951	336829	-0,557552
334	450834	455283	-0,977194
350	377495	385012	-1,95241
400	353956	350261	1,05493
450	330947	329370	0,478793
500	319374	310364	2,90304
550	346481	300271	15,3894
581	387493	393851	-1,61432
600	313038	311453	0,508905
Rata-Rata			1,69262



Lampiran J. Data Aplikasi Sensor pada Sampel Udang Windu di Pasaran**1. Analisa udang tanpa menggunakan sensor kloramfenikol**

Sampel	Intensitas 1	Intensitas 2	Intensitas 3	Intensitas Rata-Rata	Kadar (ppm)
Udang 1	522043	522537	521941	522173,67	0,5046
Udang 2	516725	516094	515973	516264	0,9772
Udang 3	950247	963596	962824	958889	-34,419
Udang 4	523949	523906	523927	523927,33	0,3644
Udang 5	521683	521237	521004	521308	0,5738

2. Analisis sampel udang dengan menggunakan sensor kloramfenikol

Sampel	Intensitas 1	Intensitas 2	Intensitas 3	Intensitas Rata-Rata	Kadar (ppm)
Udang 1	521474	522039	522037	521850	0,5305
Udang 2	515374	516936	516038	516116	0,9891
Udang 3	937455	956489	937462	943802	-33,212
Udang 4	521821	522094	526769	523561,33	0,3936
Udang 5	521449	520874	520568	520963,67	0,6014

Lampiran K. Hasil Analisis dengan Uji T Tidak Berpasangan**Tests of Normality**

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kadar	tanpa sensor	.297	4	.	.902	4	.442
	dengan sensor	.292	4	.	.907	4	.465

a. Lilliefors Significance Correction

Uji t tidak berpasangan

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
								95% Confidence Interval of the Difference		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
kadar	Equal variances assumed	.003	.958	-.129	6	.902	-.0236500	.1832629	-.4720782	.4247782
	Equal variances not assumed			-.129	5.995	.902	-.0236500	.1832629	-.4721734	.4248734