

**Pengaruh Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia*)
Terhadap Respon Potensial Membran Sel Telur Ikan Lele
Dumbo (*Clarias gariepinus*) Dalam Air Tercemar Senyawa
Hidrogen Peroksida**

SKRIPSI

Disusun oleh:

Nur Fitria Lestari Ningsih

0810933026-93



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2013**

**Pengaruh Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia*)
Terhadap Respon Potensial Membran Sel Telur Ikan Lele
Dumbo (*Clarias gariepinus*) Dalam Air Tercemar Senyawa
Hidrogen Peroksida**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika**

Disusun oleh:

Nur Fitria Lestari Ningsih

0810933026-93



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2013**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**Pengaruh Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia*)
Terhadap Respon Potensial Membran Sel Telur Ikan Lele
Dumbo (*Clarias gariepinus*) Dalam Air Tercemar Senyawa
Hidrogen Peroksida**

Oleh:
Nur Fitria Lestari Ningsih
0810933026-93

**Setelah dipertahankan didepan majelis penguji
Pada tanggal.....
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika**

Pembimbing I

Pembimbing II

Drs. Unggul P. Juswono, M.Sc
NIP. 19650111 199002 1 002

dr.Kusharto, M.Pd
NIP. 19481025 198003 1 001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

Adi Susilo, M. Si., Ph.D
NIP.19631227 199103 1 002

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Nur Fitria Lestari Ningsih

NIM : 0810933026

Jurusan : Fisika

Penulis skripsi berjudul : **Pengaruh Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia*) Terhadap Respon Potensial Membran Sel Telur Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Dalam Air Tercemar Senyawa Hidrogen Peroksida**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan segala kesadaran.

Malang, 14 Januari 2013
Yang menyatakan,

Nur Fitria Lestari Ningsih
Nim. 0810933026

**Pengaruh Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia*)
Terhadap Respon Potensial Membran Sel Telur Ikan Lele
Dumbo (*Clarias gariepinus*) Dalam Air Tercemar Senyawa
Hidrogen Peroksida**

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang kaya akan wilayah perairannya. Namun seiring dengan perkembangan industri selain memberikan dampak positif juga memberikan dampak negatif bagi lingkungan perairan. Salah satu dampak negatif yang ditimbulkan yaitu terjadinya pencemaran wilayah perairan akibat pembuangan limbah industri. Salah satunya adalah hidrogen peroksida yang merupakan bahan utama dalam industri penyamaan kulit. Cara penanggulangan akibat pencemaran salah satunya dapat menggunakan antioksidan. Sehingga perlu dilakukan penelitian pengaruh ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) terhadap respon potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dalam air tercemar senyawa hidrogen peroksida. Potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dapat diukur dengan menggunakan mikroelektroda yang dihubungkan dengan *plotter*. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa seiring meningkatnya konsentrasi larutan hidrogen peroksida, nilai mutlak potensial membran sel telur ikan yang dihasilkan mengalami penurunan. Sedangkan adanya pengaruh ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) dalam air tercemar senyawa hidrogen peroksida menunjukkan nilai potensial membran yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan pada daun Binahong (*Anredera cordifolia*) terdapat kandungan flavonoid, yaitu (8-Glucopyranosyl-4',5,7-trihydroxyflavone) yang berpotensi sebagai antioksidan, sehingga dapat mengurangi tingkat kereaktifan radikal bebas yang dihasilkan oleh hidrogen peroksida.

Kata Kunci: Ikan lele dumbo, potensial membran sel, hidrogen peroksida, antioksidan, daun binahong

Effect Of Extract Binahong Leaf (*Anredera cordifolia*) To The Potential Membrane Response Egg Of Dumbo Catfish (*Clarias gariepinus*) In Contaminated Water Hydrogen Peroxide

Abstract

The effect of Binahong leaf (*Anredera cordifolia*) to the membrane potentials of catfish egg (*Clarias gariepinus*) in contaminated water hydrogen peroxide was studied. The membrane potential of egg Dumbo catfish (*Clarias gariepinus*) was measured by a microelectrode connected to a *plotter*. The result showed that increasing of the hydrogen peroxide concentration caused decrease of the membrane potential. Binahong leaf extraction (*Anredera cordifolia*) in contaminated water raised the membrane potential due to flavonoid in the leaf (8-glycopyranosyl-4',5,7-trihydroxyflavone) reducing the reactivity of free radical.

Keywords: Dumbo catfish, cell membrane potential, hydrogen peroxide, antioxidant, binahong leaf

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia*) Terhadap Respon Potensial Membran Sel Telur Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Dalam Air Tercemar Senyawa Hidrogen Peroksida”**. Dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah membantu memberikan kontribusi ilmiah, moril dan materil baik secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis. Bersama ini penulis dengan setulus hati mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis (Bapak Suyono dan Ibu Sunarti), adek penulis (Nur Okna Choirur Rozak), kakek nenek penulis (Bapak Tegan dan Ibu Dami/Senik), juga Pak'e ngeni sekeluarga atas kasih sayang, doa, motivasi, nasihat, dan semua hal yang diberikan kepada penulis.
2. Bapak Drs. Unggul P. Juswono, M.Sc, selaku pembimbing I , atas segala bimbingan, pengarahan, perhatian, dan kesabaran yang diberikan kepada penulis, sehingga penulis bisa sampai pada tahap sekarang ini.
3. Bapak dr.Kusharto, M.Pd, selaku pembimbing II yang telah berkenan membimbing, mengarahkan dan memberi petunjuk kepada penulis, sehingga penulis bisa sampai pada tahap sekarang ini.
4. Bapak DR. rer. Nat. Abdurrouf, S.Si., M.Si., bapak Arinto Yudi juga bapak Achmad Hidayat, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan serta arahan dalam menyelesaikan laporan skripsi penulis.
5. Seluruh jajaran staff jurusan Fisika, mulai dari ketua jurusan Fisika bapak Adi Susilo, M. Si., Ph.D, bapak ibu dosen Universitas Brawijaya atas semua ilmu yang diberikan, staff tata usaha dan juga para laboran (bapak Robby juga bapak Puji) yang telah memfasilitasi semua yang dibutuhkan penulis.
6. Masq Febrianto Tri Cahyono trima kasih atas semua dukungan, dorongan semangat, nasehat, pengarahan, perhatian, kesabaran, omelan, tekanan, sharing, tumpangan wifinya dan semua bantuan yang telah diberikan kepada penulis.

7. Seluruh keluarga besar penulis yang telah memberikan doa, motivasi, nasihat dan semua hal yang telah diberikan kepada penulis.
8. Pak Kamid yang selalu menyediakan telur ikan lele buat penulis guna memperlancar penelitian dan pengambilan data skripsi penulis.
9. Ike, mbak Risa, mbak Yeni, mbak Ugi', mas Winarto, mas Imam, mbk Evi, Yori, Okta, Nia, Vivit, Shinta, Ririn, Riga, mas Alin, Ali dan juga temen2q se kontrakan (Desy, Kusni, Virgin, Dewi) atas masukan, pengarahan, bantuan, serta suport yang telah diberikan kepada penulis.
10. Sahabat-sahabat seperjuangan khususnya fisika 2008, mohon maaf tidak bisa menyebutkan satu persatu trimakasih untuk dukungan semangat, motivasi serta sharing ilmu yang telah diberikan kepada penulis.
11. Semua pihak yang telah membantu tersusunnya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan, sehingga penulis sangat mengharapkan masukan, kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di kemudian hari. Penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya kepada semua pihak, atas segala kekurangan dan kesalahan selama penelitian sampai dengan terselesaikannya skripsi ini.

Malang, 14 Januari 2013

Nur Fitria Lestari Ningsih
NIM. 0810933026

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ikan Dan Telur Ikan Lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) ...	3
2.2 Sel dan Membran Sel	5
2.3 Potensial Membran Sel	8
2.3.1 Potensial Elektrokimia	11
2.4 Radikal Bebas dan Kelompok Oksigen Reaktif (ROS)	17
2.4.1 Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂)	18
2.5 Antioksidan	17
2.5.1 Tanaman Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>)	18
 BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian	21
3.2.1 Peralatan	21
3.2.2 Bahan	21
3.3 Tahapan Penelitian	22
3.3.1 Penentuan Objek Penelitian	22

3.3.2	Persiapan Alat dan Bahan serta Pengkalibrasian	
	Alat	22
3.3.3	Pembuatan Larutan	23
3.3.4	Pembuatan Jembatan Garam	26
3.3.5	Penyepuhan	26
3.3.6	Pembuatan mikroelektroda dan pengisian mikroelektroda dengan menggunakan larutan KCl .	26
3.3.7	Pengambilan Data	27
3.3.8	Pengolahan dan Analisa Data	28
3.3.9	Pembuatan Laporan	28
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Penelitian	29
4.2	Pembahasan.....	40
4.2.1	Potensial Membran Sel Telur Ikan Lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>).....	40
4.2.2	Pengaruh Hidrogen Peroksida Terhadap Potensial Membran Sel Telur Ikan Lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>).....	41
4.2.3	Pengaruh Ekstrak Daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) Terhadap Respon Potensial Membran Sel Telur Ikan Lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) Dalam Air Tercemar Senyawa Hidrogen Peroksida	43
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA.....		49
LAMPIRAN		53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Induk Ikan Lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) 3
Gambar 2.2	Struktur Dasar Sel..... 5
Gambar 2.3	Struktur Membran Sel 6
Gambar 2.4	Macam macam transpor melalui membran sel ... 7
Gambar 2.5	Potensial Aksi..... 9
Gambar 2.6	Ion potasium (K^+) berdifusi ke luar membran sel..... 10
Gambar 2.7	Aktivitas pertukaran ion dalam keadaan istirahat 10
Gambar 2.8	Sistem Oksigen Reaktif. 15
Gambar 2.9	Interaksi antioksidan dan radikal bebas pada sel 18
Gambar 2.10	Tanaman Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) 19
Gambar 2.11	Struktur 8-Glucopyranosyl-4',5,7-trihydroxyflavone 20
Gambar 4.1	Grafik hubungan potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) dengan pencemar berupa senyawa hidrogen peroksida 31
Gambar 4.2	Grafik hubungan potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) dengan penambahan massa 2 gram ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) dalam larutan H_2O_2 34
Gambar 4.3	Grafik hubungan potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) dengan penambahan massa 4 gram ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) dalam larutan H_2O_2 35
Gambar 4.4	Grafik hubungan potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) dengan penambahan massa 6 gram ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) dalam larutan H_2O_2 36
Gambar 4.5	Grafik hubungan potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) dengan penambahan massa 8 gram ekstrak daun

	Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) dalam larutan H_2O_2	37
Gambar 4.6	Grafik hubungan potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) dengan penambahan massa 10 gram ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) dalam larutan H_2O_2	38
Gambar 4.7	Reaksi hidrogen peroksida	42
Gambar 4.8	Hidrogen peroksida (H_2O_2) berdifusi melintasi membran sel	42
Gambar 4.9	Reaksi kimia antioksidan dengan radikal bebas..	44



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Konsentrasi Ion Pada Membran Sel..... 9
Tabel 2.2	Beberapa kelompok oksigen reaktif (ROS) 14

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1 Perhitungan Matematis Pengenceran	
1.1 Larutan Basal Salt Medium (BSM)	53
1.2 Larutan KCl.....	54
1.3 Larutan HCl.....	54
1.4 Larutan hidrogen peroksida sebagai pencemar	55
LAMPIRAN 2 Peralatan Dan Bahan Penelitian	
2.1 Objek Penelitian (telur ikan lele Dumbo).....	57
2.2 Larutan	57
2.2.1 Larutan Basal Salt Medium (BSM) 0.1 mM	57
2.2.2 Larutan KCl 0.1 M	58
2.2.3 Larutan HCl 0.1 M	58
2.2.4 Larutan Hidrogen Peroksida	59
2.2.5 Larutan Antioksidan (ekstrak daun binahong).....	59
2.3 Elektroda referensi (jembatan garam).....	62
2.4 Penyepuhan Kawat Perak Dengan Larutan HCl 0,1 M.....	63
2.5 Pembuatan mikroelektroda dan pengisian mikroelektroda dengan larutan KCl 0.1 M	63
2.6 Rangkaian penelitian	64
LAMPIRAN 3 Contoh Grafik Hasil Pengukuran Respon Potensial Membran Sel Telur Ikan Lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>)	
3.1 Grafik hasil pengukuran respon potensial membran sel telur dengan sampel larutan hidrogen peroksida	65
3.2 Grafik hasil pengukuran respon potensial membran sel telur dengan sampel larutan H ₂ O ₂ 0 ppm sebagai pencemar + ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) sebagai antioksidan	66
3.3 Grafik hasil pengukuran respon potensial membran sel telur dengan sampel larutan H ₂ O ₂ 500 ppm sebagai pencemar + ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) sebagai antioksidan	67
3.4 Grafik hasil pengukuran respon potensial membran sel telur dengan sampel larutan H ₂ O ₂ 1000 ppm sebagai	

	pencemar + ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) sebagai antioksidan	68
3.5	Grafik hasil pengukuran respon potensial membran sel telur dengan sampel larutan H ₂ O ₂ 2000 ppm sebagai pencemar + ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) sebagai antioksidan	69
3.6	Grafik hasil pengukuran respon potensial membran sel telur dengan sampel larutan H ₂ O ₂ 3000 ppm sebagai pencemar + ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) sebagai antioksidan	70
3.7	Grafik hasil pengukuran respon potensial membran sel telur dengan sampel larutan H ₂ O ₂ 4000 ppm sebagai pencemar + ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) sebagai antioksidan	71

LAMPIRAN 4 Data Dan Pengolahan Data Hasil Penelitian

4.1	Data hasil penelitian dengan sampel larutan hidrogen peroksida sebagai pencemar.....	72
4.2	Data hasil penelitian dengan sampel larutan H ₂ O ₂ 0 ppm + ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) sebagai antioksidan.....	73
4.3	Data hasil penelitian dengan sampel larutan H ₂ O ₂ 500 ppm + ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) sebagai antioksidan.....	74
4.4	Data hasil penelitian dengan sampel larutan H ₂ O ₂ 1000 ppm + ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) sebagai antioksidan.....	75
4.5	Data hasil penelitian dengan sampel larutan H ₂ O ₂ 2000 ppm + ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) sebagai antioksidan	76
4.6	Data hasil penelitian dengan sampel larutan H ₂ O ₂ 3000 ppm + ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) sebagai antioksidan	77
4.7	Data hasil penelitian dengan sampel larutan H ₂ O ₂ 4000 ppm + ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) sebagai antioksidan	78

LAMPIRAN 5 Potensial membran sel rata-rata berdasarkan penambahan massa ekstrak daun Binahong

(*Anredera cordifolia*) dalam larutan hidrogen peroksida

- | | | |
|-----|--|----|
| 5.1 | Penambahan massa ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) sebesar 2 gram (Gambar 4.2) | 79 |
| 5.2 | Penambahan massa ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) sebesar 4 gram (Gambar 4.2) | 79 |
| 5.3 | Penambahan massa ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) sebesar 6 gram (Gambar 4.2) | 80 |
| 5.4 | Penambahan massa ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) sebesar 8 gram (Gambar 4.2) | 80 |
| 5.5 | Penambahan massa ekstrak daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>) sebesar 10 gram (Gambar 4.2) | 81 |

LAMPIRAN 6 Grafik hubungan potensial membran sel telur ikan lele Dumbo dengan larutan H_2O_2 serta dengan penambahan massa ekstrak daun Binahong berbeda pada larutan H_2O_2 .

LAMPIRAN 7 Grafik hubungan potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dengan pencemar berupa senyawa hidrogen peroksida (menggunakan fungsi eksponensial).

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan wilayah perairannya. Menurut salah satu lembaga survei, wilayah perairan Indonesia mencapai 63 % dari total wilayah yang ada. Namun seiring pesatnya perkembangan perekonomian dengan banyaknya pembangunan industri, selain memberikan dampak positif juga memberikan dampak negatif bagi lingkungan khususnya perairan. Salah satu dampak negatif yang ditimbulkan yaitu terjadinya pencemaran wilayah perairan akibat pembuangan limbah industri yang dapat membahayakan kehidupan perairan itu sendiri. Tingkat pencemaran perairan di berbagai daerah di Indonesia sangat tinggi. Sepanjang tahun 2010 terjadi 79 kasus pencemaran lingkungan yang mencemari 65 sungai di Indonesia (Zulkifli, 2012).

Salah satu jenis pencemar berbahaya dan bersifat toksik yaitu hidrogen peroksida yang merupakan bahan utama dalam industri penyamaan kulit. Adanya suatu pencemar di lingkungan perairan juga dapat menimbulkan terbentuknya radikal-radikal baru yang membentuk kelompok oksigen reaktif (Cuzzocrea, 2001).

Telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dapat dijadikan sebagai bioindikator tingkat pencemaran lingkungan perairan dengan mengukur dan mengamati nilai potensial membran sel telur tersebut. Potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dapat diukur dengan menggunakan mikroelektroda yang dihubungkan dengan *plotter*. Telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dijadikan bioindikator karena selain mempunyai sifat fisik yang kuat juga tergolong dalam hewan yang peka terhadap perubahan lingkungan.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa terdapatnya pencemar seperti unsur logam berat serta kelompok oksigen reaktif berupa hidrogen peroksida yang tidak dihambat ketika berdifusi melintasi membran sel juga merupakan penghasil radikal bebas yang membentuk kelompok oksigen reaktif dapat mengubah permeabilitas membran terhadap ion, sehingga akan mengubah sistem kerja transpor ion melalui perubahan potensial membran sel yang dapat mengakibatkan kematian sel (Latifah, 2011).

Salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam penanganan akibat pencemaran perairan oleh hidrogen peroksida

dan pelindung bagi organisme hidup yaitu dengan pemberian antioksidan sebagai senyawa yang dapat mengurangi tingkat kereaktifan radikal bebas yang ditimbulkan oleh hidrogen peroksida. Tanaman penghasil antioksidan salah satunya adalah tanaman binahong yang memiliki kadar antioksidan relatif tinggi yaitu sebesar 9,61 % senyawa flavonoid (Khunaifi, 2010).

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) terhadap respon potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dalam air tercemar senyawa hidrogen peroksida.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini diantaranya yaitu, telur ikan yang digunakan sebagai bioindikator adalah telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang telah dibuahi. Pencemar yang digunakan adalah senyawa hidrogen peroksida dengan variasi konsentrasi sebesar 0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 2000 ppm, 3000 ppm, dan 4000 ppm. Antioksidan yang digunakan adalah ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) dengan penambahan massa sebesar 2 gram, 4 gram, 6 gram, 8 gram, dan 10 gram dalam 100 ml larutan hidrogen peroksida.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengukur dan mengetahui pengaruh ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) terhadap respon potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dalam air tercemar senyawa hidrogen peroksida.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diharapkan dari penelitian ini, yaitu sebagai tambahan pengetahuan dan informasi tentang cara penanggulangan akibat pencemaran air oleh hidrogen peroksida serta sebagai solusi dalam meminimalkan tingkat kematian organisme perairan dengan menggunakan antioksidan ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) melalui pengamatan respon potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Dan Telur Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

Ikan lele selain merupakan jenis ikan air tawar yang banyak dikonsumsi juga dapat dijadikan sebagai bioindikator dalam pencemaran lingkungan air (Supriyanto, 2007). Klasifikasi ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*), yaitu sebagai berikut (Rustidja, 2004):



Garbar 2.1 Induk ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

Kingdom	: Animalia
Sub Kingdom	: Metazoa
Phylum	: Vertebrata
Class	: Pisces
Sub Class	: Teleostei
Ordo	: Ostariophyoidei
Sub Ordo	: Siluroidea
Family	: Claridae
Genus	: Clarias
Spesies	: <i>Clarias gariepinus</i>
Nama Asing	: African cat fish
Nama Lokal	: Lele dumbo

Ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) merupakan jenis ikan air tawar yang berasal dari Taiwan dan masuk ke Indonesia pada tahun 1985. Ikan lele Dumbo merupakan hasil perkawinan silang

antara induk betina lele yang berasal dari Afrika dengan induk jantan yang berasal dari Taiwan (Khairuman, 2002).

Secara fisik ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) mempunyai ciri-ciri tubuh yang memanjang, bentuk kepala pipih, tidak bersisik, terdapat kumis di sekitar mulut sebanyak 8 buah yang berfungsi sebagai alat peraba saat bergerak atau mencari makan. Ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) mempunyai lima sirip pada tubuhnya, yaitu sirip ekor, sirip punggung, sirip dada, dan sirip dubur. Pada sirip dada jari-jarinya mengeras yang berfungsi sebagai patil untuk melindungi diri. Insang berukuran kecil, sehingga selain bernafas dengan insang ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) juga mempunyai alat pernafasan tambahan (arborencent) yang terletak pada insang bagian atas (Najiyati, 1992).

Kelangsungan hidup ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu rasio antara jumlah pakan, kepadatan, serta kualitas air meliputi suhu, kadar amoniak dan nitrit, oksigen yang terlarut, dan tingkat keasaman (pH) perairan. Kondisi ideal untuk ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) adalah air yang mempunyai pH antara 6,5 sampai dengan 9 dan bersuhu antara 24° C sampai dengan 26° C. Kandungan oksigen yang terlalu tinggi dapat menyebabkan timbulnya gelembung-gelembung dalam jaringan tubuhnya, dan sebaliknya penurunan kandungan oksigen secara tiba-tiba, juga dapat menyebabkan kematian. Ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) termasuk jenis ikan karnivora, namun pada usia benih ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) lebih bersifat omnivora (Najiyati, 1992).

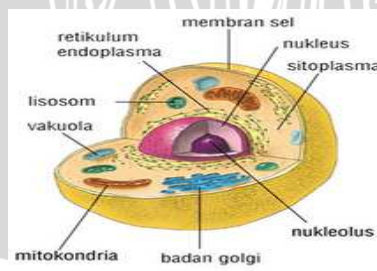
Ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan ikan lele lokal (*Clarias batrachus*), dimana ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) mempunyai pertumbuhan yang lebih baik dan relatif cepat, dapat mencapai ukuran yang lebih besar, pemeliharaannya relatif mudah, lebih tahan terhadap penyakit, peka terhadap perubahan lingkungan, efisiensi pakan yang tinggi, rasa dagingnya yang lebih gurih, serta jumlah telur lebih banyak. Induk ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dapat dipijahkan setelah berumur dua tahun dan dapat memijah sepanjang tahun (Khairuman, 2002).

Telur yang dikeluarkan pasangan induk ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) biasanya melekat pada ijuk yang telah

disediakan pada waktu proses pemijahan dan sebagian besar berserakkan di sarang dasar. Induk ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dapat menghasilkan 20.000 sampai dengan 30.000 butir telur/kg bobot induknya dengan diameter telur berkisar antara 1,3-1,6 mm. Sebelum telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) menetas telur-telur tersebut akan dibuahi oleh induk jantan terlebih dahulu. Untuk membedakan telur yang terbuahi dengan telur yang tidak terbuahi dapat dilihat dari warna telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) tersebut. Telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang terbuahi biasanya akan berwarna bening dan transparan, sedangkan telur yang tidak terbuahi berwarna putih susu dan berjamur. Telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang terbuahi akan menetas selama kurang waktu satu sampai dua hari pada suhu 22°C sampai dengan 25°C. Begitu proses pemijahan selesai kakaban (ijuk) harus segera di angkat dan di pindahkan ke dalam kolam penetasan. Untuk menghindari tumbuhnya jamur, kakaban yang sudah berisi telur tersebut sebaiknya di rendam terlebih dahulu, karena sifat telur ikan lele menempel maka diperlukan adanya kakaban (Susanto, 1995).

2.2 Sel dan Membran Sel

Sel merupakan unit terkecil dalam suatu organisme hidup dimana sel berfungsi sebagai fondasi fisik dalam kehidupan organisme hidup itu sendiri (Whiteley, 2006). Sel memiliki tiga bagian utama, yaitu lapisan luar, lapisan tengah dan lapisan dalam (Cotteril, 2002). Lapisan luar sel merupakan selaput plasma atau biasa disebut dengan membran sel, lapisan tengah sel merupakan sitoplasma dan organel-organel sel, dan lapisan dalam sel merupakan inti sel (*nukleus*) (Ackerman, 1988).

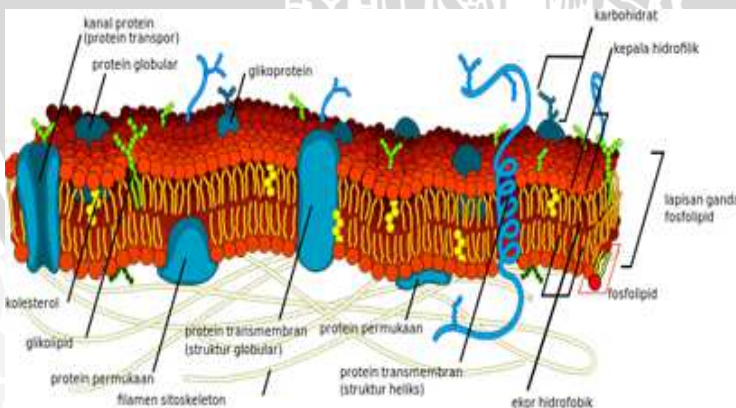


Gambar 2.2 Struktur dasar sel hewan

Membran sel merupakan bagian terluar sel dan tersusun secara berlapis-lapis, yang berupa bilayer lipid dengan protein integral dan ferifer. Tebal membran sel berkisar antara 7,5 sampai dengan 10 nanometer, dan sifatnya selektif permeabel (Guyton, 1997).

Lapisan lipid pada membran sel hampir seluruhnya terdiri dari fosfolipid dan kolesterol. Lipid membran sulit dilalui oleh cairan yang mengandung ion/molekul ekstraseluler maupun intraseluler. Ketidakmampuan ion untuk melintasi lapisan lipid berkaitan dengan muatan listrik pada ion yang menghalangi pergerakan ion itu sendiri. Muatan listrik pada ion akan menyebabkan ion menarik molekul-molekul air yang dapat menjadikan ukuran ion semakin besar, sehingga sulit untuk melintasi lapisan lipid. Protein pada membran sel memiliki beberapa fungsi penting, yaitu sebagai channel dan carrier. Sebagai channel protein berperan menjadi saluran zat-zat yang terlarut, yang dapat membuka dan menutup sesuai dengan keadaan sel. Sedangkan sebagai carrier protein berperan dalam transport zat-zat yang melintasi membran (Guyton, 1997).

Protein channel terbagi menjadi dua, yaitu protein channel air dan protein channel ion. Protein channel air berperan dalam menarik air disekelilingnya dan dihantarkan ke dalam sel untuk kelangsungan hidup organisme. Sedangkan protein channel ion berperan dalam menghantarkan sinyal listrik melalui ion-ion yang melintasinya dan mempunyai selektivitas yang tinggi dalam mengenali jenis ion yang akan melintasinya berdasarkan panjang jari-jari yang tepat dengan channelnya.



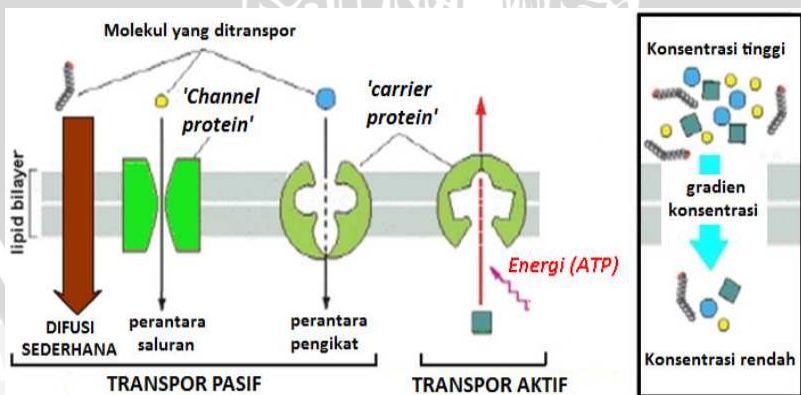
Gambar 2.3 Struktur membran sel (Alberts, 2002)

Sifat dari membran sel adalah selektif permeabel artinya adalah dapat dilalui oleh air dan zat-zat tertentu yang terlarut di dalamnya. Membran sel memiliki beberapa fungsi, diantaranya yaitu (Lestari 2009):

- a. Sebagai pelindung sel
- b. Reseptor
- c. Mengendalikan pertukaran zat dengan cara difusi, osmosis, difusi berfasilitas, dan transport aktif
- d. Tempat terjadinya reaksi kimia

Dalam menunjang fungsi di atas, membran sel memiliki kemampuan untuk mengendalikan zat, dimana zat yang dibutuhkan akan diizinkan masuk, sedangkan zat yang sudah tidak digunakan akan dibuang. Terdapat juga zat tertentu yang dikeluarkan untuk diekspor ke sel lainnya. Masuknya zat dari luar melalui membran sel yaitu melalui peristiwa difusi, osmosis, difusi berfasilitas, dan transport aktif.

Difusi merupakan pergerakan molekul dari konsentrasi tinggi (hipertonis) menuju ke konsentrasi rendah (hipotonis). Osmosis merupakan pergerakan air dari konsentrasi tinggi (banyak air) menuju ke konsentrasi rendah (sedikit air) melalui membran semi permeabel. Difusi berfasilitas merupakan difusi atau perpindahan zat yang menggunakan protein pembawa tanpa memerlukan energi (ATP). Sedangkan transport aktif merupakan pergerakan molekul melalui membran yang memerlukan energi ATP (Ackerman , 1988).



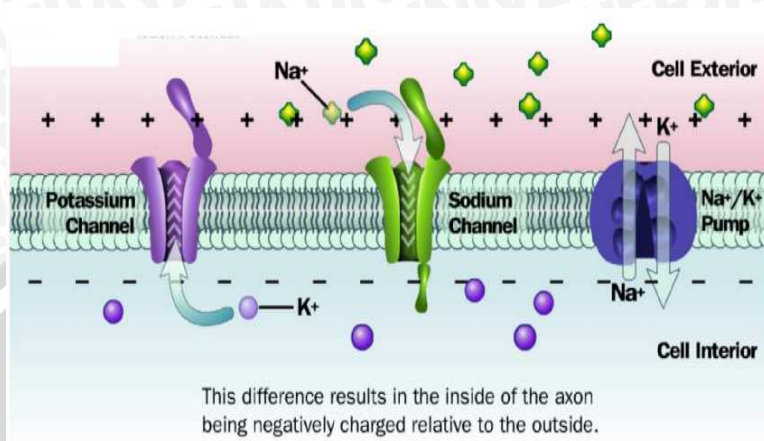
Gambar 2.4 Macam-macam transpor melalui membran sel

2.3 Potensial Membran Sel

Membran sel berfungsi sebagai pembatas cairan sel yang berada di dalam dan di luar sel. Cairan tersebut mengandung ion-ion Na^+ , K^+ , Cl^- dan A^- . Ion-ion tersebut akan menimbulkan medan listrik jika ion-ion dengan muatan berlawanan saling dipisahkan. Perbedaan ion di dalam sel dan di luar sel akan menyebabkan perpindahan ion dari daerah dengan potensial elektrokimia yang tinggi menuju ke daerah dengan potensial elektrokimia rendah. Akibat adanya perpindahan dari ion-ion tersebut maka terjadi pemisahan muatan listrik yang menyebabkan terjadinya perbedaan potensial listrik. Karena terjadinya di membran maka dikatakan potensial membran (Anonymous¹, 2008).

Potensial membran ($\Delta\Psi$) merupakan beda potensial listrik antara dinding luar dengan dinding dalam dari suatu membran sel, besar nilai dari potensial membran berkisar antara -40 hingga -90 milivolt (tanda minus menunjukkan bahwa potensial listrik dalam sel bersifat negatif dibandingkan dengan potensial listrik di luar sel, hal ini disebabkan oleh distribusi anion dan kation pada sisi membran yang berlawanan tidak sama (Giancoli, 2001). Besarnya potensial bergantung pada presentase ion sodium (Na^+), juga karena membran lebih permeabel bagi ion yang masuk daripada ion yang keluar membran.

Kondisi yang paling penting dalam potensial membran, adalah pada saat terjadi potensial aksi dan masa istirahat membran (*resting potensial*) (Jack, 2009). Potensial aksi adalah peristiwa elektris (listrik) yang terlokalisir menggunakan ATP secara aktif untuk mengangkut Na^+ keluar dari sel dan K^+ masuk ke dalam sel, yaitu depolarisasi membran pada titik perangsangan yang spesifik. Besarnya potensial aksi tidak bergantung pada kekuatan stimulus pendepolarisasi yang menyebabkan potensial aksi tersebut. Selama fase depolarisasi, polaritas membran berbalik secepat, dimana bagian dalam sel lebih positif dibandingkan bagian luar sel. Depolarisasi yang kuat dari suatu potensial aksi akan menyebabkan daerah disekitar titik membran yang mengalami depolarisasi itu juga terdepolarisasi di atas harga ambang, yang memicu potensial aksi baru pada posisi tersebut dan demikian seterusnya sampai ke ujung akson (Andre, 2012).



Gambar 2.5 Potensial aksi (Biologipedia, 2012)

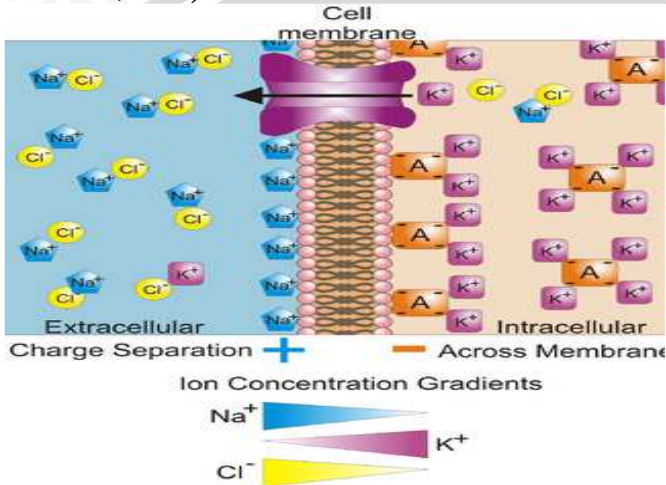
Pada keadaan istirahat, di sisi dalam dan luar membran sel terdapat ion K^+ , Na^+ , Cl^- , dan ion-ion lainnya. Terdapat perbedaan besar konsentrasi ion-ion ini di dalam dan di luar sel, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai-nilai pada tabel berikut (Giancoli, 2001; Prawirosusanto, 1994):

Tabel 2.1 Konsentrasi ion pada membran sel

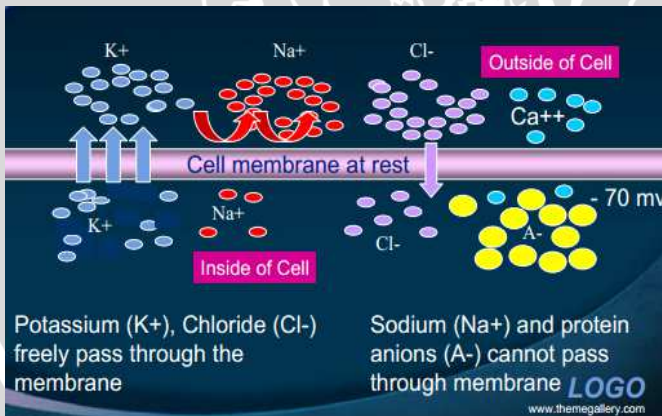
Ion	Konsentrasi di dalam membran sel (mol/m^3)	Konsentrasi di luar membran sel (mol/m^3)
K^+	140	5
Na^+	15	140
Cl^-	9	125
Ion lain	147	44

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa konsentrasi ion antara di luar sel dengan di dalam sel berbeda. Ion K^+ di luar sel memiliki konsentrasi jauh lebih kecil daripada di dalam sel.

Sedangkan ion Na^+ di luar sel memiliki konsentrasi lebih tinggi daripada di dalam sel. Ion-ion yang lainpun memiliki konsentrasi diluar sel yang lebih kecil dari pada di dalam sel. Hal tersebut yang akan mengakibatkan terjadinya proses difusi pada sel (Prawirosusanto, 1994).



Gambar 2.6 Ion potasium (K^+) berdifusi ke luar membran sel



Gambar 2.7 Aktivitas pertukaran ion dalam keadaan istirahat

Perubahan lingkungan dapat mempengaruhi potensial membran sel yang dihasilkan, sebagai contoh yaitu terjadinya

depolarisasi dari membran sel yang di duga dapat memicu terjadinya kematian sel (Franco, 2006).

Potensial membran bertindak seperti baterai, yaitu suatu sumber energi yang mempengaruhi lalu lintas semua substansi bermuatan yang melintasi membran sel, karena di dalam sel lebih negatif dibandingkan dengan di luarnya. Potensial membran mendukung transpor pasif kation ke dalam sel dan anion ke luar sel. Dengan demikian, dua gaya menggerakkan difusi ion melintasi suatu membran gaya kimiawi (gradien konsentrasi ion) dan gaya listrik (pengaruh potensial membran pada pergerakan ion). Kombinasi kedua gaya yang bekerja pada satu ion ini disebut gradien elektrokimiawi (Campbell, 2002).

2.3.1 Potensial Elektrokimia

Ion yang terkandung dalam suatu larutan dipengaruhi oleh beberapa gaya fisika, dimana dapat disebabkan karena adanya gradien potensial kimia dan gradien potensial listrik. Potensial elektrokimia dari ion spesies j dan dilambangkan sebagai (μ_j) menunjukkan besarnya energi bebas yang tersedia untuk melakukan suatu usaha (Nobel, 1974):

$$\mu_j = \mu_{0j} + RT \ln \gamma_j C_j + Z_j FV + m_j gh + PV_j \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana,

- μ_j : Potensial elektrokimia ion spesies j (kal/mol)
- μ_{0j} : Potensial kimia standart spesies j (kal/mol)
- R : Konstanta gas umum (1,987 kal/mol.K)
- T : Suhu absolut (0K)
- γ_j : Koefisian spesies j (mol/liter)
- C_j : Konsentrasi spesies j (mol/liter)
- Z_j : Valensi spesies j
- F : Konstanta faraday (96,487 coulomb/mol)
- V : Potensial listrik membrane (mV)
- P : Tekanan hidrostatik (bar)
- V_j : Volume molar parsial (cm^3/mol)

Jika diasumsikan tidak terjadi perubahan volume pada sel akibat dari perubahan sel dan energi potensial adalah sama dengan nol karena nilai dari $h \approx 0$, dan $\gamma_j C_j$ merupakan aktifitas kimia a_j .

Maka persamaan 2.1 dapat dituliskan sebagai berikut (Juswono, 1999):

$$\mu_j = \mu_{0j} + RT \ln \alpha_j + Z_j FV \dots \dots \dots (2.2)$$

Persamaan dasar yang menggambarkan terjadinya difusi ion-ion akibat pengaruh membran listrik dalam potensial membran dan gradien konsentrasi adalah persamaan Nerst dan persamaan Goldman.

1. Persamaan Nerst

Persamaan Nerst umumnya digunakan dalam perhitungan potensial membran sel ketika hanya ada satu ion yang permeabel, selama konsentrasi ion didalam maupun diluar sel diketahui. Sehingga persamaan Nerst tidak dapat digunakan ketika membran sel terdapat lebih dari satu ion permeabel. Sebuah ion yang dapat melalui membran akan berada dalam keadaan setimbang (tidak terjadi difusi) diantara kedua sisi membran jika potensial elektrokimianya adalah sama pada kedua sisi membran tersebut. Sesuai dengan persamaan umum dibawah ini:

$$\mu = \mu_1 - \mu_2 = 0$$

Keadaan setimbang antara sel dengan lingkungan sel dapat diterapkan menggunakan persamaan umum berikut:

$$\mu_{\text{sel}} = \mu_{\text{lingkungan}} \dots \dots \dots (2.3)$$

Persamaan 2.2 disubstitusikan ke dalam persamaan 2.3, maka persamaan 2.3 dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\mu_{0\text{sel}} + RT \ln C_{\text{sel}} + Z_{\text{sel}} FV = \mu_{0\text{lingk}} + RT \ln C_{\text{lingk}} + Z_{\text{lingk}} FV \dots \dots \dots (2.4)$$

$$\mu_{0\text{sel}} - \mu_{0\text{lingk}} + Z_{\text{sel}} FV - Z_{\text{lingk}} FV = RT \ln C_{\text{lingk}} - RT \ln C_{\text{sel}} \dots \dots \dots (2.5)$$

Potensial kimia standart $\mu_{0\text{sel}}$ dan $\mu_{0\text{lingkungan}}$ adalah sama untuk kedua sisi karena kedua larutan berada dalam keadaan yang sama, maka persamaan 2.8 dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Z_{\text{sel}} FV - Z_{\text{lingkungan}} FV = RT \ln C_{\text{lingkungan}} - RT \ln C_{\text{sel}}$$

$$ZF (V_{\text{sel}} - V_{\text{lingkungan}}) = RT \ln \left(\frac{C_{\text{lingkungan}}}{C_{\text{sel}}} \right) \dots \dots \dots (2.6)$$

$$V_{\text{sel}} - V_{\text{lingkungan}} = \frac{RT \ln \left(\frac{C_{\text{lingkungan}}}{C_{\text{sel}}} \right)}{ZF} \dots \dots \dots (2.7)$$

Jika, Ψ = Potensial membran = $V_{\text{sel}} - V_{\text{lingkungan}}$

$$\Psi = \frac{RT \ln \left(\frac{C_{\text{lingkungan}}}{C_{\text{sel}}} \right)}{ZF} \dots \dots \dots (2.8)$$

(Juswono, 1999)

2. Persamaan Goldman

Persamaan Goldman digunakan dalam fisiologi membran sel untuk mengukur potensial yang melalui membran sel dengan mempertimbangkan semua ion yang dapat melalui membran. Persamaan ini merupakan variasi dari persamaan Nerst dan dapat dituliskan dengan persamaan dibawah ini:

$$\Psi = \frac{RT}{ZF} \ln \left(\frac{P_{Na} [Na] + P_K [K] + P_{Cl} [Cl]}{P_{Na} [Na] + P_K [K] + P_{Cl} [Cl]} \right) \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana P_{Na} , P_K , P_{Cl} adalah permeabilitas membran terhadap ion Na^+ , K^+ , dan Cl^- . Sedangkan $[Na]$, $[K]$, $[Cl]$ adalah konsentrasi ion Na, K, Cl (Sandblom, 1966).

2.4 Radikal Bebas dan Kelompok Oksigen Reaktif (ROS)

Radikal bebas adalah senyawa atau molekul yang mengandung satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan pada orbital terluarnya. Senyawa radikal bebas timbul akibat berbagai proses kimia kompleks dalam tubuh, seperti hasil sampingan dari proses oksidasi atau pembakaran sel yang berlangsung pada waktu bernafas, metabolisme sel. Selain itu juga dapat timbul akibat dari olahraga berlebihan, peradangan atau ketika tubuh terpapar polusi lingkungan seperti asap kendaraan bermotor, asap rokok, bahan pencemar dan radiasi matahari atau radiasi kosmis. Simbol yang digunakan pada

radikal bebas biasanya sebuah titik yang berdekatan dengan simbol suatu atom ($R\cdot$) (Fessenden, 1986).

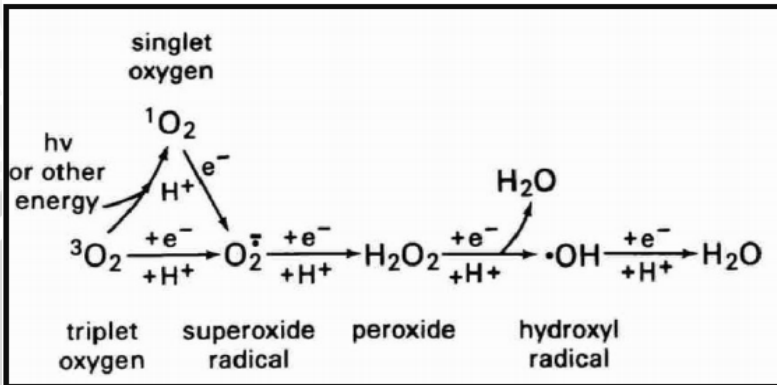
Radikal memerlukan elektron yang berasal dari pasangan elektron molekul disekitarnya untuk menjadi keadaan stabil, sehingga terjadi perpindahan elektron dari molekul donor ke molekul radikal untuk menjadikan molekul tersebut stabil. Akibat reaksi tersebut, molekul donor menjadi radikal baru yang tidak stabil dan memerlukan elektron dari molekul di sekitarnya untuk menjadi stabil. Demikian seterusnya terjadi reaksi berantai perpindahan elektron (Widodo, 2001).

Oksigen dapat menerima elektron tunggal dan membentuk molekul tak stabil yang dikenal dengan molekul kelompok oksigen reaktif (ROS). ROS adalah bagian dari radikal bebas yang merupakan produksi dari metabolisme sel normal. Sebagian ROS berasal dari proses fisiologis (ROS endogen) dan lainnya adalah ROS eksogen, seperti berbagai polutan lingkungan (emisi kendaraan bermotor dan industri, asbes, asap rokok, dan lain-lain), radiasi ionisasi, infeksi bakteri, jamur dan virus, serta paparan zat kimia (termasuk obat) yang bersifat mengoksidasi (Cuzzocrea, 2001). ROS terdiri atas beberapa senyawa reaktif diantaranya yaitu (Langseth, 1995):

Tabel 2.2 Beberapa kelompok oksigen reaktif

Lambang	Nama Senyawa
$OH\cdot$	Radikal hidroksil
$O_2\cdot$	Radikal superoksida
$NO\cdot$	Radikal nitrat oksida
$LOO\cdot$	Radikal lipid peroksil
H_2O_2	Hidrogen peroksida
1O_2	Singlet oksigen
$HOCl$	Asam hipoklorat
O_3	Ozon

Secara lengkap proses reduksi oksigen dapat di lihat pada reaksi berikut ini (Clarkson, 2000) :



Gambar 2.8 Sistem oksigen aktif

Radikal bebas dalam tubuh akan berinteraksi dengan bagian tubuh maupun sel-sel tertentu yang tersusun atas lemak, protein, karbohidrat, DNA, dan RNA. Radikal bebas terbentuk pada membran sel, mitokondria, peroksisom, retikulum endoplasma dan sitosol melalui reaksi-reaksi enzimatik yang berlangsung dalam proses metabolisme (Winarsi, 2007).

Radikal bebas dapat merusak sel dengan cara merusak membran sel tersebut. Kerusakan pada membran sel ini dapat terjadi dengan beberapa cara, diantaranya adalah (Sikka, 1995):

- Radikal bebas berikatan secara kovalen dengan enzim dan/atau reseptor yang berada di membran sel, sehingga merubah aktivitas komponen-komponen yang terdapat pada membran sel tersebut.
- Radikal bebas berikatan secara kovalen dengan komponen membran sel, sehingga merubah struktur membran dan mengakibatkan perubahan fungsi membran dan/atau mengubah karakter membran menjadi seperti antigen
- Radikal bebas mengganggu sistem transport membran sel melalui ikatan kovalen, mengoksidasi kelompok *thiol*, atau dengan merubah asam lemak *polyunsaturated*.
- Radikal bebas mengionisasi peroksidasi lipid secara langsung terhadap asam lemak *polyunsaturated* dinding sel. Radikal bebas akan menyebabkan terjadinya peroksidasi lipid membran sel.

Peroksidasi lipid akan terbentuk dalam rantai yang makin panjang dan dapat merusak organisasi membran sel.

2.4.1 Hidrogen Peroksida (H_2O_2)

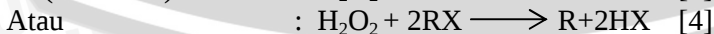
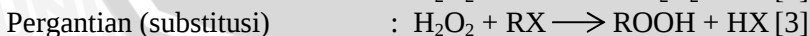
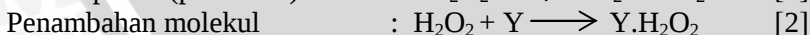
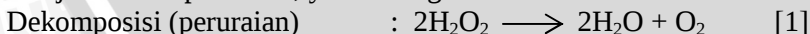
Hidrogen peroksida pertama kali diisolasi melalui reaksi barium peroksida dan asam nitrat oleh Louis Jacques Thenard pada tahun 1818. Proses ini digunakan untuk menghasilkan hidrogen peroksida sejak akhir abad ke-19 sampai pertengahan abad ke-20. Hidrogen peroksida murni ditemukan pertama kali oleh Richard Wolffenstein pada tahun 1894 melalui destilasi vakum, dengan nama lain adalah peroksida, dioksida dihidrogen, dihidrogen dioksida, hidrogen dioksida atau dioksidan (Nindl, 2004).

Hidrogen peroksida dengan rumus kimia H_2O_2 yang menandakan bahwa bahan utama terbentuknya berupa gas hidrogen (H) dan gas oksigen (O). Hidrogen peroksida mempunyai sifat fisik, yaitu berat molar 34,0147 g/mol, densitas 4 g/cm³(cair), titik cair -11⁰C (262,15K), titik didih 150,2⁰C (423,35K), keasaman (pKa) 11,65, viskositas 1,245cP pada suhu 20⁰C, tidak berwarna, tidak berbau, larut dengan baik dalam air, memiliki potensial oksidasi sebesar 1,8 V, merupakan oksidan yang kuat, dan sangat reaktif.

Menurut code of federal regulation, konsentrasi hidrogen peroksida (H_2O_2) terbagi atas (Williams, 2003) :

1. Konsentrasi < 8% tidak berbahaya, umumnya digunakan sebagai baking soda pasta gigi, sterilisasi kontak lens, deterjen dan lain-lain.
2. Konsentrasi 8-27,5 %, oksidator kelas 1, dan mudah terbakar.
3. Konsentrasi 27,5-52%, oksidator kelas 2, korosif (bahaya terhadap kesehatan, yaitu dapat membakar kulit/jaringan), reaktif kelas 1 (bahaya ledakan).
4. Konsentrasi 52-91%, oksidator kelas 3, korosif dan reaktif kelas 3.
5. Konsentrasi > 91%, oksidator kelas 4, korosif dan reaktif kelas 4.

Keseluruhan reaksi hidrogen peroksida dapat disederhanakan menjadi lima tipe umum, yaitu sebagai berikut :



H_2O_2 sebagai zat oksidator : $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{W} \longrightarrow \text{WO} + \text{H}_2\text{O}$ [6]

Dengan mengklasifikasikannya ke dalam reaksi-reaksi ini, hidrogen peroksida dapat bereaksi sebagai molekul atau dapat terlebih dahulu mengionisasi atau diuraikan menjadi radikal-radikal bebas. Dalam banyak hal, mekanisme reaksi adalah sangat kompleks dan bisa bergantung kepada tipe katalis dan kondisi reaksi (Othmer, 1986).

Hidrogen peroksida merupakan salah satu senyawa radikal bebas, karena dengan adanya katalisator dan pada kondisi basa, hasil penguraian hidrogen peroksida akan menghasilkan radikal-radikal anion hidroksil dan superoksida sebagai zat intermediet (Agnemo, 1979).

Hidrogen peroksida adalah salah satu bentuk senyawa oksigen reaktif yang akhir-akhir ini dilaporkan dapat menghambat pertumbuhan dan apoptosis dalam sejumlah sel (Clopton, 1995).

2.5 Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa yang dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas. Antioksidan mampu menghilangkan, membersihkan, menahan pembentukan ataupun memadukan efek spesies oksigen reaktif (ROS) (Lautan, 1997). Antioksidan memiliki fungsi utama yaitu, digunakan sebagai upaya untuk memperkecil terjadinya proses oksidasi dari lemak dan minyak, memperkecil terjadinya proses kerusakan dalam makanan, memperpanjang masa pemakaian dalam industri makanan, meningkatkan stabilitas lemak yang terkandung dalam makanan serta mencegah hilangnya kualitas sensori dan nutrisi (Hernani, 2005).

Berdasarkan sumbernya terdapat dua macam antioksidan, yaitu antioksidan alami dan antioksidan buatan (Dalimartha, 1998). Tubuh manusia menghasilkan senyawa antioksidan, tetapi jumlahnya sering kali tidak mencukupi untuk menetralkan radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh, sehingga jika terjadi paparan radikal bebas berlebih maka tubuh membutuhkan antioksidan eksogen (dari luar tubuh) (Hernani, 2005).

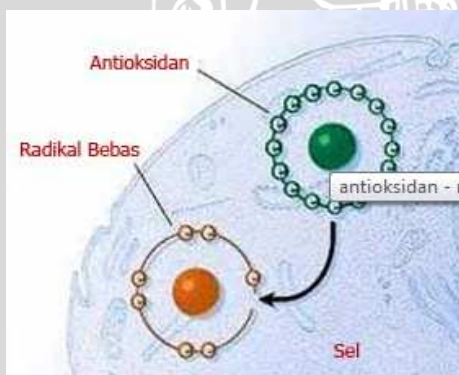
Adanya kekhawatiran akan kemungkinan efek samping yang belum diketahui dari antioksidan buatan, maka antioksidan alami menjadi alternatif yang sangat dibutuhkan (Rohdiana, 2001). Antioksidan alami mampu melindungi tubuh terhadap kerusakan

yang disebabkan spesies oksigen reaktif (ROS), mampu menghambat terjadinya penyakit degeneratif serta mampu menghambat peroksidasi lipid pada makanan. Meningkatnya minat untuk mendapatkan antioksidan alami terjadi beberapa tahun terakhir ini.

Antioksidan alami umumnya mempunyai gugus hidroksil dalam struktur molekulnya. Adanya antioksidan alami maupun sintesis dapat menghambat oksidasi lipid, mencegah kerusakan sel, perubahan dan degradasi komponen organik dalam bahan makanan sehingga dapat memperpanjang umur simpan (Sunarni, 2005).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa beberapa tanaman terbukti bermanfaat dalam melindungi tubuh dari bahaya radikal bebas, hal ini dikarenakan terdapat senyawa yang berperan sebagai antioksidan dalam tanaman tersebut. Umumnya antioksidan tersebut termasuk golongan senyawa fenolat seperti flavonoid, senyawa hidroksinat, kumarin, tokoferol dan asam organik polifungsional (Muchtaridi, 2005).

Antioksidan terdapat pada beberapa jenis sayuran, buah-buahan segar, beberapa jenis tanaman dan rempah-rempah (Dalimartha, 1998). Tanaman yang mengandung antioksidan umumnya tersebar pada berbagai bagian seperti akar, batang, kulit, ranting, daun, buah, bunga dan biji (Muchtaridi, 2005). Salah satu tanaman yang diketahui memiliki kandungan antioksidan adalah tanaman Binahong (Ristian, 2009).



Gambar 2.9 Interaksi antioksidan dan radikal bebas pada sel

2.5.1 Tanaman Binahong (*Anredera cordifolia*)

Tanaman binahong (*Anredera cordifolia*) berasal dari Negara Cina dan menyebar ke Asia Tenggara. Di Indonesia tanaman binahong secara umum dikenal dengan nama binahong. Tanaman ini tumbuh merambat dan sering digunakan sebagai gapura yang melingkar di atas jalan taman (Manoi, 2009).



Gambar 2.10 Tanaman Binahong (*Anredera cordifolia*)

Klasifikasi tanaman binahong (*Anredera cordifolia*), diantaranya yaitu (Mus, 2008):

Kingdom	: Plantae (tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (berpembuluh)
Superdivisio	: Spermatophyta (menghasilkan biji)
Divisio	: Magnoliophyta (berbunga)
Kelas	: Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil)
Sub-kelas	: Hamamelidae
Ordo	: Caryophyllales
Familia	: Basellaceae
Genus	: <i>Anredera</i>
Spesies	: <i>Anredera cordifolia</i> (Tenore) Steen)

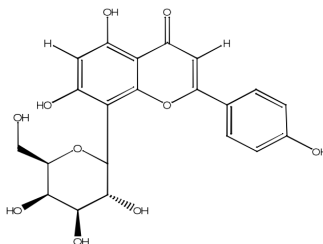
Tanaman Binahong (*Anredera cordifolia*) tumbuh baik di dataran rendah maupun dataran tinggi dalam lingkungan yang dingin dan lembab. Tanaman binahong (*Anredera cordifolia*) berupa tumbuhan menjalar, berumur panjang (perennial), dan bisa mencapai panjang ± 5 m. Batangnya lunak, berbentuk silindris, saling membelit, dan berwarna merah. Daun dari tanaman ini bertangkai

sangat pendek (subsessile), susunannya berseling, berwarna hijau, dan berbentuk jantung (cordata). Bunganya majemuk berbentuk tandan, bertangkai panjang, muncul diketiak daun. Akarnya berbentuk rimpang, berdaging lunak (Mus, 2008).

Manfaat tanaman ini sangat besar dalam dunia pengobatan, secara empiris binahong dapat menyembuhkan berbagai jenis penyakit. Dalam pengobatan, bagian tanaman yang digunakan dapat berasal dari akar, batang, daun, dan bunga maupun umbi yang menempel pada ketiak daun. Pada tanaman binahong (*Anredera cordifolia*) terdapat aktifitas antioksidan, asam askorbat dan total fenol yang cukup tinggi.

Daun binahong (*Anredera cordifolia*) diketahui mempunyai kandungan asam oleanolik yang merupakan golongan triterpenoid, senyawa flavonoid dan minyak atsiri (Rachmawati, 2008). Penelitian uji fitokimia ekstrak etil asetat daun Binahong secara kuantitatif diketahui terdapatnya 9,614 % senyawa flavonoid, 3,128 % senyawa alkaloid, dan 11,001 % senyawa polifenol (Khunaifi, 2010). Peneliti lain berhasil menemukan adanya protein dengan berat molekul besar pada binahong (23 kDa) yang disebut dengan ancordin (Nurwati, 2005).

Flavanoid dalam tumbuhan umumnya terikat pada gula sebagai glikosida dan aglikon flavonoid yang mudah larut dalam air, bersifat antioksidan dan banyak digunakan sebagai salah satu komponen bahan baku obat-obatan (Harbone, 1996). Senyawa flavonoid berpotensi sebagai antioksidan yaitu dengan mengurangi tingkat keraktifan dari radikal hidroksil, anion superoksida, dan radikal peroksida. Pada daun Binahong (*Anredera cordifolia*) diketahui terdapat kandungan senyawa aktif golongan flavonoid, yaitu 8-Glucopyranosyl-4',5,7-trihydroxyflavone (Ratna, 2012).



Gambar 2.11 Struktur 8-Glucopyranosyl-4',5,7-trihydroxyflavone

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biofisika Jurusan Fisika Universitas Brawijaya, pada bulan Juli sampai dengan bulan November 2012.

3.2 Peralatan Dan Bahan Penelitian

3.2.1 Peralatan

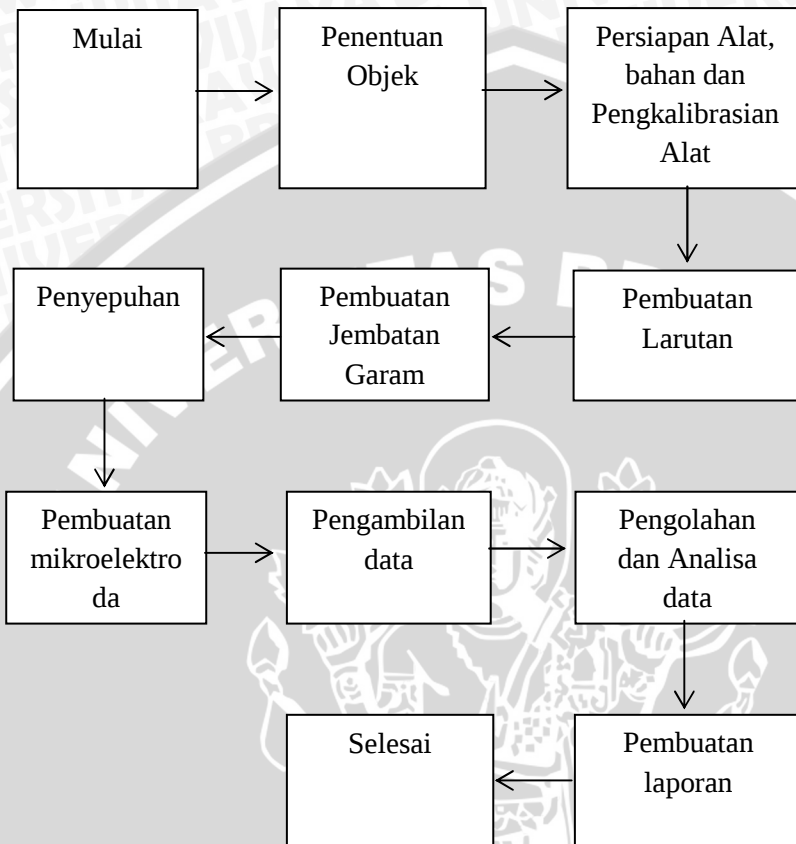
Peralatan yang digunakan antara lain, yaitu kawat perak murni, mikroelektroda (tabung gelas yang terbuat dari borosilikat), alat pemotong mikroelektroda berupa kumparan pemanas dan dijepit dengan 2 buah mata bor secara vertikal, banana plug sebagai tempat mikroelektroda, mikroskop, kotak preparat, *plotter* beserta pensil, beberapa kabel, capit buaya, baterai, injektor, pipet tetes, pipet ukur, selang kecil, kompor, neraca digital, timbangan, spatula, gelas ukur, erlenmeyer, botol sampel, dan kertas grafik.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan antara lain, yaitu telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*), aquades, larutan basal salt medium (BSM) merupakan larutan standart yaitu campuran dari senyawa CaCl_2 0,1 mM, KCl 0,1 mM, dan NaCl 0,1 mM dalam beberapa milliliter aquades, larutan HCl 0,1 M, larutan KCl 0,1 M, agar-agar, larutan senyawa kelompok oksigen reaktif (ROS) berupa hidrogen peroksida (H_2O_2), dan larutan antioksidan ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*).

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini :



3.3.1 Penentuan Objek Penelitian

Objek yang dipilih berupa telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang sudah dibuahi oleh induk jantan ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang kondisinya baik, yaitu berwarna kuning kehijauan dan bening, sedangkan telur yang telah mati akan berwarna putih pucat.

3.3.2 Persiapan Alat dan Bahan serta Pengkalibrasian Alat

Peralatan dan bahan yang akan digunakan disiapkan dahulu, setelah semua alat dan bahan terkumpul maka dilakukan pengkalibrasian alat agar dapat memperlancar dalam pengambilan data penelitian. Peralatan yang perlu dikalibrasi yaitu *plotter*, dimana

ketika pengkalibrasian *plotter* diberi tegangan masukan dari baterai sebesar 1.5 Volt, dan tegangan yang berada pada *plotter* diatur pada tegangan sebesar 1.0 Volt. Respon dari *plotter* yang dapat atau tidaknya digunakan dapat dilihat dari pergerakan pensil *plotter* yang bergerak naik ataupun turun di atas kertas grafik sesuai dengan pengaturan *plotter* tersebut.

3.3.3 Pembuatan Larutan

Dalam pembuatan suatu larutan beberapa molaritas (M) dalam beberapa mililiter/liter aquades dapat ditentukan dengan menghitung massa/berat dari masing-masing bahan yang akan digunakan menggunakan persamaan umum dibawah ini :

- Mol zat terlarut

Mol = Molaritas larutan (mol/liter) x Volume larutan (liter)

- Massa zat terlarut

Massa (gram) = Mol zat terlarut x Massa molekul relatif zat terlarut (M_r)

Sedangkan persamaan umum dalam pengenceran suatu larutan yaitu :

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

Dimana, M_1 = Molaritas bahan
 V_1 = Volum yang dibutuhkan
 M_2 = Molaritas larutan yang diinginkan
 V_2 = Volume larutan yang diinginkan

Larutan Basal Salt Medium (BSM)

Larutan pertama yang akan dibuat yaitu larutan standar yang berfungsi sebagai pelarut dalam melarutkan berbagai macam bahan kimia misalnya polutan buatan berupa hidrogen peroksida dan larutan antioksidan berupa ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*). Larutan BSM merupakan larutan dari hasil pengenceran beberapa gram bahan kimia dalam aquades beberapa mililiter/liter.

Larutan BSM terdiri dari 0,1 mM CaCl_2 , 0,1 mM KCl, dan 0,1 mM NaCl dalam volume larutan 250 ml dapat dibuat dengan melarutkan beberapa bahan kimia CaCl_2 , KCl, NaCl dengan aquades sebanyak 250 ml. Massa untuk masing-masing bahan kimia tersebut harus ditentukan terlebih dahulu, agar diperoleh hasil larutan BSM yang tepat. Dari perhitungan matematis diperoleh massa CaCl_2

sebesar $2,8 \times 10^{-3}$ gram, massa KCl sebesar $1,86 \times 10^{-3}$ gram, dan massa NaCl sebesar $1,46 \times 10^{-3}$ gram (Lampiran 1.1).

Jika massa masing-masing bahan telah diketahui, kemudian bahan kimia CaCl_2 , KCl dan NaCl ditimbang sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml. Aquades diukur dengan menggunakan gelas ukur hingga batas yang diinginkan yaitu 250 ml, aquades dimasukkan dalam erlenmeyer, kemudian dikocok agar ketiga bahan tersebut dapat larut dan bercampur dengan merata. Larutan BSM yang sudah jadi di masukkan kedalam botol sampel yang sudah disiapkan. Pembuatan larutan BSM dilakukan hingga beberapa kali.

Larutan KCl

Larutan KCl merupakan larutan dari hasil pengenceran beberapa gram bahan kimia KCl dalam aquades beberapa mililiter/liter. Pembuatan larutan KCl diulangi sebanyak dua kali, dimana masing-masing larutan digunakan sesuai dengan fungsinya. Fungsi pertama larutan ini yaitu sebagai isi dari mikroelektroda yang berperan sama seperti kabel listrik. Sedangkan fungsi yang kedua yaitu sebagai bahan tambahan dalam pembuatan jembatan garam (elektroda referensi).

Pembuatan larutan KCl 0,1 M dalam volume larutan 100 ml juga harus diketahui terlebih dahulu berat dari bahan kimia KCl yang akan digunakan, dimana secara matematis diperoleh massa/berat dari bahan kimia KCl sebesar 0,745 gram (lampiran 1.2).

Jika massa KCl yang diperlukan telah diketahui, selanjutnya KCl ditimbang menggunakan neraca digital sesuai dengan ukuran yang ditetapkan, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian aquades diukur dengan menggunakan gelas ukur sesuai dengan volume yang diinginkan yaitu 100 ml. Aquades dimasukkan dalam erlenmeyer sambil dikocok dan setelah larut sempurna, larutan KCl dimasukkan kedalam botol sampel yang telah disiapkan.

Larutan HCl (Larutan Penyepuhan)

Larutan HCl merupakan larutan dari hasil pengenceran beberapa mililiter/liter bahan kimia HCl dalam aquades beberapa mililiter/liter. Larutan HCl ini berfungsi sebagai elektrolit penghantar listrik dalam proses penyepuhan kawat perak. Dalam penelitian ini bahan kimia HCl 38 % akan dibuat larutan dengan molaritas 0,1 M

dalam volume larutan 100 ml. Bahan kimia HCL berbentuk cairan, sehingga dalam pengenceran bahan tersebut harus menentukan volume yang akan diperlukan terlebih dahulu supaya terbentuk larutan HCl 0.1 M yang tepat. Dari perhitungan matematis diperoleh volume HCl yang diperlukan sebesar 0.8 ml (lampiran 1.3).

Jika volume HCl yang diperlukan telah diketahui, selanjutnya HCl diambil sesuai dengan ketentuan menggunakan pipet ukur, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml. Kemudian aquades diukur dengan menggunakan gelas ukur sesuai dengan volume yang diinginkan yaitu 100 ml. Aquades dimasukkan dalam erlenmeyer sambil dikocok hingga larut. Kemudian larutan HCl dimasukkan kedalam botol sampel yang telah disiapkan.

Larutan Hidrogen peroksida

Larutan hidrogen peroksida (H_2O_2) merupakan larutan dari hasil pengenceran beberapa mililiter/liter bahan kimia H_2O_2 dalam larutan BSM beberapa mililiter/liter. Larutan H_2O_2 ini merupakan larutan pencemar dalam lingkungan air telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). Bahan kimia H_2O_2 50 % akan dijadikan larutan dengan konsentrasi 500 ppm, 1000 ppm, 2000 ppm, 3000 ppm, dan 4000 ppm dalam beberapa mililiter/liter larutan BSM. Bahan kimia H_2O_2 berbentuk cairan sehingga dalam pengenceran ditentukan dahulu volume yang diperlukan sebelum dilarutkan dalam 1000 ml larutan BSM. Dari perhitungan matematis diperoleh volume untuk masing-masing konsentrasi yang diinginkan. Pada konsentrasi 500 ppm diperoleh volume H_2O_2 sebesar 0,84 ml, konsentrasi 1000 ppm diperoleh volume H_2O_2 sebesar 1,68 ml, konsentrasi 2000 ppm diperoleh volume H_2O_2 sebesar 3,36 ml, konsentrasi 3000 ppm diperoleh volume H_2O_2 sebesar 5,04 ml, dan konsentrasi 4000 ppm diperoleh volume H_2O_2 sebesar 6,73 ml (lampiran 1.4).

Jika volume H_2O_2 masing-masing konsentrasi yang diperlukan telah diketahui, selanjutnya H_2O_2 diambil menggunakan pipet ukur sesuai dengan ukuran yang ditetapkan, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian larutan BSM diukur dengan menggunakan gelas ukur sesuai dengan volume yang diinginkan yaitu 1000 ml. Larutan BSM dimasukkan dalam erlenmeyer sambil dikocok dan setelah itu larutan dimasukkan kedalam botol sampel yang telah disiapkan. Perlakuan diatas berlaku bagi semua konsentrasi yang dipilih.

Larutan Antioksidan (Ekstrak Daun Binahong)

Larutan antioksidan berupa ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) merupakan larutan dari hasil pengenceran beberapa gram daun Binahong (*Anredera cordifolia*) halus dengan penambahan massa berbeda yaitu (2 gram, 4 gram, 6 gram, 8 gram, dan 10 gram) dalam campuran larutan BSM dan larutan hidrogen peroksida untuk tiap variasi konsentrasi larutan hidrogen peroksida (0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 2000 ppm, 3000 ppm, dan 4000 ppm) yang di ambil 100 ml sebagai sampel. Penambahan massa tiap sampel ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) dilarutkan dalam larutan tersebut selama beberapa menit, kemudian disaring menggunakan kertas saring whatman dan dimasukkan ke dalam botol sampel yang telah disiapkan.

3.3.4 Pembuatan Jembatan Garam

Jembatan garam atau elektroda referensi dibuat dari 1 gram agar-agar yang dididihkan dengan larutan KCl 0,1 M. Larutan agar-agar yang sudah mendidih diangkat dari kompor, kemudian disedot ke dalam selang kecil dan didinginkan (Ulum, 2003).

3.3.5 Penyepuhan

Penyepuhan merupakan proses pelapisan Ag dengan senyawa AgCl. Pada tahap penyepuhan beberapa peralatan dan bahan yang diperlukan yaitu kawat perak murni, baterai, gelas ukur, dan beberapa kabel. Proses penyepuhan menggunakan 2 buah kawat perak murni yang dimasukkan ke dalam larutan 0.1 M HCl. Kedua kawat tersebut dihubungkan dengan baterai bertegangan 1.5 Volt. Tanda kawat sudah tersepuh yaitu jika kawat perak yang dihubungkan pada kutup negatif (-) mulai bergelembung, maka kawat perak yang dihungkan pada kutup positif (+) sudah tersepuh.

3.3.5 Pembuatan mikroelektroda dan pengisian mikroelektroda dengan menggunakan larutan KCl

Pembuatan mikroelektroda berupa tabung gelas yang terbuat dari borosilikat dengan diameter luar sebesar 1,5 mm dan diameter dalam 0,86 mm dengan panjang 10 cm yaitu, pertama tabung gelas diberi tanda pada posisi tengah tabung, hal ini bertujuan supaya ketika tabung kaca terpotong memiliki sisi yang sama satu sama lain. Alat pemotong tabung kaca berupa kumparan pemanas, dimana

tabung kaca dimasukkan ke dalam kumparan tersebut dan dijepit oleh 2 buah mata bor dengan posisi tabung kaca di atur secara vertikal dan terletak di tengah-tengah kumparan pemanas supaya mikroelektroda yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan. Besar arus yang diberikan dalam proses pemotongan tabung kaca juga tidak boleh terlalu panas yaitu sebesar 7 A, karena hal ini akan menghasilkan mikroelektroda yang kurang sempurna atau molor dipucuknya ketika terpotong. Mikroelektroda yang baik adalah memiliki ujung tidak terlalu runcing, panjang, dan lebarnya tidak terlalu besar atau terlalu kecil (Juswono, 1999).

Pengisian larutan KCl 0,1 M ke dalam mikroelektroda dilakukan setelah pembuatan mikroelektroda selesai dengan hasil yang baik sesuai dengan literatur. Larutan KCl 0,1 M dapat dimasukkan ke dalam mikroelektroda menggunakan injector tanpa jarum yang dipanaskan dan ditarik sepanjang mungkin supaya dapat mempermudah masuknya larutan KCl ke dalam mikroelektroda. Dalam pengisian larutan KCl dalam mikroelektroda diusahakan tidak terdapat gelembung udara didalamnya karena akan memberikan efek *bubble* yang menyebabkan mikroelektroda seperti kabel putus (Pratama, 2009). Larutan KCl dimasukkan sampai ujung mikroelektroda terisi penuh (Ulum, 2003). Setelah pengisian larutan KCl ke dalam mikroelektroda selesai, mikroelektroda dipasang pada banana plug sebagai tempat mikroelektroda ketika mengambil data.

3.3.6 Pengambilan Data

Tahap pengambilan data dapat dilakukan setelah semua persiapan alat dan bahan selesai. Mikroelektroda dengan kawat perak sepuhan yang telah dirangkai dengan mikroskop, dihubungkan dengan kutup positif *plotter*. Mikroelektroda berfungsi sebagai konduktor listrik dalam pengukuran potensial membran sel telur. Elektroda referensi atau jembatan garam dipotong sepanjang ± 4 cm disisipi kawat perak hasil sepuhan dan dimasukkan ke kotak preparat pada mikroskop, kemudian dihubungkan dengan kutup negatif pada *plotter*. Sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dimasukkan ke dalam kotak preparat yang sebelumnya telah diisi dengan larutan standar (BSM) (Iswarin, 2005). Pada plotter diberi kertas grafik yang akan digunakan untuk media print out hasil pengamatan.

Membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) diamati dengan menggunakan mikroskop. Apabila membran sel telah

ditemukan, kemudian mikroelektroda di cek apakah bisa atau tidak digunakan. Ketika mikroelektroda dapat dipastikan, maka mikroelektroda ditusukkan ke membran sel telur ikan lele tersebut. Mikroelektroda yang ditusukkan ke sel tidak boleh terlalu dalam karena dapat merusak sel itu sendiri. Dalam hal ini mikroelektroda berfungsi sebagai konduktor listrik.

Pengukuran potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dapat dilakukan dengan menggunakan 6 larutan dengan beberapa konsentrasi berbeda secara bergantian pada 1 sel telur ikan yang sama, sehingga dapat dilihat perubahan potensial yang terjadi pada output *plotter*. Larutan pertama menggunakan larutan standar (BSM), kemudian setelah di dapat hasil yang konstan pada *output plotter* larutan BSM dikeluarkan dengan menggunakan injektor tanpa jarum yang telah dihubungkan dengan selang kecil yang terpasang pada preparat. Kemudian diganti dengan larutan hidrogen peroksida untuk tiap variasi konsentrasi yang digunakan. Perlakuan yang sama dilakukan pada larutan hidrogen peroksida dengan penambahan ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*).

3.3.7 Pengolahan dan Analisis Data

Data yang diperoleh pada penelitian ini berupa data kuantitatif, dimana dihasilkan dari pencatatan otomatis pada *plotter*. Variabel bebas dan variabel terikatnya dapat ditentukan saat pengukuran. Variabel terikat yaitu beda potensial yang dihasilkan pada *plotter* sedangkan variabel bebasnya adalah konsentrasi larutan hidrogen peroksida dan larutan antioksidan yang digunakan.

Bentuk grafik yang tergambar pada kertas grafik hasil dari penelitian merupakan perubahan potensial membran terhadap waktu. Sumbu x menunjukkan waktu (sekon) dan sumbu y menunjukkan potensial membran sel telur ikan lele yang diperoleh dari hasil pengukuran. Tiap satu grafik mewakili 6 larutan dengan konsentrasi berbeda terhadap 1 sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). Begitu juga dengan sampel larutan pencemar ditambahkan dengan antioksidan.

3.3.8 Pembuatan Laporan

Setelah meperoleh data penelitian serta melakukan analisis, maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dalam format laporan akhir.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Ikan lele memiliki kemampuan bertahan hidup yang cukup tinggi, tetapi jika terjadi perubahan lingkungan karena adanya pencemar berlebih, maka ikan lele juga akan mengalami kesulitan dalam mempertahankan hidupnya. Kondisi lingkungan air yang tercemar akibat adanya pencemar juga dapat menimbulkan terbentuknya radikal-radikal baru yang membentuk kelompok oksigen reaktif (ROS) (Cuzzocrea, 2001). Salah satu bahan pencemar yang berbahaya dan bersifat toksik serta dapat menghasilkan radikal bebas yaitu hidrogen peroksida yang merupakan bahan utama industri penyamakan kulit.

Telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dipilih dan digunakan sebagai bioindikator pencemaran air dengan pengukuran potensial membran sel yaitu telur yang telah terbuahi oleh induk jantannya tetapi masih dalam bentuk telur dan dapat dikatakan telur yang telah matang gonat. Telur ikan lele dipilih yang kondisinya baik, yaitu berwarna kuning kehijauan dan bening, sedangkan telur yang telah mati akan berwarna putih pucat. Agar memperoleh data hasil penelitian yang baik, beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu kondisi fisik dan lingkungan induk, metode pemijahan induk serta penusukan mikroelektroda pada telur ikan dengan benar.

Induk ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang baik dan siap untuk dipijahkan (matang gonad) mempunyai ciri-ciri, yaitu pada induk betina ditandai dengan perutnya yang buncit dan apabila dipijit kearah lubang kelamin, keluar telur yang warnanya kuning tua, sedangkan induk jantan ditandai dengan warna tubuh dan alat kelaminnya agak kemerahan. Metode pemijahan yang baik adalah pemijahan secara alami, karena tanpa melibatkan bahan kimia pada prosesnya dan telur yang dihasilkan lebih baik dan banyak jika dibandingkan dengan metode pemijahan lainnya.

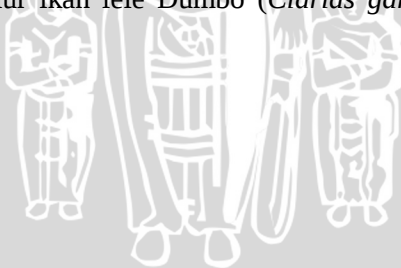
Penusukkan mikroelektroda pada sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) harus benar-benar dilakukan dengan hati-hati. Panusukkan mikroelektroda tidak boleh terlalu dalam ataupun terlalu menyamping, diusahakan tepat pada posisi tengah. Begitu juga ketika pengambilan data diusahakan tidak terjadi guncangan pada

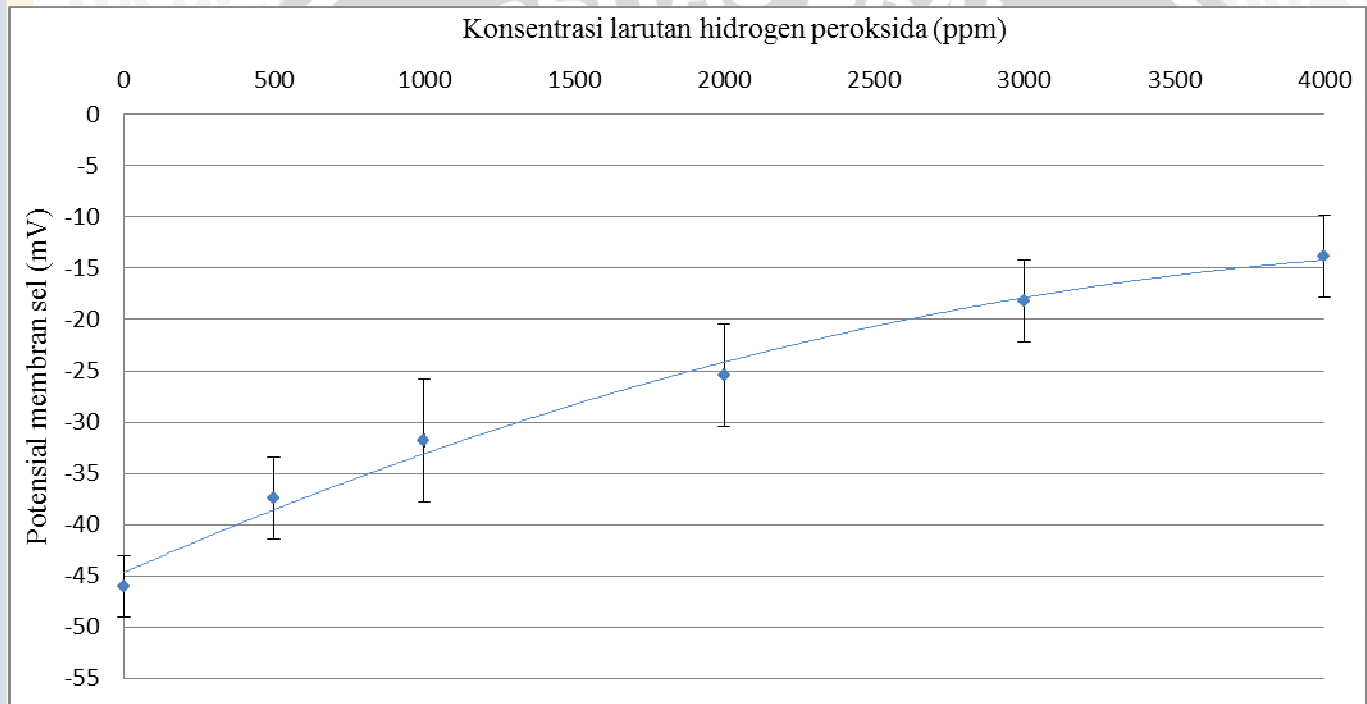
meja instrumen, hal ini dikarenakan adanya goncangan dapat merusak telur ikan ataupun mikroelektroda.

Penelitian ini yaitu mengukur dan mengetahui pengaruh pemberian ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) dengan penambahan massa berbeda terhadap respon potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dalam air tercemar senyawa hidrogen peroksida dengan beberapa konsentrasi berbeda.

Hidrogen peroksida (H_2O_2) yang dipilih yaitu konsentrasi 50% dan dijadikan beberapa variasi konsentrasi berbeda. Variasi konsentrasi hidrogen peroksida antara lain sebesar 0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 2000 ppm, 3000 ppm, dan 4000 ppm karena didasarkan dari penggunaan hidrogen peroksida dalam industri penyamaan kulit yaitu dengan konsentrasi 1000 ppm, 2000 ppm, dan 4000 ppm (Ulia, 2007). Sedangkan pemilihan konsentrasi 0 ppm, 500 ppm, 3000 ppm digunakan sebagai pembanding untuk mengamati respon potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) jika konsentrasi yang diberikan lebih rendah maupun lebih tinggi dari konsentrasi yang biasa digunakan oleh industri penyamaan kulit.

Perubahan nilai potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dalam air tercemar senyawa hidrogen peroksida dengan beberapa konsentrasi berbeda, dapat dilihat pada (Lampiran 4.1). Dibawah ini merupakan tampilan hasil penelitian yang disajikan dalam bentuk grafik hubungan antara variasi konsentrasi senyawa hidrogen peroksida (ppm) pada sumbu X dengan nilai rata-rata potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) (mV) pada sumbu Y.





Gambar 4.1 Grafik hubungan potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dengan pencemar berupa senyawa hidrogen peroksida.

Grafik (Gambar 4.1) di atas dapat diketahui bahwa ketika lingkungan suatu organisme hidup terkontaminasi pencemar, akan mempengaruhi potensial membran organisme tersebut. Semakin tinggi konsentrasi pencemar yaitu senyawa reaktif hidrogen peroksida, maka mengakibatkan nilai potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang semakin menurun.

Persamaan garis yang didapat dari grafik di atas yaitu sebagai berikut:

$$y = -1.10^{-06} x^2 + 0.0129x - 44.698$$
$$R^2 = 0.9909$$

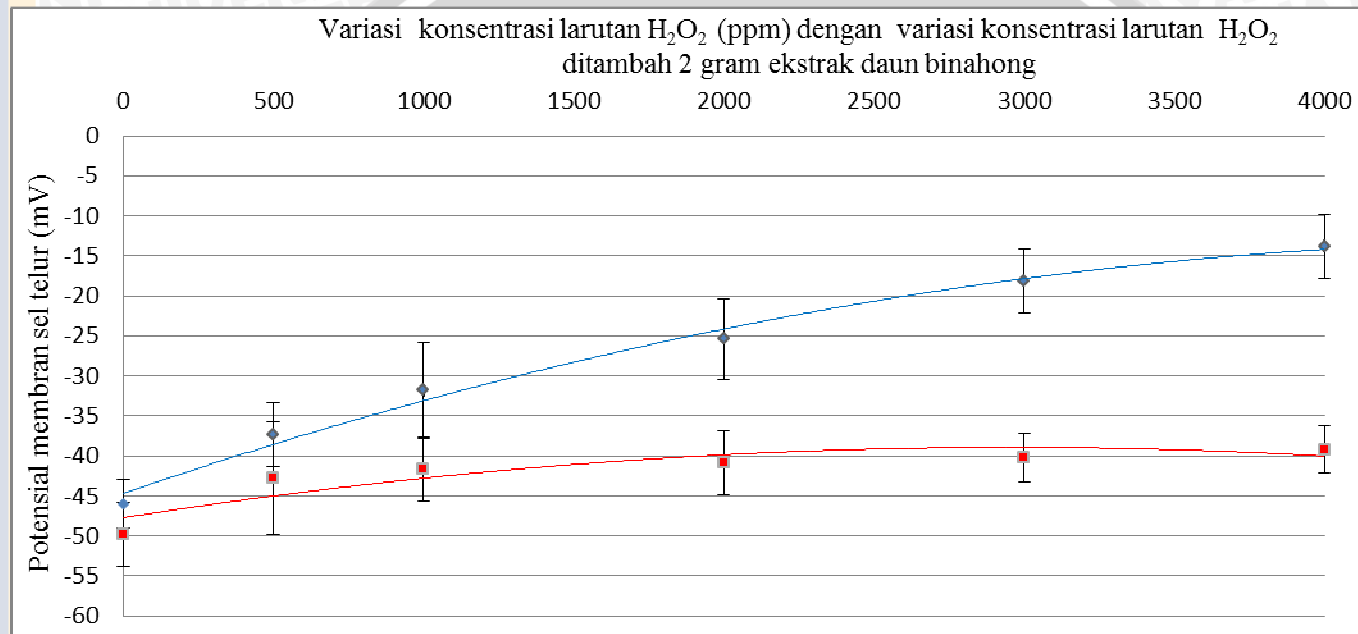
Persamaan garis pada Gambar 4.1 adalah fungsi polynomial orde 2, menggunakan fungsi polynomial karena nilai X pada grafik merupakan nilai variasi konsentrasi pencemar. Hidrogen peroksida adalah senyawa anorganik yang bersifat toksik, sangat reaktif merupakan limbah industri penyamaan kulit, sehingga adanya senyawa hidrogen peroksida dapat mengakibatkan nilai potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) berubah-ubah. Grafik pengolahan data penelitian baik menggunakan fungsi polynomial ataupun fungsi eksponensial pada dasarnya sama baiknya. Hal ini dapat dilihat dari faktor koreksi (R^2) yang dihasilkan dari kedua fungsi yaitu mendekati 1 yang dapat diartikan bahwa hasil penelitian relatif baik (Lampiran 7). Fungsi yang di pilih yaitu fungsi polynomial karena pada dasarnya semua fungsi matematis dapat diselesaikan dengan menggunakan fungsi polynomial, hal ini berdasarkan dari deret Taylor.

Larutan BSM digunakan sebagai larutan kontrol. Ketika larutan BSM berada di lingkungan sel telur, nilai potensial membran sel rata-rata yang dihasilkan sebesar -46 ± 3 mV. Nilai potensial membran sel mulai turun pada saat lingkungan sel telur di ganti dengan pencemar berupa senyawa kelompok oksigen reaktif hidrogen peroksida dengan konsentrasi 500 ppm, sehingga nilai potensial membran sel telur rata-rata yang dihasilkan sebesar -37.4 ± 4 mV. Kemudian konsentrasi pencemar diubah menjadi 1000 ppm, sehingga nilai potensial membran sel telur rata-rata yang dihasilkan sebesar -31.8 ± 6 mV. Konsentrasi pencemar diubah menjadi 2000 ppm, sehingga nilai potensial membran sel telur rata-rata yang dihasilkan sebesar -25.4 ± 5 mV. Konsentrasi pencemar diubah

menjadi 3000 ppm, sehingga nilai potensial membran sel rata-rata yang dihasilkan sebesar -18.2 ± 4 mV. Kemudian konsentrasi pencemar diubah menjadi 4000 ppm, sehingga nilai potensial membran sel rata-rata yang dihasilkan sebesar -13.8 ± 4 mV. Potensial membran yang diukur bernilai negatif. Hal ini menunjukkan bahwa potensial membran intraseluler lebih negatif daripada potensial membran ekstraseluler (Iswarin, 2005).

Ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) dalam penelitian ini dipilih konsentrasi sebesar 2 gr, 4 gr, dan 6 gr, 8 gr, dan 10 gr dalam 100 ml larutan hidrogen peroksida tiap konsentrasi. Pemilihan konsentrasi di atas berdasarkan sedikit banyaknya antioksidan yang akan digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Penambahan massa berbeda ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) selain bertujuan sebagai salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam penanggulangan pencemaran perairan dengan mengurangi tingkat kereaktifan radikal bebas yang ditimbulkan oleh hidrogen peroksida (H_2O_2), juga bertujuan dalam pengamatan daya tahan telur ikan lele dumbo dalam mempertahankan hidupnya akibat adanya pencemar.

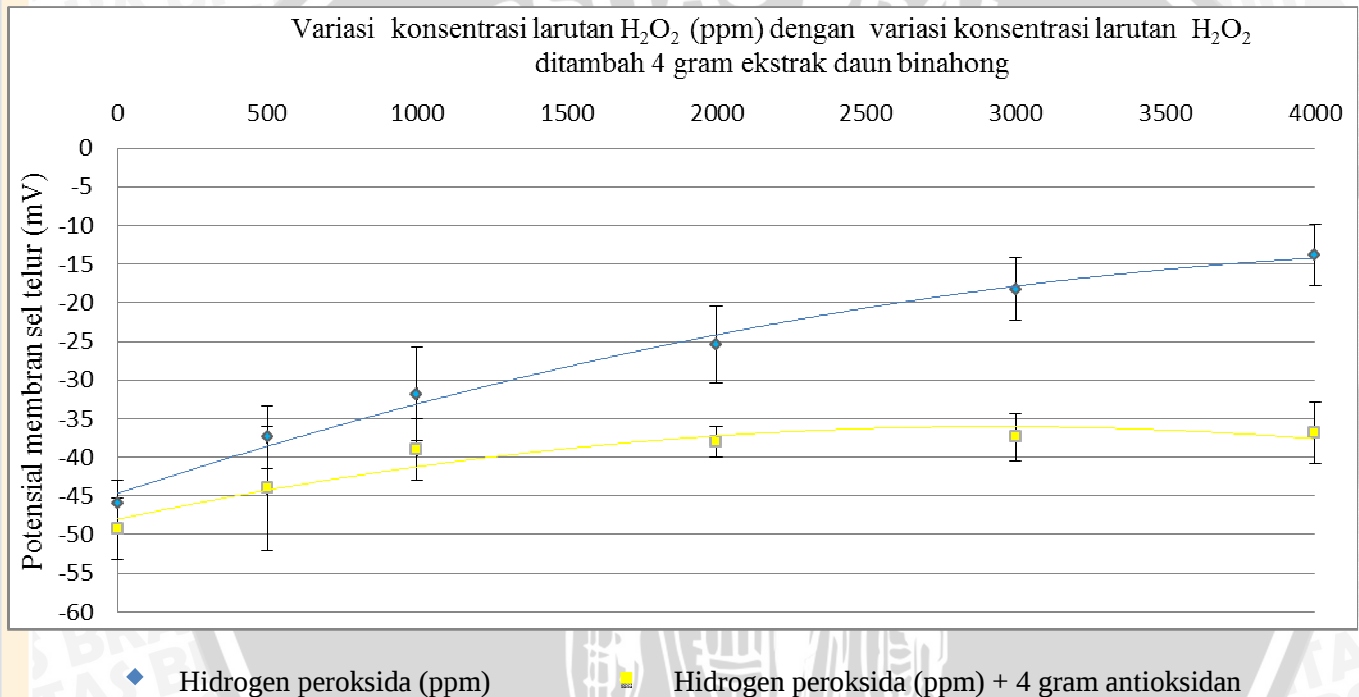
Dibawah ini merupakan tampilan hasil penelitian yang disajikan dalam bentuk grafik perbedaan antara variasi konsentrasi pencemar berupa senyawa reaktif hidrogen peroksida (0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 2000 ppm, 3000 ppm, dan 4000 ppm) dengan variasi konsentrasi pencemar reaktif hidrogen peroksida (0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 2000 ppm, 3000 ppm, dan 4000 ppm) untuk masing-masing penambahan massa antioksidan berupa ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) (2 gram, 4 gram, 6 gram, 8 gram, dan 10 gram) pada sumbu X dengan nilai rata-rata potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) (mV) pada sumbu Y.



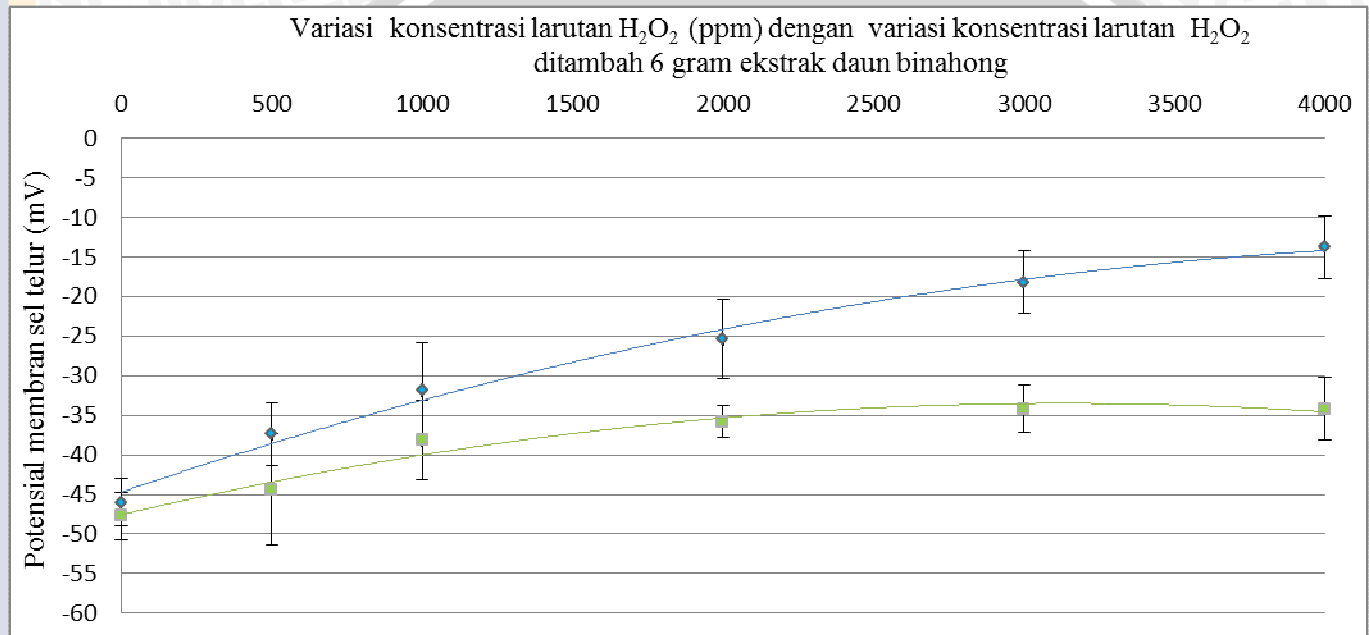
◆ Hidrogen peroksida (ppm)

■ Hidrogen peroksida (ppm) + 2 gram antioksidan

Gambar 4.2 Grafik hubungan potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dengan penambahan massa 2 gram ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) dalam larutan H_2O_2 .

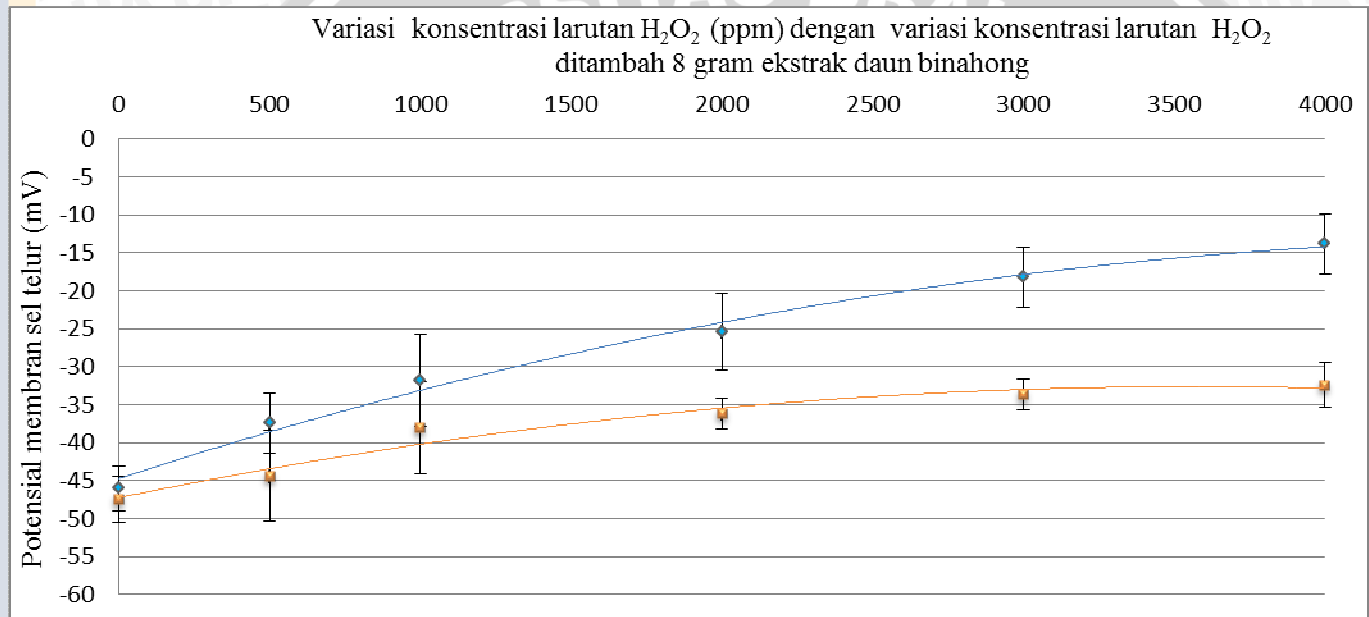


Gambar 4.3 Grafik hubungan potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dengan penambahan massa 4 gram ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) dalam larutan H_2O_2 .



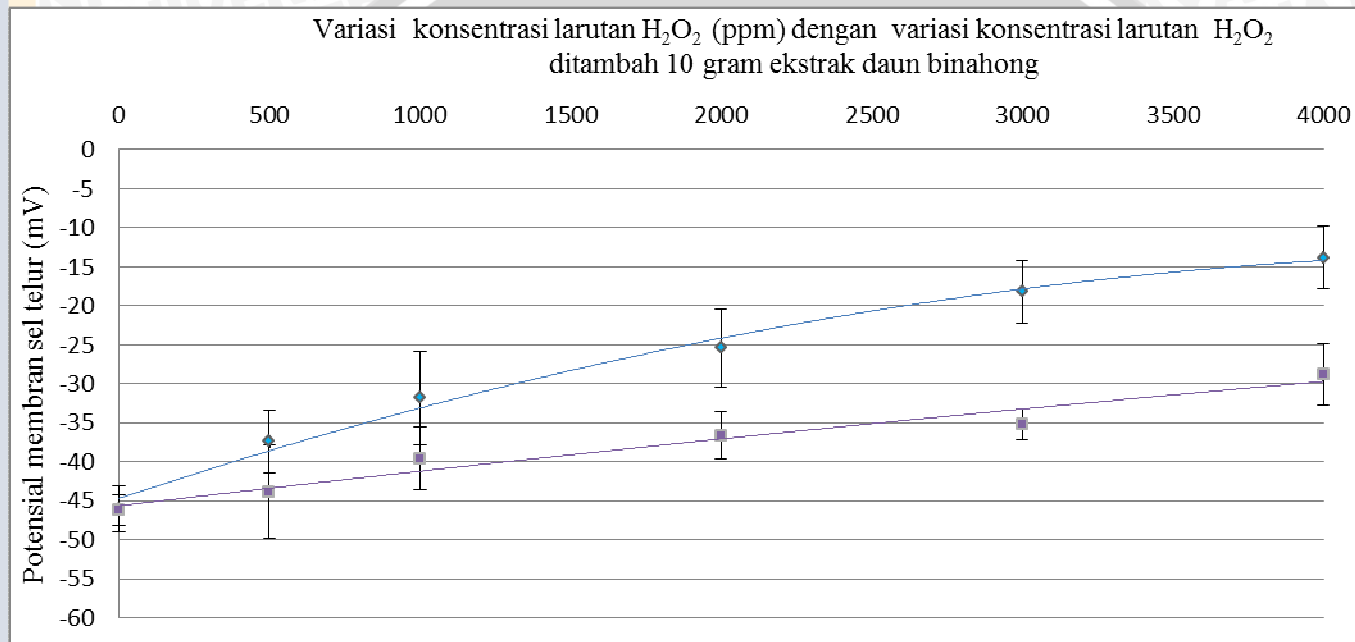
◆ Hidrogen peroksida (ppm) ■ Hidrogen peroksida (ppm) + 6 gram antioksidan

Gambar 4.4 Grafik hubungan potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dengan penambahan massa 6 gram ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) dalam larutan H_2O_2 .



◆ Hidrogen peroksida (ppm) ■ Hidrogen peroksida (ppm) + 8 gram antioksidan

Gambar 4.5 Grafik hubungan potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dengan penambahan massa 8 gram ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) dalam larutan H_2O_2 .



◆ Hidrogen peroksida (ppm)

■ Hidrogen peroksida (ppm) + 10 gram antioksidan

Gambar 4.6 Grafik hubungan potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dengan penambahan massa 10 gram ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) dalam larutan H_2O_2 .

Grafik (Gambar 4.2, Gambar 4.3, Gambar 4.4, Gambar 4.5, Gambar 4.6) di atas dapat diketahui bahwa ketika lingkungan suatu organisme hidup terkontaminasi pencemar berupa senyawa kelompok oksigen reaktif hidrogen peroksida yang bersifat sangat reaktif dan toksik dengan konsentrasi yang semakin tinggi akan mempengaruhi potensial membran organisme tersebut, hal ini ditandai dengan nilai potensial membran sel berkurang kenegatifannya yang artinya organisme tersebut mendekati kematian. Namun jika ditambahkan suatu penetral senyawa reaktif yang biasa disebut dengan antioksidan, maka potensial membran sel akan tetap berubah-ubah, tetapi dengan adanya antioksidan (ekstrak daun Binahong) dapat dijadikan sebagai pelindung bagi organisme perairan misalkan ikan dalam mempertahankan hidupnya, serta dapat dijadikan sebagai solusi dalam menanggulangi pencemaran air tersebut.

Persamaan garis yang didapat dari grafik di atas yaitu sebagai berikut:

- Hidrogen peroksida dengan penambahan massa antioksidan sebesar 2 gram.

$$y = -1.10^{-06} x^2 + 0.006x - 47.647$$

$$R^2 = 0.7939$$

- Hidrogen peroksida dengan penambahan massa antioksidan sebesar 4 gram.

$$y = -1.10^{-06} x^2 + 0.008x - 47.361$$

$$R^2 = 0.8855$$

- Hidrogen peroksida dengan penambahan massa antioksidan sebesar 6 gram.

$$y = -1.10^{-06} x^2 + 0.0088x - 46.784$$

$$R^2 = 0.9723$$

- Hidrogen peroksida dengan penambahan massa antioksidan sebesar 8 gram.

$$y = -1.10^{-06} x^2 + 0.0078x - 45.857$$

$$R^2 = 0.9371$$

- Hidrogen peroksida dengan penambahan massa antioksidan sebesar 10 gram.

$$y = -5.10^{-08} x^2 + 0.0037x - 43.688$$

$$R^2 = 0.8684$$

Persamaan garis di atas dari penambahan massa antioksidan sebesar 2 gram sampai dengan 10 gram adalah persamaan

polynomial, menggunakan fungsi polynomial karena nilai X pada grafik merupakan nilai variasi konsentrasi pencemar dan pencemar dengan ditambah antioksidan (2 gram, 4 gram, 6 gram, 8 gram, dan 10 gram). Hidrogen peroksida adalah senyawa anorganik yang bersifat toksik, sangat reaktif merupakan limbah industri penyamaan kulit, serta ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) yang bersifat penetral dapat mengakibatkan nilai potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) berubah-ubah.

Berdasarkan beberapa grafik di atas (Gambar 4.2 sampai dengan Gambar 4.6) dapat diketahui bahwa efektivitas pemberian antioksidan ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) pada lingkungan hidup telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang tercemar senyawa hidrogen peroksida berada pada pemberian massa antioksidan sebesar 2 gram. Hal ini dapat diketahui bahwa dengan penambahan massa antioksidan sebesar 2 gram dalam 100 ml larutan hidrogen peroksida tiap konsentrasi berbeda menunjukkan perbedaan nilai potensial membran sel telur yang relatif tinggi. Ketika larutan BSM (larutan kontrol) berada di lingkungan sel telur, nilai potensial membran sel rata-rata yang dihasilkan sebesar -49.8 ± 4 mV dan ketika konsentrasi hidrogen peroksida sebesar 4000 ppm, nilai potensial membran sel rata-rata yang dihasilkan sebesar -39.2 ± 3 mV.

Semua penambahan massa antioksidan (2 gram, 4 gram, 6 gram, 8 gram, dan 10 gram) dalam variasi konsentrasi pencemar dari konsentrasi rendah hingga konsentrasi tinggi (0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 2000 ppm, 3000 ppm, dan 4000 ppm) menunjukkan bahwa kenaikan nilai potensial membran yang dihasilkan tidak setajam ketika pencemar/radikal bebas yang berada disekitar lingkungan telur, hal ini menunjukkan bahwa antioksidan dapat mengurangi tingkat kereaktifan pencemar/radikal bebas tersebut. Pemberian antioksidan yang berlebih juga dapat mengakibatkan telur ikan mengalami keracunan/kematian, sehingga potensial membran sel telur ikan tetap mengalami depolarisasi.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Potensial Membran Sel Telur Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

Struktur sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yaitu meliputi membran sel, inti dan sitoplasma beserta organel-organel sel

lainnya. Setiap sel dilapisi oleh membran sel, dimana membran sel terdiri atas dua lapisan lipid dan protein.

Membran bagian permukaan dalam sel yang berhubungan dengan cairan sitoplasma dan dilengkapi dengan pompa ion $\text{Na}^+ \text{K}^+$, yaitu berperan dalam menjaga keseimbangan kadar ion antara ion Na^+ dan ion K^+ di luar ataupun di dalam sel. Ion Na^+ keluar dari membran sel dan menuju sitoplasma, sedangkan ion K^+ masuk ke dalam membran sel. Sehingga kadar ion K^+ dalam membran sel lebih besar daripada di luar membran sel, dan kadar ion Na^+ diluar membran sel lebih besar daripada di dalam membran sel. Membran bagian dalam sel tidak permeabel untuk ion Na^+ tetapi permeabel terhadap ion K^+ dan Cl^- , sehingga ion Na^+ akan sulit masuk kembali dalam sel.

Membran bagian luar sel yang berhubungan dengan lingkungan sel sangat permeabel terhadap ion-ion Na^+ dan juga ion Cl^- , tetapi tidak permeabel terhadap ion K^+ . Sehingga menyebabkan ion Na^+ dan Cl^- dari lingkungan sel dapat melintasi membran masuk ke dalam sel. Oleh karena itu pengurangan ion Na^+ dalam sel akibat pompa ion Na^+ pada membran bagian dalam sel dapat tergantikan.

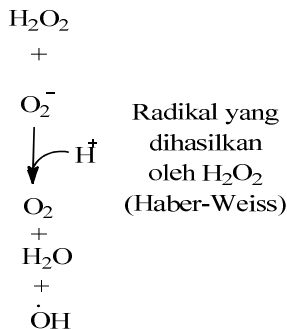
Sel dikatakan hidup jika dapat membangkitkan pulsa listrik. Besarnya pulsa listrik yang dibangkitkan tergantung pada kondisi lingkungan hidup sel berada. Adanya pencemar pada lingkungan sekitar sel akan mempengaruhi metabolisme dan transport ion pada membran sel. Pencemar memiliki potensi yang sangat besar sebagai channel blocker pada membran.

Terdapatnya pencemar pada lingkungan hidup telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) memiliki pengaruh yang cukup besar dalam penentuan besarnya potensial membran sel yang akan dihasilkan (Juswono, 2000). Pencemar berinteraksi dengan membran sel dengan cara memblokir channel ion pada protein membran yang dapat mengakibatkan permeabilitas membran terhadap ion menurun/berkurang, sehingga nilai potensial membran yang dihasilkan mengalami depolarisasi (menuju positif) atau terjadi kematian sel.

4.2.2 Pengaruh Hidrogen Peroksida Terhadap Potensial Membran Sel Telur Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

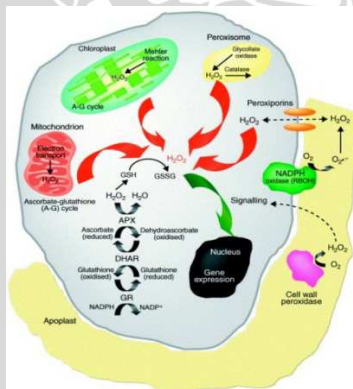
Hidrogen peroksida merupakan kelompok oksigen reaktif yang bersifat reaktif dan dapat menghasilkan radikal-radikal baru

yang berbahaya. Dibawah ini merupakan senyawa hidrogen peroksida yang berinteraksi dengan oksigen bebas baik di dalam ataupun diluar sel yang akan menghasilkan oksigen, air, serta senyawa radikal bebas $\text{OH}^\cdot$ sesuai dengan reaksi Haber-Weiss (Marks, 1996):



Gambar 4.7 Reaksi hidrogen peroksida

Senyawa reaktif hidrogen peroksida dapat berdifusi melintasi membran sel sehingga dapat mempercepat terjadinya kematian sel, hal ini ditunjukkan pada gambar sebagai berikut:



Gambar 4.8 Hidrogen peroksida berdifusi melintasi membran sel.

Semakin banyak hidrogen peroksida yang berdifusi ke dalam sel dan menghasilkan radikal hidroksil ($\text{OH}^\cdot$), maka mengakibatkan

terjadinya pemblokiran channel ion pada membran sel yang lebih banyak. Hidrogen peroksida akan merusak struktur membran sel, sehingga kematian sel dapat terjadi lebih cepat (Nurjanah, 2006).

Telah diketahui bahwa membran bagian luar sel yang berhubungan dengan lingkungan sel sangat permeabel terhadap ion Na^+ dan ion Cl^- , tetapi impermeabel terhadap ion K^+ . Hidrogen peroksida sebagai pencemar merupakan channel blocker ion anion, seperti ion Cl^- dan penghambat transport ion K^+ (Handoko, 2002). Pada kondisi tersebut dimungkinkan hanya ion Na^+ yang dapat bebas melintasi membran sel, sehingga konsentrasi ion Na^+ di dalam sel lebih banyak daripada di luar sel. Kondisi normal konsentrasi ion Na^+ di dalam sel harus lebih rendah daripada konsentrasi ion Na^+ di luar sel. Terjadinya pemblokiran channel ion oleh senyawa reaktif hidrogen peroksida dapat mengakibatkan perubahan permeabilitas membran sel yang pada akhirnya menghambat transport ion baik ke dalam maupun ke luar sel. Terhambatnya transport ion akan mengganggu proses metabolisme sel, dan penyaluran informasi dalam sel menurun. Sehingga mengakibatkan penurunan potensial membran sel (Brotowijoyo, 1994). Ion-ion yang paling banyak terlibat dalam metabolisme sel diantaranya yaitu ion Na^+ , ion K^+ , dan ion Cl^- .

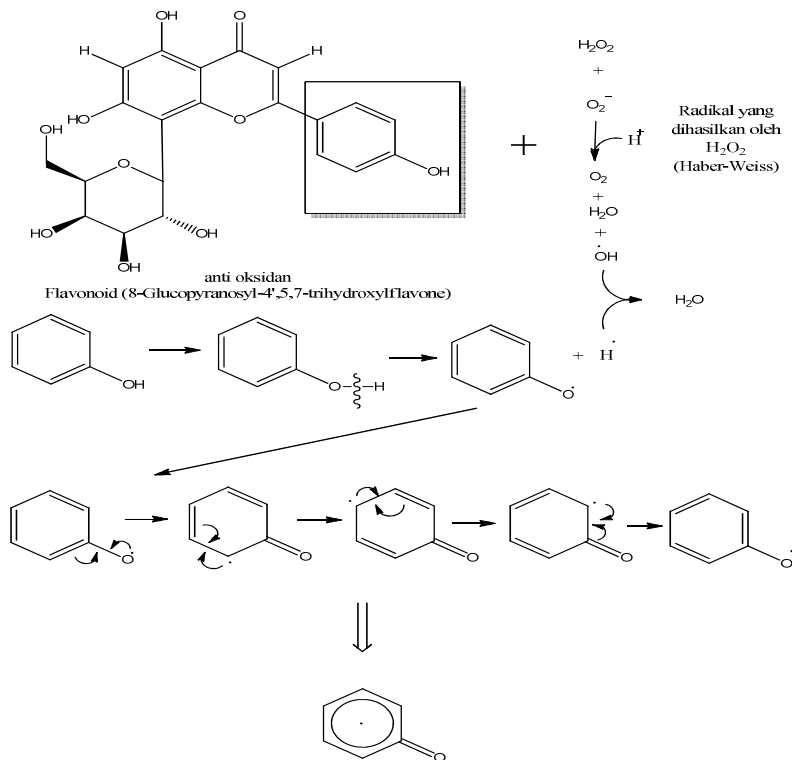
4.2.3 Pengaruh Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia*) Terhadap Respon Potensial Membran Sel Telur Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Dalam Air Tercemar Senyawa Hidrogen Peroksida

Ketika suatu organisme hidup berinteraksi dengan suatu pencemar yang bersifat toksik dan merupakan senyawa reaktif berupa radikal bebas, maka potensial membran sel pada organisme tersebut akan mengalami penurunan dan dapat diasumsikan dapat menyebabkan kematian sel. Untuk itu peran antioksidan baik dari dalam ataupun dari luar sel sangat dibutuhkan oleh organisme dalam mempertahankan hidupnya.

Ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) merupakan antioksidan alami dari luar sel yang berperan dalam melindungi dan mempertahankan hidup telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) serta mengurangi tingkat kereaktifan pencemar/radikalbebas. Pengaruh penambahan antioksidan dapat dilihat dari nilai potensial membran sel yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai

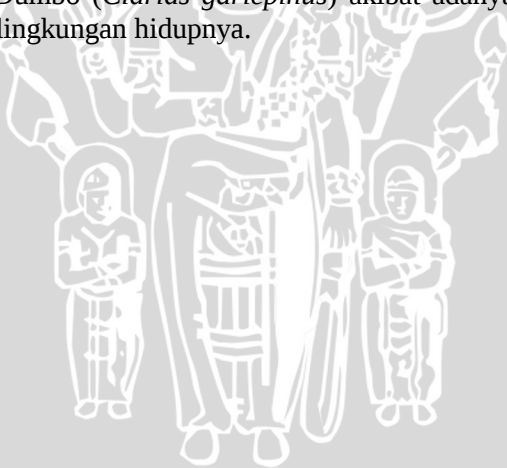
potensial membran sel pada lingkungan tercemar tanpa adanya penambahan ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*). Kemungkinan hal ini dapat terjadi karena adanya interaksi antara senyawa aktif pada daun Binahong (*Anredera cordifolia*) yang berpotensi sebagai antioksidan dengan senyawa pencemar yang merupakan radikal bebas akibat kelompok oksigen reaktif hidrogen peroksida.

Pada penelitian uji fitokimia ekstrak etil asetat daun Binahong (*Anredera cordifolia*) secara kuantitatif diketahui terdapatnya 9,614 % senyawa flavonoid yang merupakan antioksidan pada tanaman (Liu, 1995), yaitu 8-Glucopyranosyl-4',5,7-trihydroxyflavone (Ratna, 2012). Dibawah ini merupakan interaksi antara senyawa aktif golongan flavonoid 8-Glucopyranosyl-4',5,7-trihydroxyflavone dengan radikal bebas $\text{OH}^\cdot$ hasil reaksi Haber-Weiss :



Gambar 4.9 Reaksi kimia antioksidan dengan radikal bebas

Radikal yang dihasilkan oleh hidrogen peroksida akan bereaksi dengan atom H[•] yang berasal dari pelepasan atom H oleh gugus OH dari flavonoid, hal tersebut dapat terjadi karena ikatan O dan H pada gugus OH memiliki energi disosiasi paling kecil daripada ikatan yang lain sehingga atom H pada gugus tersebut mudah terlepas sehingga OH[•] dan H[•] akan membentuk air (H₂O). Sedangkan O[•] yang kehilangan atom hidrogen beresonansi menuju ke kestabilan reaksi, namun dengan adanya cincin benzene (C₆O₆), maka radikal tersebut akan terperangkap pada cincin tersebut dengan mengalami resonansi secara terus menerus di dalam cincin, sehingga kereaktifan dari radikal tersebut dapat berkurang. Hal ini ditandai dan dapat dilihat dari perubahan nilai potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang lebih landai/tinggi jika dibandingkan dengan nilai potensial membran sel yang dihasilkan pada sampel larutan senyawa hidrogen peroksida. Respon dari potensial membran sel yang lebih tinggi tersebut juga dapat diartikan bahwa senyawa antioksidan yang terkandung pada daun Binahong (*Anredera cordifolia*) dapat mempertahankan daya tahan hidup sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) akibat adanya senyawa pencemar pada lingkungan hidupnya.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Perubahan konsentrasi senyawa hidrogen peroksida sebagai pencemar lingkungan sekitar sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dapat mempengaruhi potensial membran sel yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi senyawa hidrogen peroksida yang diberikan, maka dapat mengakibatkan nilai potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang menurun. Nilai potensial membran sel telur yang dihasilkan saat sel telur berada dalam larutan kontrol (BSM) yaitu sebesar -46.0 mV dan -13.8 mV saat telur berada dalam larutan hidrogen peroksida dengan konsentrasi larutan sebesar 4000 ppm. Potensial membran yang menurun diakibatkan oleh perubahan permeabilitas membran terhadap ion yang menurun karena terjadinya pemblokiran channel ion pada protein membran dan menyebabkan kematian sel.

Pengaruh ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) yang berpotensi sebagai antioksidan dalam larutan hidrogen peroksida ditandai dengan perubahan nilai potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang lebih tinggi. Perubahan tersebut dikarenakan adanya interaksi antara senyawa aktif pada daun Binahong (*Anredera cordifolia*) yang berpotensi sebagai antioksidan dengan radikal bebas yang dihasilkan oleh hidrogen peroksida. Antioksidan menyumbangkan satu atau lebih elektron pada radikal bebas, sehingga tingkat kereaktifan radikal bebas berkurang. Efektivitas pemberian antioksidan berada pada pemberian massa antioksidan sebesar 2 gram. Nilai potensial membran sel telur yang dihasilkan saat sel telur berada dalam larutan kontrol (BSM), yaitu sebesar -49.8 mV dan -39.2 mV saat telur berada dalam larutan hidrogen peroksida dengan konsentrasi larutan sebesar 4000 ppm. Pemberian antioksidan yang berlebih juga dapat mengakibatkan telur ikan mengalami keracunan/kematian, sehingga potensial membran sel telur ikan tetap mengalami depolarisasi. Persamaan garis pada grafik yang diperoleh merupakan fungsi polynomial, hal ini dikarenakan dengan menggunakan fungsi polynomial didapatkan nilai koreksi yang baik yaitu mendekati satu, selain itu pada dasarnya semua fungsi matematis dapat diselesaikan dengan menggunakan fungsi polynomial, hal ini berdasarkan dari deret Taylor.

5.2 Saran

Mengingat sulitnya penjagaan sel telur agar tetap dalam keadaan baik, maka disarankan untuk penelitian selanjutnya berbudidaya telur ikan ditempat yang lebih dekat dengan tempat penelitian. Mengingat banyaknya jenis radikal bebas yang terbentuk di alam dan berbahaya bagi kehidupan organisme hidup, maka disarankan untuk penelitian selanjutnya memilih jenis radikal yang berbeda agar dapat diketahui dan dibedakan efek yang ditimbulkan pada organisme hidup. Serta dilakukan pengamatan pada objek lainnya, misalkan pada tumbuhan.



DAFTAR PUSTAKA

- Ackerman and Eugene. (1988). Ilmu Biofisika. Surabaya, Airlangga University Press
- Agremo, R., G. Gellerstedt, et al. (1979). Acta Chem.Scand. B. 33:2,154.
- Alberts, B. (2002). The Universal Features of Cells on Earth (dalam bahasa Inggris). New York, Garland Science.
- Andre. 2012. Mekanisme Potensial Aksi. (<http://mekanisme-potensial-aksi.html>), diakses pada tanggal 16 Juli 2012).
- Anonymous¹. (2008). Potensial Membran. (<http://potensial-membran.html>), diakses pada tanggal 16 Juli 2012.
- Biologipedia. (2012). Potensial Aksi. (<http://biologipedia.blogspot.com>), diakses pada tanggal 16 Juli 2012).
- Brotowijoyo and M. D (1994). Zoologi Dasar. Jakarta, Erlangga.
- Campbell, N. A. (2002). Biologi 1. Jakarta, Erlangga.
- Clarkson, P. M. and H. S. Thompson (2000). "Antioxidants." 72: **637S-46S**.
- Clopton, D. A. and P. Saltman (1995). "Biochemical and Biophysical Research Communication." 210: 189-196.
- Cuzzocrea, S., D. P. Riley, et al. (2001). Antioxidant Therapy, A New Pharmacological Approach In Shock, Inflammation, And Ischemia-Reperfusion Injury. Pharmacological Reviews.
- Cotteril and M. J. Rodney (2002). Biophysics An Introduction. England, Jhon Willey and Sons.
- Fessenden and Fessenden (1986). Kimia Organik. Jakarta, Gramedia
- Franco, R. (2006). "Potential roles of electrogenic ion transport and plasma membrane depolarization in apoptosis." J. Membrane. Biol. 209 (1): 43–58.
- Giancoli and C. Douglas (2001). Fisika. Jakarta, Erlangga.
- Guyton (1997). Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Jakarta, Penerbit buku kedokteran ECG.
- Handoko, E. and S. W. Anton (2002). "Metabolisme hidrogen peroksida dan peranannya pada infeksi telinga." Laboratorium ilmu penyakit THT FK UB Malang.
- Harborne, J. B. (1996). Metode Fitokimia. Bandung, Institut Teknologi Bandung.
- Hernani and M. Raharjo (2005). Tanaman berkhasiat Antioksidan. Jakarta, Penebar Swadya.

- Iswarin, S. J. (2005). "Pengukuran Pencemaran Timbal Nitrat di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas dengan Mengukur Potensial Membran Sel Akar Jagung (*Zea Mays L.*)" Jurnal, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya.
- Jack. (2009). Bio Elektrik. (<http://www.juraganmedis.com>, diakses pada tanggal 16 Juli 2012).
- Juswono, U. P., Kusharto, et al. (1999). "Mikroelektroda Dan Elektrometer Impedansi Tinggi Sebagai Piranti Pengukur Potensial Membran." Jurnal Natural **3 (No.2)**: 24-32.
- Juswono, U. P. (2000). "Pengukuran Perubahan Potensial Membran Sel Akar Jagung sebagai Indikator Tingkat Pencemaran Air." Jurnal, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya.
- Khairuman, K. and Amri (2002). Budidaya Lele Dumbo Secara Intensif. Jakarta, Agro Media Pustaka.
- Khunaifi and Mufid (2010). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Binahong (*Anredera Cordifolia* (Ten.) Steenis) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Jurusan Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi. Malang, Universitas Islam Negeri (Uin) Maulana Malik Ibrahim.
- Langseth, L. (1995). Oxidant, Antioxidantsm and Disease Prevention. Brussel, Belgium, ILSI Europe Concise Monograph Series.
- Lautan, J. (1997). "Radikal Bebas Pada Eritrosit dan Leukosit." Cermin dunia kedokteran, (166): hal: 49-52.
- Latifah, R. (2011). Pengaruh Merkuri Klorida, Timbal Nitrat Dan Hidrogen Peroksida Terhadap Potensial Membran Sel Telur Ikan Lele Gurami Studi Kasus Polutan Air Di Daerah aliran Sungai (DAS) Brantas. Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Malang, Universitas Brawijaya.
- Lestari, E.S. (2009). Biologi Mahkluk Hidup dan Lingkungannya. (<http://www.google.co.id>, diakses pada tanggal 16 Juli 2012).
- Marks, D. B., A. D. Marks, et al. (1996). Biokimia Kedokteran Dasar. Jakarta, ECG.
- Manoi, F. (2009). "Binahong (*Anredera cordifolia*)(Ten) Steenis Sebagai Obat." Jurnal Warta Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Industri **Volume 15 Nomor 1:3**.

- Muchtaridi, A. Subarnas, et al. (2005). "Aktivitas Antioksidan Proantosianidin dari Akar Pakis Tangkur (*Polypodium feii* METT) Secara In Vitro, Artocarpus." **Vol. 5, No.2, 103-107.**
- Mus. (2008). Informasi Spesies Binahong *Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis. (<http://www.plantamor.com>, diakses tanggal 16 Juli 2012).
- Najiyati, S. (1992). Memelihara Lele Dumbo di Kolam Taman. Jakarta, Penebar Swadaya.
- Nindl, G. (2004). " Hydrogen peroxide from oxidative stressor to redox regulator." Cell Sci Rev 2004; 1(2):1-12.
- Nobel, P. S. (1974). Introduction to Biophysical Plant Physical. USA, W.H Freeman and Company.
- Nurjanah, Komari, et al. (2006). "Penambahan Hidrogen Peroksida (H₂O₂) Dalam Mempertahankan Waktu Hidup Ikan Kerapu Lumpur (*Epinephelus Suillus*)."
Buletin Teknologi Hasil Perikanan.
- Othmer, K. (1986). "Encyclopedia of Chemical Technology Second Completely Revised Eddition." **Vol. II USA.**
- Prawirosusanto, S. (1994). Fisika Untuk Ilmu-Ilmu Hayati. Yogyakarta, Gajah Mada university Press.
- Rachmawati, S. (2008). Studi makroskopi, dan skrining fitokimia daun *Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis. Thesis. Surabaya, Airlangga University.
- Ratna, D. (2012). "Antioxidant Activity Of Flavonoid From *Anredera Cordifolia* (Ten) Steenis Leave." International Research Journal of Pharmacy. Jakarta, Fakultas Farmasi Universitas Pancasila.
- Ristian and Devi (2009). "Uji aktivitas penangkap radikal ekstrak petroleum eter, atil asetat dan etanol daun binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steen) dengan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrihidrazil) ". Surakarta, Fakultas farmasi UMS.
- Rohdiana, D. (2001). "Aktivitas Daya Tangkap Radikal Polifenol Dalam Daun Teh." Majalah Jurnal Indonesia **12, (1): 53-58.**
- Rustidja (2004). Pembenihan Ikan-Ikan Tropis. Malang, Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya
- Sandblom and Eisenman. (1967). Membrane potensial At Zero Current. *Biophys. J.*; 217.
- Sikka, S., M. Rajasekaran, et al. (1995). "Role of Oxidative Stress and Antioxidants in Male Infertility." Journal of Andrology **16: 8-464.**

- Sunarni, T. (2005). "Aktivitas Antioksidan Penangkap Radikal Bebas Beberapa Kecambah Dari Biji Tanaman Familia Papilionaceae." Jurnal Farmasi Indonesia 2 (2), 2001,: 53-61.
- Supriyanto, C., Samin, et al. (2007). "Analisis Cemarkan Logam Berat Pb, Cu, Dan Cd Pada Ikan Air Tawar Dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA)." Pusat teknologi akselerasi dan proses bahan: Yogyakarta.
- Susanto and Budi. (1995). Petunjuk Praktis Budidaya Ikan Lele Dumbo dan Lokal. Yogyakarta, Kanisius.
- Whiteley, J. H. (2006). Miracle of Cell Healing. USA, Beyond Works Publishing.
- Widodo (2001). "Uji peredam radikal bebas terhadap 2,2-Diphenyl-1-picrylhidrazil (DPPH) dari Ekstrak Kulit Buah dan Biji Anggur (Vitis vinifera L) " Probolinggo biru dan Bali, Artikel hasil penelitian artoarpus Vol 1 no. 1 Fakultas Farmasi UNAIR, Surabaya.
- Winarsi, H. (2007). Antioksidan Alami dan Radikal Bebas. Yogyakarta, Kanisius.
- Williams, D. G. (2003). "The many benefits of hydrogen peroxide." (<http://www.rebprotocol.net/November2007/The%20Many%20Benefits%20of%20Hydrogen%20Peroxide.pdf>).

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Perhitungan Matematis Pengenceran

1.1 Larutan BSM

Penghitungan massa untuk masing-masing bahan kimia antara lain yaitu

- CaCl_2

$$\text{Molaritas } 0,1 \text{ mM} = 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{Massa molekul relatif (Mr)} = 111 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Volume larutan yang diinginkan} = 250 \text{ ml} = 0,25 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned}\text{Mol CaCl}_2 &= \text{molaritas larutan} \times \text{volume larutan} \\ &= 10^{-4} \text{ mol/liter} \times 0,25 \text{ liter} \\ &= 2,5 \times 10^{-5} \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa CaCl}_2 &= \text{mol CaCl}_2 \times \text{massa molekul relatif CaCl}_2 \\ &= 2,5 \times 10^{-5} \text{ mol} \times 111 \text{ gram/mol} \\ &= 2,8 \times 10^{-3} \text{ gram}\end{aligned}$$

- KCl

$$\text{Molaritas } 0,1 \text{ mM} = 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{Massa molekul relatif (Mr)} = 74,5 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Volume larutan yang diinginkan} = 250 \text{ ml} = 0,25 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned}\text{Mol KCl} &= \text{molaritas larutan} \times \text{volume larutan} \\ &= 10^{-4} \text{ mol/liter} \times 0,25 \text{ liter} \\ &= 2,5 \times 10^{-5} \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa KCl} &= \text{mol KCl} \times \text{massa molekul relatif KCl} \\ &= 2,5 \times 10^{-5} \text{ mol} \times 74,5 \text{ gram/mol} \\ &= 1,86 \times 10^{-3} \text{ gram}\end{aligned}$$

- NaCl

$$\text{Molaritas } 0,1 \text{ mM} = 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{Massa molekul relatif (Mr)} = 58,5 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Volume larutan yang diinginkan} = 250 \text{ ml} = 0,25 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned}\text{Mol NaCl} &= \text{molaritas larutan} \times \text{volume larutan} \\ &= 10^{-4} \text{ mol/liter} \times 0,25 \text{ liter} \\ &= 2,5 \times 10^{-5} \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa NaCl} &= \text{mol NaCl} \times \text{massa molekul relatif NaCl} \\
 &= 2,5 \times 10^{-5} \text{ mol} \times 58,5 \text{ gram/mol} \\
 &= 1,46 \times 10^{-3} \text{ gram}
 \end{aligned}$$

1.2 Larutan KCl

Penghitungan massa untuk bahan kimia untuk pembuatan larutan KCl 0,1 M yaitu :

Molaritas KCl = 0,1 M

Volume larutan yang akan dibuat = 100 ml = 0,1 liter

Massa molekul relatif (Mr) KCl = 1.39 + 1.35 = 74 g/mol

Mol KCl = molaritas larutan x volume larutan

$$= 0,1 \text{ mol/liter} \times 0,1 \text{ liter}$$

$$= 0,01 \text{ mol}$$

Massa KCl = mol KCl x massa molekul relatif KCl

$$= 0,01 \text{ mol} \times 74 \text{ gram/mol}$$

$$= 0,74 \text{ gram}$$

1.3 Larutan HCl

Penghitungan volume bahan yang diperlukan untuk pengenceran HCl 0,1 M yaitu :

Kadar HCl = 38 %

Massa jenis HCl (ρ) = 1,189 g/ml

Massa molekul relatif (Mr) HCl = 1.1 + 1.35 = 1 + 35 = 36 g/mol

$$\begin{aligned}
 \text{Molaritas HCl (M}_1\text{)} &= \frac{\text{massa jenis} \times \text{kadar}}{\text{massa atom relatif (Mr)}} \\
 &= \frac{1,189 \text{ g/mol} \times 10 \times 38}{36 \text{ g/mol}} \\
 &= \frac{452,82}{36} \\
 &= 12,5 \text{ M}
 \end{aligned}$$

Molaritas HCl (M₁) = 0,1 M

Volum yang diinginkan (V₂) = 100 ml

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$12,5 \text{ M} \cdot V_1 = 0,1 \text{ M} \cdot 100 \text{ ml}$$

$$12,5 V_1 = 10$$

$$V_1 = 0,8 \text{ ml}$$

1.4 Larutan hidrogen peroksida sebagai pencemar

Perhitungan volume hidrogen peroksida yang diperlukan untuk masing-masing konsentrasi yang diinginkan, dimana :

Kadar kepekatan $\text{H}_2\text{O}_2 = 50 \%$

Massa molekul relatif (M_r) $\text{H}_2\text{O}_2 = 2.1 + 16.2 = 2 + 32 = 34 \text{ g/mol}$

Massa jenis (ρ) = 1,19 gr/ml

Volume larutan yang diinginkan (V_2) = 1000 ml = 1 liter

$$\begin{aligned}\text{Molaritas } \text{H}_2\text{O}_2 \text{ } 50 \% (M_1) &= \frac{\text{massa jenis} \times 10 \times \text{kadar}}{\text{massa atom relatif} (M_r)} \\ &= \frac{1,19 \text{ g/ml} \times 10 \times 50}{34 \text{ g/mol}} \\ &= \frac{595}{34} \\ &= 17,5 \text{ M}\end{aligned}$$

- 500 ppm

$$\begin{aligned}\text{Molaritas } (M_2) &= \frac{\text{ppm}}{M_r} = \frac{500 \text{ mg/L}}{34 \text{ g/mol}} = \frac{500 \text{ mg/L} \cdot 10^{-3} \text{ g/mg}}{34 \text{ g/mol}} \\ &= 0,0147 \text{ M}\end{aligned}$$

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$17,5 \text{ M} \cdot V_1 = 0,0147 \text{ M} \cdot 1000 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{0,0147 \text{ M} \cdot 1000 \text{ ml}}{17,5 \text{ M}} = \frac{14,7 \text{ M} \cdot \text{ml}}{17,5 \text{ M}} = 0,84 \text{ ml}$$

- 1000 ppm

$$\begin{aligned}\text{Molaritas } (M_2) &= \frac{\text{ppm}}{M_r} = \frac{1000 \text{ mg/L}}{34 \text{ g/mol}} = \frac{1000 \text{ mg/L} \cdot 10^{-3} \text{ g/mg}}{34 \text{ g/mol}} \\ &= 0,0294 \text{ M}\end{aligned}$$

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$17,5 \text{ M} \cdot V_1 = 0,0294 \text{ M} \cdot 1000 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{0,0294 \text{ M} \cdot 1000 \text{ ml}}{17,5 \text{ M}} = \frac{29,4 \text{ M} \cdot \text{ml}}{17,5 \text{ M}} = 1,68 \text{ ml}$$

- **2000 ppm**

$$\text{Molaritas (M}_2\text{)} = \frac{\text{ppm}}{\text{Mr}} = \frac{2000 \text{ mg/L}}{34 \text{ g/mol}} = \frac{2000 \text{ mg/L} \cdot 10^{-2} \text{ g/mg}}{34 \text{ g/mol}} \\ = 0,0588 \text{ M}$$

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$17,5 \text{ M} \cdot V_1 = 0,0588 \text{ M} \cdot 1000 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{0,0588 \text{ M} \cdot 1000 \text{ ml}}{17,5 \text{ M}} = \frac{58,8 \text{ M} \cdot \text{ml}}{17,5 \text{ M}} = 3,36 \text{ ml}$$

- **3000 ppm**

$$\text{Molaritas (M}_2\text{)} = \frac{\text{ppm}}{\text{Mr}} = \frac{3000 \text{ mg/L}}{34 \text{ g/mol}} = \frac{3000 \text{ mg/L} \cdot 10^{-2} \text{ g/mg}}{34 \text{ g/mol}} \\ = 0,0882 \text{ M}$$

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$17,5 \text{ M} \cdot V_1 = 0,0882 \text{ M} \cdot 1000 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{0,0882 \text{ M} \cdot 1000 \text{ ml}}{17,5 \text{ M}} = \frac{88,2 \text{ M} \cdot \text{ml}}{17,5 \text{ M}} = 5,04 \text{ ml}$$

- **4000 ppm**

$$\text{Molaritas (M}_2\text{)} = \frac{\text{ppm}}{\text{Mr}} = \frac{4000 \text{ mg/L}}{34 \text{ g/mol}} = \frac{4000 \text{ mg/L} \cdot 10^{-2} \text{ g/mg}}{34 \text{ g/mol}} \\ = 0,1176 \text{ M}$$

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$17,5 \text{ M} \cdot V_1 = 0,1176 \text{ M} \cdot 1000 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{0,1176 \text{ M} \cdot 1000 \text{ ml}}{17,5 \text{ M}} = \frac{117,6 \text{ M} \cdot \text{ml}}{17,5 \text{ M}} = 6,72 \text{ ml}$$

LAMPIRAN 2 Peralatan Dan Bahan Penelitian

2.1 Objek Penelitian (Telur Ikan Lele Dumbo)



2.2 Larutan

2.2.1 Larutan Basal Salt Medium (BSM) 0.1 mM



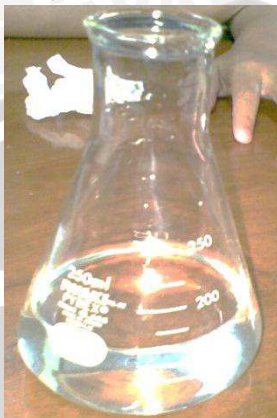
CaCl_2

KCl

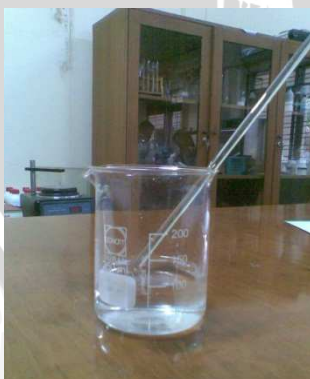
NaCl



2.2.2 Larutan KCl (0.1 M)



2.2.3 Larutan HCl (0.1 M)



2.2.4 Larutan Hidrogen Peroksida



2.2.5 Larutan Antioksidan (Ekstrak Daun Binahong)





- **Dalam Hidrogen peroksida 0 ppm**



- **Dalam Hidrogen peroksida 500 ppm**



- Dalam Hidrogen peroksida 1000 ppm



- Dalam Hidrogen peroksida 2000 ppm



- Dalam Hidrogen peroksida 3000 ppm



- Dalam Hidrogen peroksida 4000 ppm



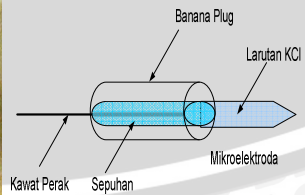
2.3 Elektroda referensi (Jembatan Garam)



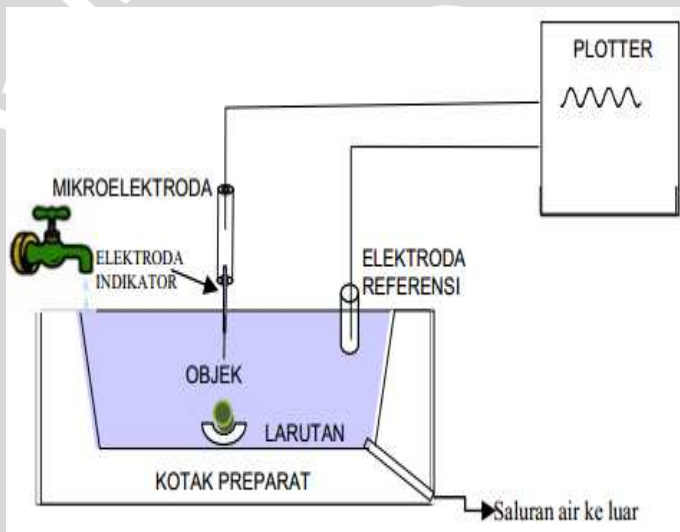
2.4 Penyepuhan Kawat Perak Dengan Larutan HCl 0,1 M



2.5 Pembuatan mikroelektroda dan pengisian mikroelektroda dengan larutan KCl 0,1 M

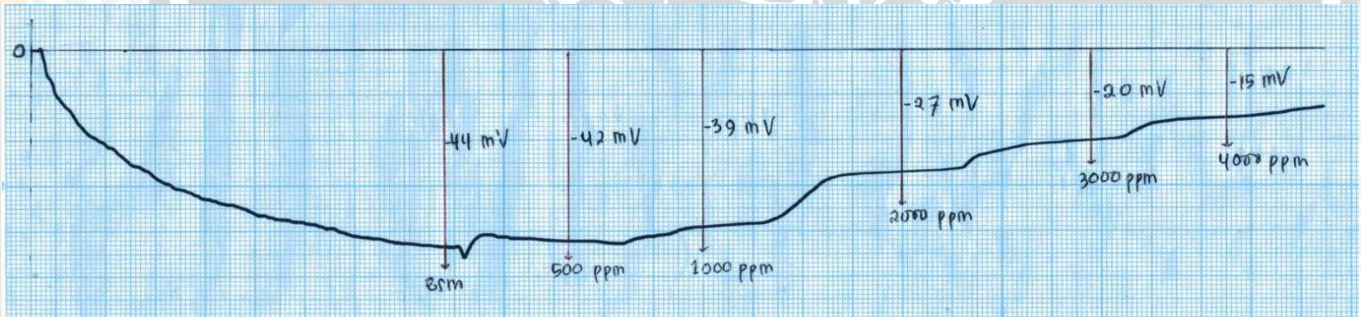
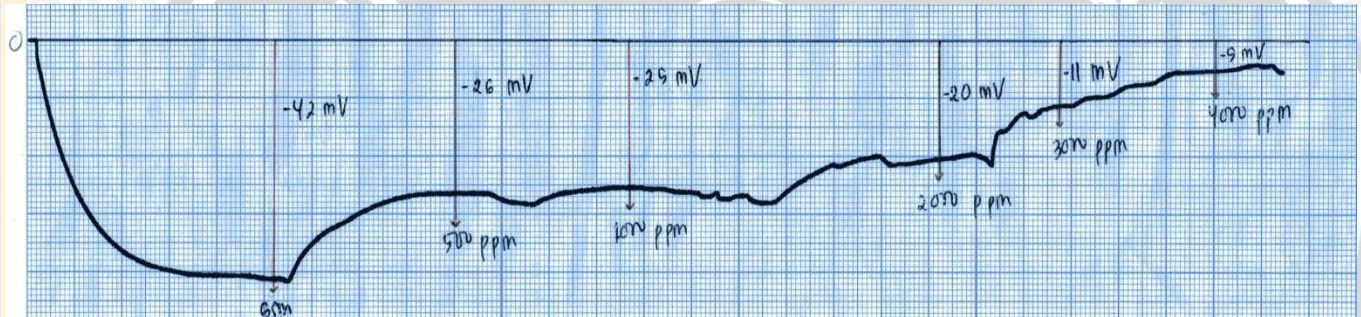


2.6 Rangkaian Penelitian

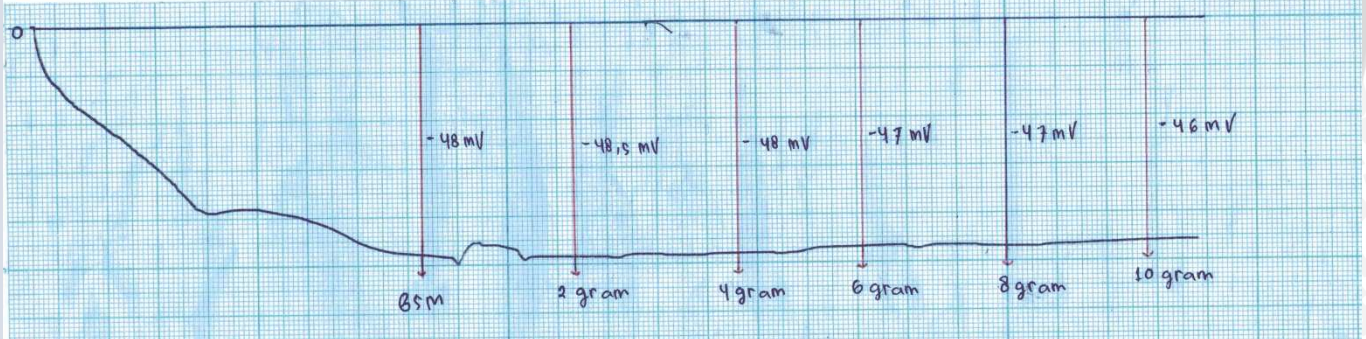
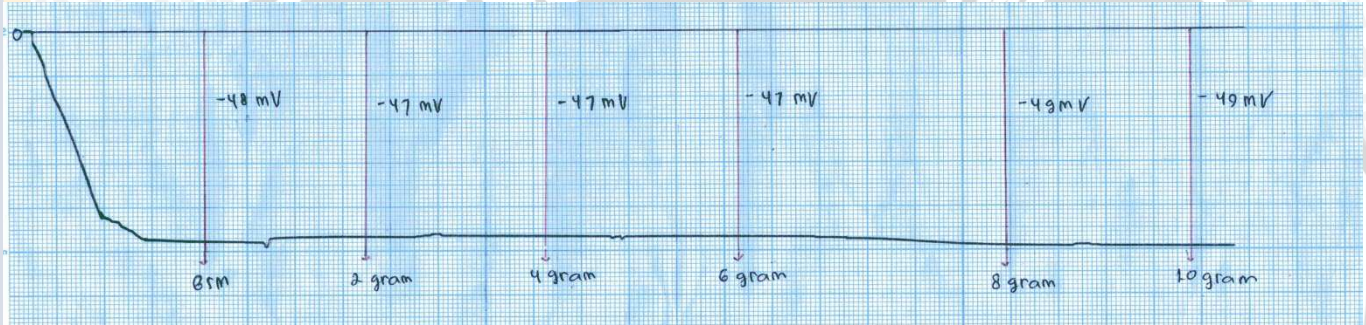


LAMPIRAN 3 Contoh grafik hasil pengukuran respon potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

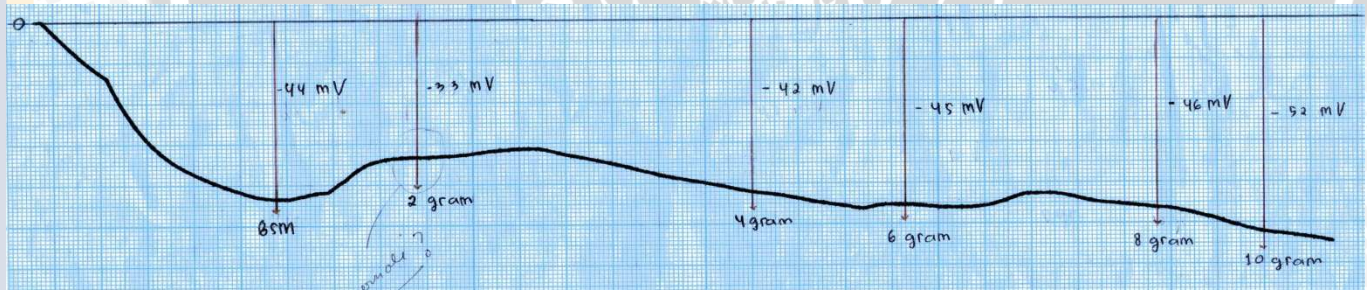
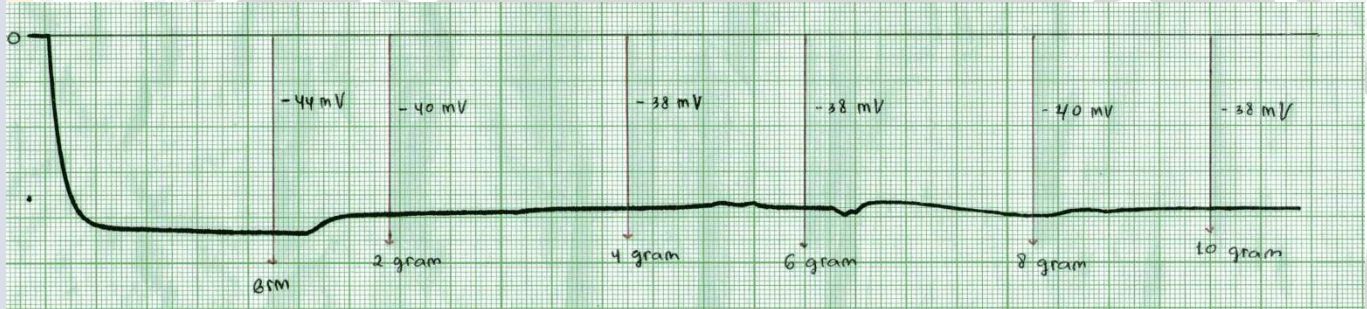
3.1 Grafik hasil pengukuran respon potensial membran sel telur dengan sampel larutan hidrogen peroksida



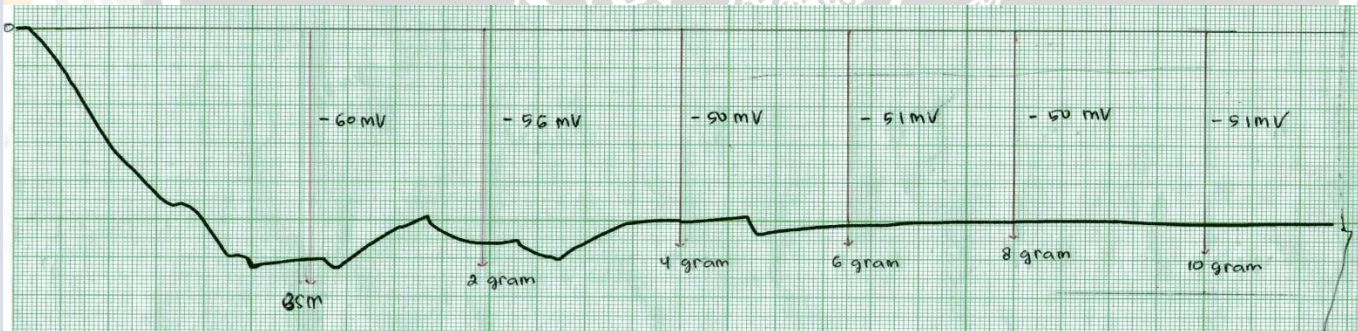
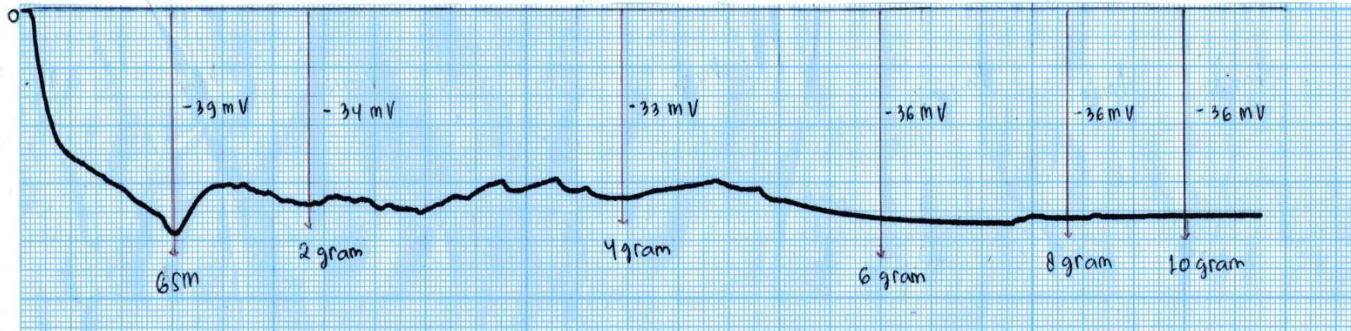
3.2 Grafik hasil pengukuran respon potensial membran sel telur dengan sampel larutan H_2O_2 0 ppm sebagai pencemar + ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebagai antioksidan



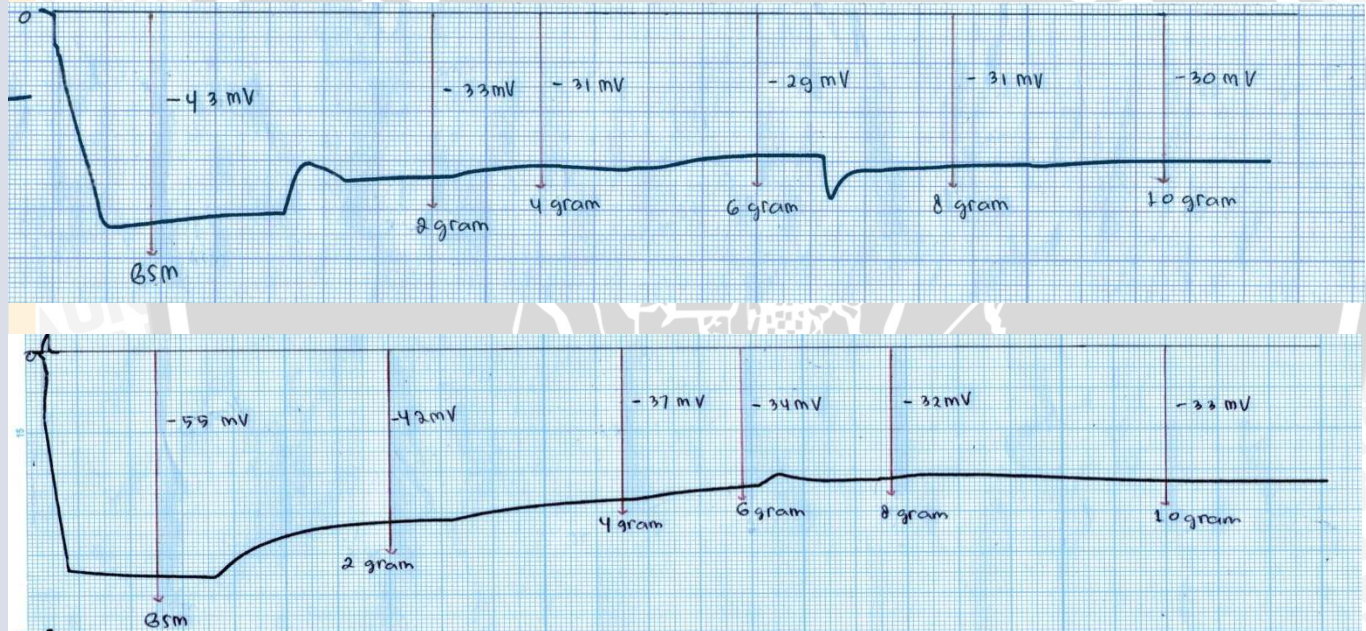
3.3 Grafik hasil pengukuran respon potensial membran sel telur dengan sampel larutan H_2O_2 500 ppm sebagai pencemar + ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebagai antioksidan



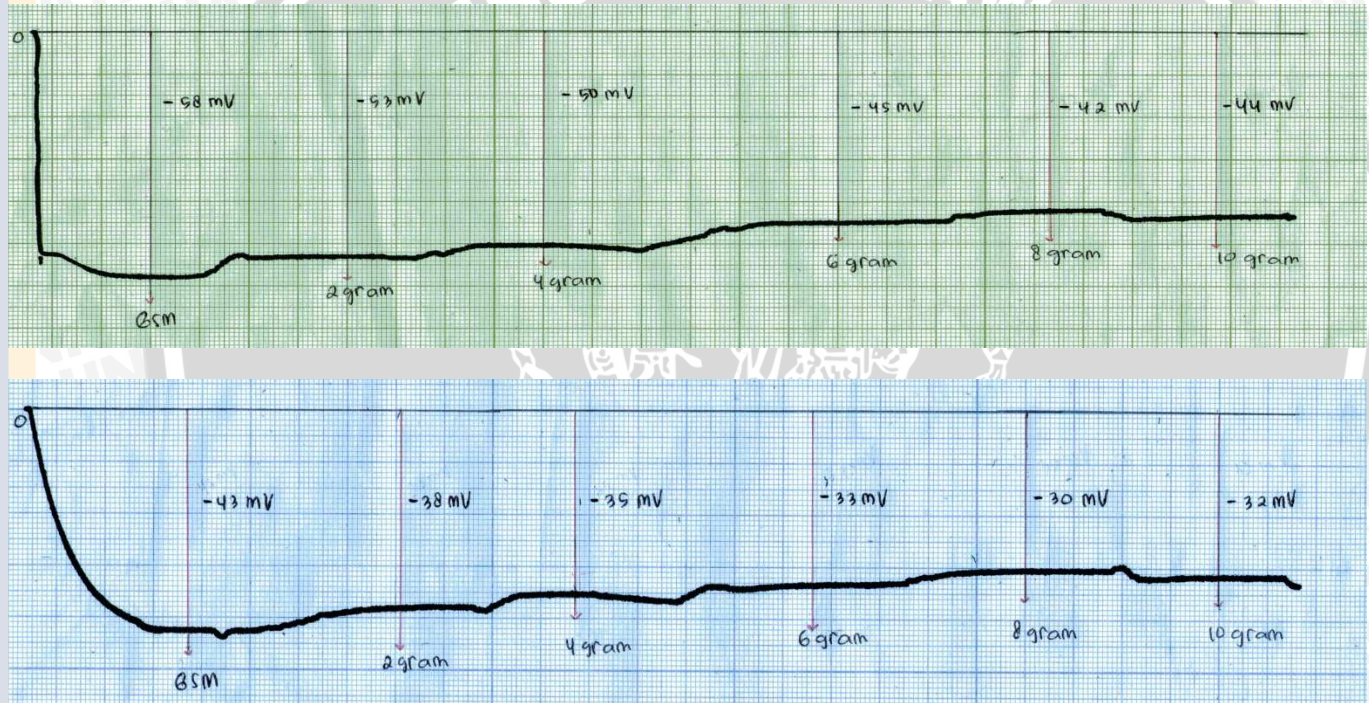
3.4 Grafik hasil pengukuran respon potensial membran sel telur dengan sampel larutan H_2O_2 1000 ppm sebagai pencemar + ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebagai antioksidan



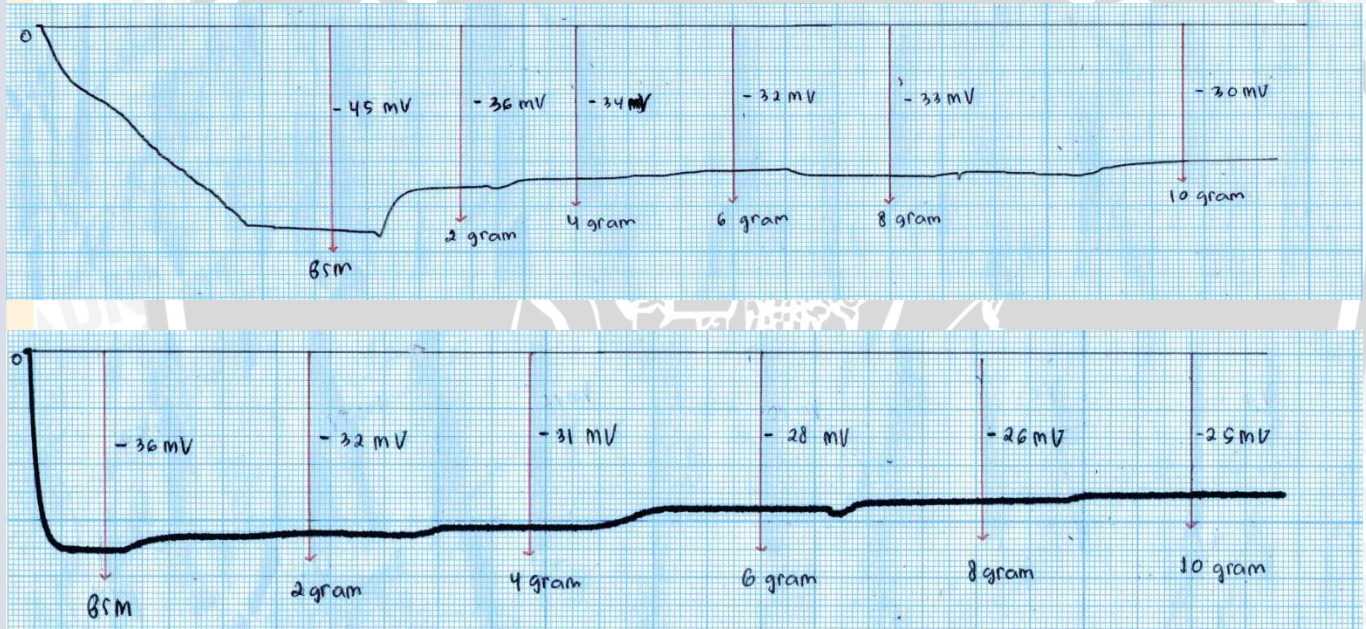
3.5 Grafik hasil pengukuran respon potensial membran sel telur dengan sampel larutan H_2O_2 2000 ppm sebagai pencemar + ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebagai antioksidan



3.6 Grafik hasil pengukuran respon potensial membran sel telur dengan sampel larutan H_2O_2 3000 ppm sebagai pencemar + ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebagai antioksidan



3.7 Grafik hasil pengukuran respon potensial membran sel telur dengan sampel larutan H_2O_2 4000 ppm sebagai pencemar + ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebagai antioksidan



LAMPIRAN 4 Data Dan Pengolahan Data Hasil Penelitian

4.1 Data hasil penelitian dengan sampel larutan hidrogen peroksida sebagai pencemar

Konsentrasi Hidrogen Peroksida (dalam ppm)	Potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) Ψ (dalam mV)					Jumlah	$\Psi_{rata-rata}$	$\delta\Psi$
	Telur 1	Telur 2	Telur 3	Telur 4	Telur 5			
0	-44.0	-42.0	-59.0	-44.0	-41.0	-230.0	-46.0	3.0
500	-42.0	-26.0	-49.0	-37.0	-33.0	-187.0	-37.4	4.0
1000	-39.0	-25.0	-49.0	-30.0	-16.0	-159.0	-31.8	6.0
2000	-27.0	-20.0	-42.0	-25.0	-13.0	-127.0	-25.4	5.0
3000	-20.0	-11.0	-33.0	-20.0	-7.0	-91.0	-18.2	4.0
4000	-15.0	-5.0	-28.0	-16.0	-5.0	-69.0	-13.8	4.0

4.2 Data hasil penelitian dengan sampel larutan H_2O_2 0 ppm + ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebagai antioksidan

Massa antioksidan	Potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) Ψ (dalam mV)					Jumlah	$\Psi_{rata-rata}$	$\delta\Psi$
	Telur 1	Telur 2	Telur 3	Telur 4	Telur 5			
0 gram	-48.0	-48.0	-61.0	-46.0	-41.5	-244.5	-48.9	3.0
2 gram	-48.5.0	-47.0	-64.0	-50.0	-39.5	-249.0	-49.8	4.0
4 gram	-48.0	-47.0	-62.0	-49.0	-40.0	-246.0	-49.2	4.0
6 gram	-47.0	-47.0	-56.0	-49.0	-39.5	-238.5	-47.7	3.0
8 gram	-47.0	-49.0	-55.0	-47.0	-39.0	-237.5	-47.5	3.0
10 gram	-46.0	-49.0	-53.0	-45.0	-38.0	-231.0	-46.2	2.0

4.3 Data hasil penelitian dengan sampel larutan H₂O₂ 500 ppm + ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebagai antioksidan

Massa antioksidan	Potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) Ψ (dalam mV)					Jumlah	$\Psi_{rata-rata}$	$\delta\Psi$
	Telur 1	Telur 2	Telur 3	Telur 4	Telur 5			
0 gram	-64.0	-44.0	-26.0	-69.0	-44.0	-247.0	-49.4	8.0
2 gram	-57.0	-40.0	-24.0	-60.0	-33.0	-214.0	-42.8	7.0
4 gram	-63.0	-38.0	-19.0	-58.0	-42.0	-220.0	-44.0	8.0
6 gram	-65.0	-38.0	-21.0	-53.0	-45.0	-222.0	-44.4	7.0
8 gram	-62.0	-40.0	-24.0	-50.0	-46.0	-222.0	-44.4	6.0
10 gram	-59.0	-38.0	-25.0	-45.0	-52.0	-219.0	-43.8	6.0

4.4 Data hasil penelitian dengan sampel larutan H_2O_2 1000 ppm + ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebagai antioksidan

Massa antioksidan	Potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) Ψ (dalam mV)					Jumlah	$\Psi_{rata-rata}$	$\delta\Psi$
	Telur 1	Telur 2	Telur 3	Telur 4	Telur 5			
0 gram	-39.0	-39.0	-42.0	-60.0	-50.0	-230.0	-46.0	4.0
2 gram	-34.0	-33.0	-40.0	-56.0	-45.0	-208.0	-41.6	4.0
4 gram	-33.0	-28.0	-39.0	-50.0	-45.0	-195.0	-39.0	4.0
6 gram	-36.0	-21.0	-39.0	-51.0	-44.0	-191.0	-38.2	5.0
8 gram	-36.0	-18.0	-40.0	-50.0	-46.0	-190.0	-38.0	6.0
10 gram	-36.0	-25.0	-41.0	-51.0	-45.0	-198.0	-39.6	4.0

4.5 Data hasil penelitian dengan sampel larutan H_2O_2 2000 ppm + ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebagai antioksidan

Massa antioksidan	Potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) Ψ (dalam mV)					Jumlah	$\Psi_{rata-rata}$	$\delta\psi$
	Telur 1	Telur 2	Telur 3	Telur 4	Telur 5			
0 gram	-39.0	-43.0	-51.0	-43.0	-55.0	-231.0	-46.2	3.0
2 gram	-31.0	-49.0	-49.0	-33.0	-42.0	-204.0	-40.8	4.0
4 gram	-40.0	-36.0	-46.0	-31.0	-37.0	-190.0	-38.0	2.0
6 gram	-33.0	-41.0	-42.0	-29.0	-34.0	-179.0	-35.8	2.0
8 gram	-35.0	-39.0	-44.0	-31.0	-32.0	-181.0	-36.2	2.0
10 gram	-34.0	-41.0	-45.0	-30.0	-33.0	-183.0	-36.6	3.0

4.6 Data hasil penelitian dengan sampel larutan H₂O₂ 3000 ppm + ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebagai antioksidan

Massa antioksidan	Potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) Ψ (dalam mV)					Jumlah	Ψ _{rata-rata}	δψ
	Telur 1	Telur 2	Telur 3	Telur 4	Telur 5			
0 gram	-53.0	-40.0	-58.0	-43.0	-38.0	-232.0	-46.4	4.0
2 gram	-40.0	-36.0	-53.0	-38.0	-34.0	-201.0	-40.2	3.0
4 gram	-35.0	-34.0	-50.0	-35.0	-33.0	-187.0	-37.4	3.0
6 gram	-33.0	-30.0	-45.0	-33.0	-30.0	-171.0	-34.2	3.0
8 gram	-33.0	-31.0	-42.0	-30.0	-32.0	-168.0	-33.6	2.0
10 gram	-35.0	-32.0	-44.0	-32.0	-33.0	-176.0	-35.2	2.0

4.7 Data hasil penelitian dengan sampel larutan H_2O_2 4000 ppm + ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebagai antioksidan

Massa antioksidan	Potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) Ψ (dalam mV)					Jumlah	$\Psi_{rata-rata}$	$\delta\psi$
	Telur 1	Telur 2	Telur 3	Telur 4	Telur 5			
0 gram	-57.0	-45.0	-40.0	-36.0	-40.0	-218.0	-43.6	4.0
2 gram	-54.0	-36.0	-37.0	-32.0	-37.0	-196.0	-39.2	3.0
4 gram	-52.0	-34.0	-35.0	-31.0	-32.0	-184.0	-36.8	4.0
6 gram	-49.0	-32.0	-33.0	-28.0	-29.0	-171.0	-34.2	4.0
8 gram	-45.0	-33.0	-31.0	-26.0	-27.0	-162.0	-32.4	3.0
10 gram	-43.0	-30.0	-27.0	-25.0	-19.0	-144.0	-28.8	4.0

LAMPIRAN 5 Potensial membran sel rata-rata berdasarkan penambahan massa ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) dalam larutan pencemar

5.1 Penambahan massa ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebesar 2 gram (Gambar 4.2)

Konsentrasi H_2O_2	$\psi_{rata-rata}$ H_2O_2	$\delta\psi$ H_2O_2	$\psi_{rata-rata}$ $H_2O_2 + 2 \text{ gram}$	$\delta\psi$ 2 gram
0	-46.0	3.0	-49.8	4.0
500	-37.4	4.0	-42.8	7.0
1000	-31.8	6.0	-41.6	4.0
2000	-25.4	5.0	-40.8	4.0
3000	-18.2	4.0	-40.2	3.0
4000	-13.8	4.0	-39.2	3.0

5.2 Penambahan massa ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebesar 4 gram (Gambar 4.3)

Konsentrasi H_2O_2	$\psi_{rata-rata}$ H_2O_2	$\delta\psi$ H_2O_2	$\psi_{rata-rata}$ $H_2O_2 + 4 \text{ gram}$	$\delta\psi$ 4 gram
0	-46.0	3.0	-49.2	4.0
500	-37.4	4.0	-44.0	8.0
1000	-31.8	6.0	-39.0	4.0
2000	-25.4	5.0	-38.0	2.0
3000	-18.2	4.0	-37.4	3.0
4000	-13.8	4.0	-36.8	4.0

5.3 Penambahan massa ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebesar 6 gram (Gambar 4.4)

Konsentrasi H_2O_2	$\Psi_{\text{rata-rata}}$ H_2O_2	$\delta\Psi$ H_2O_2	$\Psi_{\text{rata-rata}}$ $\text{H}_2\text{O}_2 + 6 \text{ gram}$	$\delta\Psi$ 6 gram
0	-46.0	3.0	-47.7	3.0
500	-37.4	4.0	-44.4	7.0
1000	-31.8	6.0	-38.2	5.0
2000	-25.4	5.0	-35.8	2.0
3000	-18.2	4.0	-34.2	3.0
4000	-13.8	4.0	-34.2	4.0

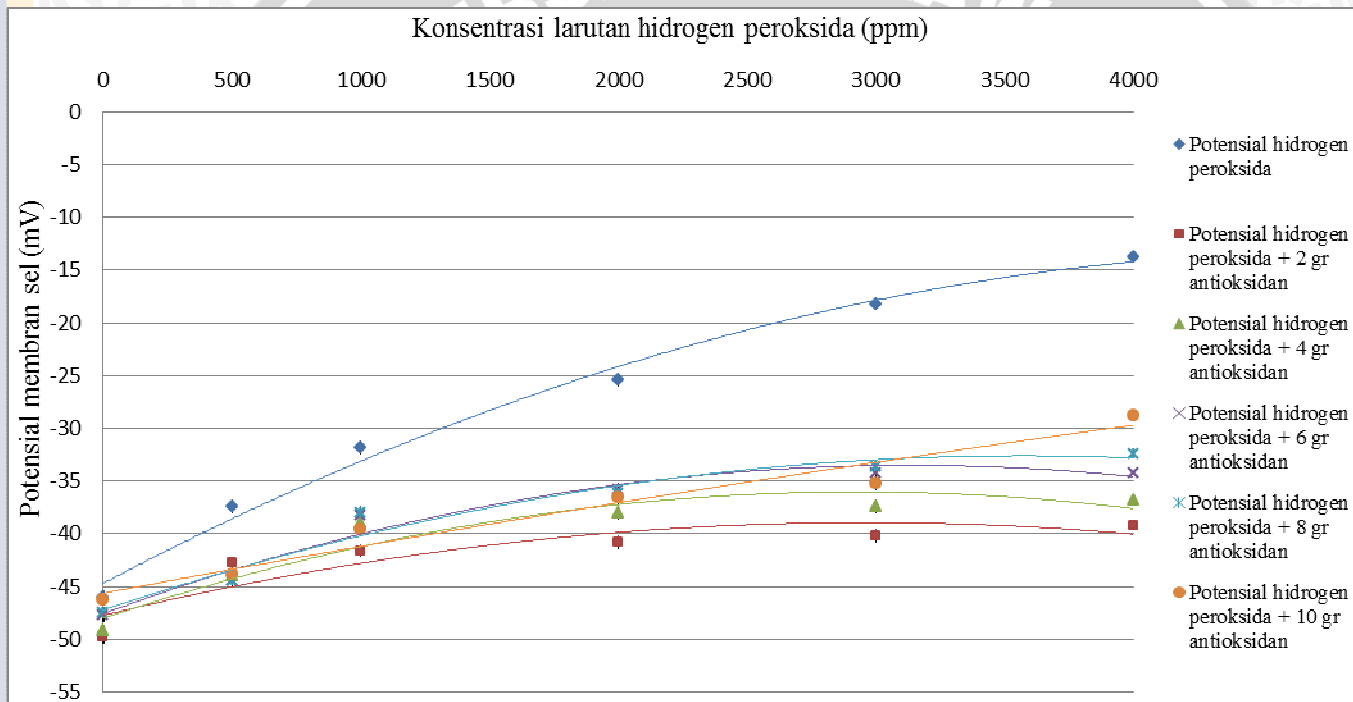
5.4 Penambahan massa ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebesar 8 gram (Gambar 4.5)

Konsentrasi H_2O_2	$\Psi_{\text{rata-rata}}$ H_2O_2	$\delta\Psi$ H_2O_2	$\Psi_{\text{rata-rata}}$ $\text{H}_2\text{O}_2 + 8 \text{ gram}$	$\delta\Psi$ 8 gram
0	-46.0	3.0	-47.5	3.0
500	-37.4	4.0	-44.4	6.0
1000	-31.8	6.0	-38.0	6.0
2000	-25.4	5.0	-36.2	2.0
3000	-18.2	4.0	-33.6	2.0
4000	-13.8	4.0	-32.4	3.0

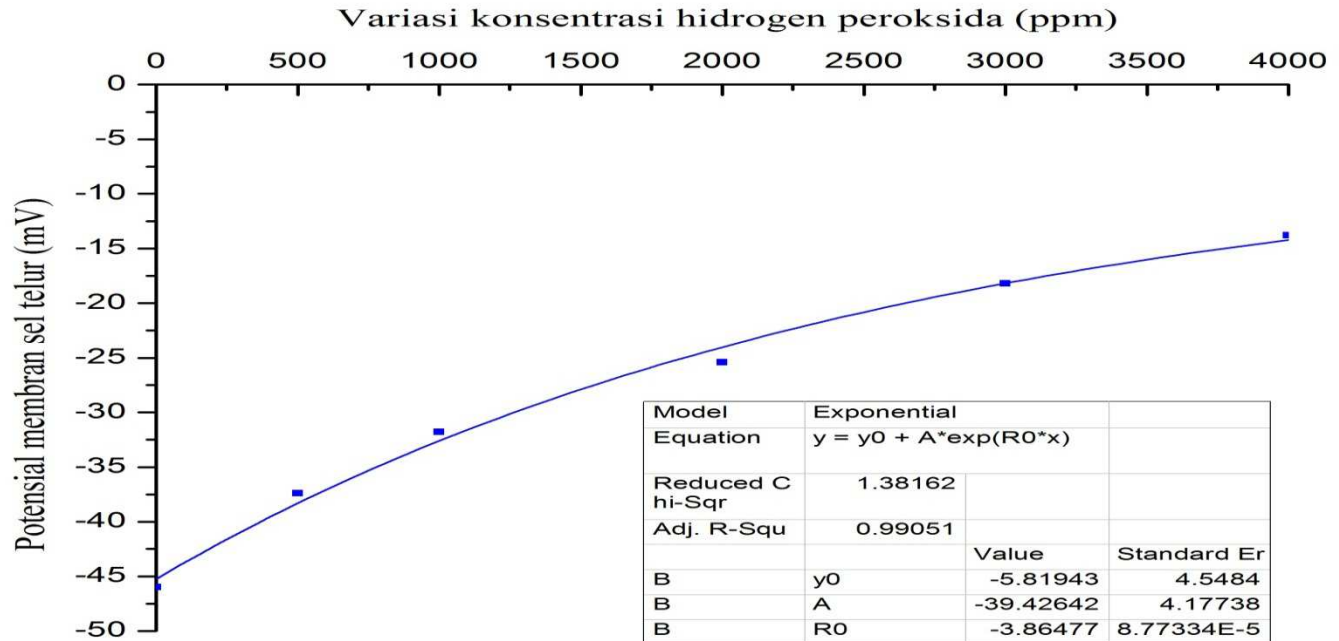
5.5 Penambahan massa ekstrak daun Binahong (*Anredera cordifolia*) sebesar 10 gram (Gambar 4.6)

Konsentrasi H_2O_2	$\psi_{\text{rata-rata}}$ H_2O_2	$\delta\psi$ H_2O_2	$\psi_{\text{rata-rata}}$ $\text{H}_2\text{O}_2 + 10 \text{ gram}$	$\delta\psi$ 10 gram
0	-46.0	3.0	-46.2	2.0
500	-37.4	4.0	-43.8	6.0
1000	-31.8	6.0	-39.6	4.0
2000	-25.4	5.0	-36.6	3.0
3000	-18.2	4.0	-35.2	2.0
4000	-13.8	4.0	-28.8	4.0

LAMPIRAN 6 Grafik hubungan potensial membran sel telur ikan lele Dumbo dengan larutan H_2O_2 serta dengan penambahan massa ekstrak daun Binahong berbeda pada larutan H_2O_2 .



LAMPIRAN 7 Grafik hubungan potensial membran sel telur ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dengan pencemar berupa senyawa hidrogen peroksida (menggunakan fungsi exponensial).



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

