

## Pengaruh Insektisida pada Potensial Membran Sel Telur Ikan Lele (*Clarias batrachus*)

Unggul P. Juswono <sup>1)\*</sup>, Kusharto <sup>1)</sup>, Yeni Cahyati <sup>2)</sup>, Risalatul Latifah <sup>2)</sup>,

<sup>1)</sup> Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang

<sup>2)</sup> Program Magister Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang

Diterima tanggal 8 Maret 2012, direvisi tanggal 1 April 2012

### ABSTRAK

Pencemaran telah banyak terjadi di sekitar kita yang dikarenakan oleh limbah rumah tangga, industri maupun obat pertanian (insektisida). Penggunaan insektisida secara berlebihan dapat membahayakan daerah di sekitar pertanian terlebih apabila daerah di sekitar pertanian tersebut digunakan sebagai tempat budidaya ikan. Metode pengukuran potensial membran sel telur merupakan metode sederhana bertujuan untuk menentukan tingkat pencemaran air. Potensial membran sel telur dapat diukur dengan menggunakan mikroelektroda yang telah dihubungkan ke elektrometer. Perubahan konsentrasi larutan mengakibatkan perubahan pada potensial membran sel. Larutan polutan menyebabkan penurunan nilai potensial membran seiring pertambahan konsentrasi. Penurunan potensial membran diakibatkan oleh permeabilitas membran yang menurun karena adanya penyumbatan sistem kanal pada protein.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi insektisida yang digunakan akan menghasilkan nilai potensial membran sel telur ikan lele yang semakin kecil. Untuk konsentrasi insektisida tertinggi, yaitu 0,4% menghasilkan potensial membran sebesar  $-28 \pm 5$  mV. Perubahan potensial ini akibat dari aktivitas membran sel telur ikan yang mempertahankan diri dari pengaruh polutan di sekitarnya. Perubahan tersebut dapat memberikan informasi tentang tingkat pencemaran yang terjadi pada lingkungan air.

Kata kunci: potensial membran; sel telur; insektisida

### ABSTRACT

Pollution has been occurred in our environment due to daily life waste, industrial and using of peptiside in agroindustrial farm. Over usage and dose of peptiside could be harmful to the farm environment especially for fish farm. Measurement of membrane potential of fish egg cells is a simple metode to investigate water polution level. Membrane potential of fish egg cells can be measured using microelectrode probe which is connected to an electrometer. The changing of membrane potential value indicate the level of water polution. Variation of peptiside concentrations cause the changing of potential membrane value. Increasing of peptiside concentration cause decreasing of potential membrane. Its may due to some blocking of channel and other protein by peptiside molecule so the permeability of membrane to ions is decrease.

The results of our experiment show that the increasing of peptiside concentration cause decreasing of the membrane potential value. For peptiside concentration of 0.4% decrease potential membrane to  $-28 \pm 5$  mV. It means that the increasing peptiside concentration cause significantly decrease in potential membrane which may be used for prediction of water polution level.

Key word: membrane potential; egg cells; insecticide

---

-----  
\*Corresponding author :  
E-mail: unggul-pj@ub.ac.id

## PENDAHULUAN

Jawa Timur merupakan daerah pertanian. Sebagian besar masyarakat Jawa Timur bekerja sebagai petani, termasuk petani ikan air tawar di sekitar daerah pertanian tersebut. Dikarenakan keterbatasan lahan untuk budidaya, umumnya para petani ikan tersebut memilih daerah pertanian sebagai tempat untuk budidaya ikan air tawar. Tempat budidaya ikan air tawar itu banyak sekali tercemar oleh limbah-limbah pertanian, terutama oleh pestisida yang digunakan oleh petani sayuran disekitarnya juga dari limbah rumah tangga dan industri yang masuk kedalam sungai dimana airnya digunakan untuk keperluan pertanian dan budidaya ikan tersebut. Biasanya para petani ikan air tawar membudidayakan ikan dalam jumlah besar. Jenis ikan yang dipelihara adalah ikan untuk dikonsumsi seperti nila, gurame, lele dan tombro.

Banyak hambatan yang dijumpai para petani baik petani sayuran maupun ikan khususnya gagal panen akibat serangan hama, sehingga mengakibatkan kerugian yang cukup besar. Ada kecenderungan para petani untuk memberantas hama yang merusak tanaman dengan cara yang mudah dan tidak memerlukan biaya yang cukup besar. Cara yang digunakan petani untuk mengatasi masalah hama adalah menggunakan pestisida. Pestisida cukup mudah diperoleh, mudah digunakan dan harganya relatif murah. Jenis pestisida yang digunakan untuk membasmi hama yang berupa serangga dan kutu adalah insektisida [1]. Akan tetapi penggunaan insektisida mempunyai dampak negatif terutama efek ke lingkungan disekitar daerah pertanian tersebut. Kematian organisme lain yang bukan sasaran, pencemaran (air, udara, tanah) dan dapat meracuni tubuh para petani merupakan beberapa contoh dampak negatif penggunaan insektisida. Lebih parahnya lagi para petani sayur hanya mengira-ngira jumlah insektisida yang akan digunakan, dengan asumsi bahwa semakin banyak dosis yang digunakan akan lebih cepat mematikan hama di tanaman mereka.

Sisa insektisida yang digunakan petani untuk memberantas hama selain terserap ke tanaman juga akan terserap ke tanah apabila terguyur oleh air. Insektisida yang terserap tanah bersifat sebagai polutan karena dapat mencemari lingkungan di sekitarnya, seperti sungai, tanah dan kolam ikan disekitar daerah pertanian tersebut.

Ikan merupakan suatu organisme air yang dapat bergerak cepat. Pada umumnya ikan mempunyai kemampuan menghindarkan diri dari pengaruh pencemaran air. Ikan yang hidup dalam habitat terbatas seperti sungai, danau dan teluk akan sulit menghindar dari pengaruh pencemaran tersebut, akibatnya unsur-unsur pencemaran tersebut akan masuk ke dalam tubuh ikan [2]. Para petani biasanya membudidayakan ikan lele karena mudah dipelihara dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Harga ikan tersebut relatif murah dan mudah didapat.

Dari latar belakang di atas perlu dikaji bagaimana respon potensial membran sel telur ikan terhadap insektisida, sehingga dapat diketahui seberapa besar efek penggunaan insektisida terhadap daerah di sekitar pertanian. Adanya polutan di sekitar sel dapat mempengaruhi proses transport pada sel ikan itu sendiri. Polutan dapat mengubah permeabilitas membran terhadap ion-ion dan mengubah sistem kerja transport ion [3].

Besarnya potensial membran yang timbul akibat sel berada di dalam lingkungan yang mengandung unsur Na, K, dan juga Cl atau pada atom-atom bervalensi tunggal dirumuskan dengan

$$\psi = \frac{RT}{ZF} \ln \left( \frac{P_{Na}[Na]_o + P_K[K]_o + P_{Cl}[Cl]_i}{P_{Na}[Na]_i + P_K[K]_i + P_{Cl}[Cl]_o} \right) \quad (1)$$

Dimana  $P_{Na}$ ,  $P_K$ ,  $P_{Cl}$  merupakan faktor pembobot untuk masing-masing channel (*permeabilitas ion*) [4].

## METODE PENELITIAN

Potensial membran sel telur di ukur dengan menggunakan mikroelektroda yang dibuat dari tabung gelas kecil berbahan

*borosilicate*. Tabung ini memiliki diameter luar 1,5 mm dan dalamnya terdapat fiber (code GC 150F-10). Pembuatan mikroelektroda itu sendiri dilakukan dengan cara pemanasan dengan kumparan yang dialiri arus listrik dan dilakukan penarikan pada kedua ujung tabung gelas.

Insektisida yang digunakan pada penelitian ini adalah insektisida berbahan aktif diazinon dengan konsentrasi 0,24% sampai konsentrasi 0,4%. Konsentrasi 0,24% merupakan konsentrasi rata-rata yang digunakan petani sayur dalam pemberantasan hama tanaman.

Sel telur yang digunakan adalah sel telur ikan lele (*Clarias batrachus*) yang berkondisi baik dengan ciri berwarna hijau kecoklatan dimana telur yang kurang sehat atau mati akan berwarna putih pucat. Suhu lingkungan juga dijaga pada 23 °C agar telur dapat hidup dengan baik dan tidak mati. Pembuatan larutan insektisida juga sangat diperhatikan, terutama dosis insektisida yang digunakan. Rata-rata dosis insektisida yang digunakan petani sayur adalah 9,27 ml/are. Variasi pembuatan larutan insektisida pada penelitian ini mengacu pada dosis rata-rata yang digunakan petani untuk membasmi hama.

Media yang akan digunakan untuk pengukuran sel telur ikan adalah larutan Basal Salt Medium (BSM) yang terdiri dari 0,1 mM  $\text{CaCl}_2$ , 0,1 mM KCl, 0,1 mM NaCl dengan pH 6. Sedangkan sebagai polutannya adalah insektisida dengan bahan aktif diazinon. Pengambilan data dilakukan dengan menancapkan mikroelektroda pada sel telur dan diamati perubahan potensial membran sel dengan bantuan plotter yang dilengkapi dengan kertas grafik untuk pencatatan data. Penggunaan kertas grafik untuk pencatatan data dimaksudkan untuk mempermudah pengambilan dan analisa data hasil penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian yang didapatkan diolah dengan mencari nilai rata-rata potensial

membran sel telur ikan. Dari semua telur yang digunakan untuk setiap sampel akan didapatkan besar nilai potensial membran di setiap keadaan (perlakuan).

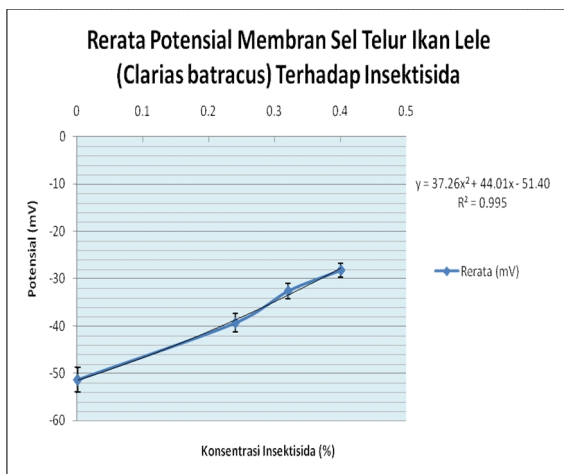
Potensial membran sel telur ikan lele juga mengalami perubahan sesuai dengan perubahan konsentrasi insektisida yang digunakan. Hasil dari pengolahan data menunjukkan adanya hubungan antara penggunaan konsentrasi insektisida dengan potensial membran sel telur ikan lele. Semakin besar konsentrasi insektisida yang digunakan, maka semakin kecil nilai potensial membran sel telur ikan lele yang dihasilkan. Pada saat digunakan larutan standar (BSM), potensial rerata yang dihasilkan sebesar  $-51 \pm 6$  mV. Nilai potensial membran mulai turun pada saat diberi larutan insektisida. Penggunaan insektisida 0,24%, menghasilkan rerata potensial membran sebesar  $-39 \pm 4$  mV. Insektisida 0,32% menghasilkan rerata potensial membran sebesar  $-33 \pm 4$  mV dan untuk konsentrasi insektisida tertinggi, yaitu 0,4% menghasilkan potensial membran sebesar  $-28 \pm 5$  mV. Potensial membran yang diukur bernilai negatif. Hal ini menunjukkan bahwa potensial membran intraseluler lebih rendah dari pada potensial membran ekstraseluler.

**Tabel 1.** Tabel rerata potensial membran sel telur ikan lele pada berbagai konsentrasi insektisida.

No.	Konsentrasi Insektisida (%)	Potensial Membran (mV)
1.	0,00	$(-51 \pm 6)$
2.	0,24	$(-39 \pm 4)$
3.	0,32	$(-33 \pm 4)$
4.	0,40	$(-28 \pm 5)$

Nilai potensial yang semakin kecil tersebut, dikarenakan adanya perubahan permeabilitas membran terhadap ion-ion yang menyebabkan terjadinya perubahan difusi ion-ion melewati membran. Insektisida memiliki pengaruh yang besar dalam penentuan besarnya potensial membran yang akan dihasilkan [3]. Insektisida yang masuk ke dalam sel akan mengakibatkan potensial

intraseluler berkurang kenegatifannya (depolarisasi), sehingga intraseluler lebih positif dan nilai potensial membran sel telur ikan lele mengecil.



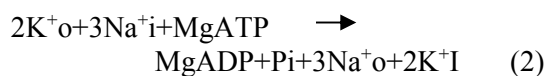
**Gambar 1.** Grafik rerata hubungan konsentrasi insektisida (%) terhadap potensial membran sel telur ikan lele (mV).

Mekanisme terjadinya perubahan potensial membran sel telur ikan lele akibat pemberian insektisida dapat dijelaskan sebagai berikut: Membran sel tersusun atas lipid dan protein (*fosfolipid*) [5]. Protein berfungsi sebagai kanal (*channel*), karier maupun pompa. Kanal dapat memindahkan ion dari satu sisi ke sisi yang lain dan dapat membuka dan menutup sesuai dengan keadaan sel. Kanal pada membran sel memiliki sifat semipermeabel, sehingga akan lebih selektif terhadap ion-ion yang ada di sekeliling sel. Kemampuan suatu molekul untuk dapat melewati membran tergantung pada perbedaan konsentrasi dan perbedaan muatan listrik molekul-molekul, baik di dalam sel maupun di luar sel. Semakin besar perbedaannya, maka semakin besar pula kemampuan molekul-molekul untuk berdifusi melalui membran. Ketika membran sel berinteraksi dengan insektisida, maka potensial membran sel akan mengalami penurunan. Penurunan potensial membran dapat terjadi karena terhambatnya kerja enzim, terjadinya pemblokiran kanal pada membran sel, terjadinya kerusakan sel dan kelangkaan ATP pada sel.

**Terhambatnya kerja enzim.** Seperti pada penjelasan sebelumnya bahwa protein merupakan salah satu penyusun membran sel. Enzim tersusun atas protein. Enzim merupakan protein yang berfungsi mengkatalis semua reaksi biokimia [6]. Dalam penelitian ini insektisida akan berinteraksi dengan enzim sehingga terjadi penghambatan kerja enzim.

Insektisida juga akan menghambat kerja enzim ATPase. Enzim ini berhubungan dengan transport ion  $\text{Na}^+$  dan ion  $\text{K}^+$ . Enzim ATPase berfungsi untuk menghidrolisa ATP menjadi ADP, dan membebaskan energi. Energi tersebut kemudian digunakan untuk mentranspor ion  $\text{Na}^+$  dan ion  $\text{K}^+$  dengan cara memompa ion  $\text{Na}^+$  dan ion  $\text{K}^+$ . Dengan adanya insektisida yang bereaksi dengan protein membran mengakibatkan enzim tidak dapat menghidrolisa ATP menjadi ADP, sehingga tidak dapat dihasilkan energi untuk transpor ion  $\text{Na}^+$  dan ion  $\text{K}^+$  baik ke dalam sel maupun ke luar sel.

Pompa ion  $\text{K}^+$  atau ion  $\text{Na}^+$  merupakan sistem transpor aktif pada membran sel, yaitu memompa dan mengeluarkan 3 ion  $\text{Na}^+$  dan memasukkan 2 ion  $\text{K}^+$  ke dalam sel. Dalam mentranspor ion  $\text{Na}^+$  dan ion  $\text{K}^+$  dibutuhkan energi metabolisme yang di katalis oleh enzim  $\text{Na}^+\text{K}^+$  ATPase. Apabila tidak diperoleh energi akibat pengaruh insektisida, maka tidak akan terjadi pemompaan ion dan potensial membran menjadi turun. Mekanisme transpor ion  $\text{Na}^+$  dan ion  $\text{K}^+$  oleh enzim  $\text{Na}^+\text{K}^+$  ATP ase adalah,



Sintesa ATP membutuhkan ion  $\text{Mg}^{2+}$  demi kelangsungan mekanisme transpornya. Proses ini menghasilkan energi sekitar 30KJ/mol [7].

**Terjadinya pemblokiran kanal (*channel*) pada membran sel.** Insektisida yang ada disekeliling sel akan berikatan dengan protein pada membran sel. Ikatan tersebut akan menutup protein kanal sehingga ion-ion tidak dapat berpindah dari dalam sel menuju luar sel dan begitu juga sebaliknya,

ion-ion dari ekstraseluler tidak dapat berpindah ke intraseluler [8].

Insektisida akan memblokir kanal ion, karena kanal ion pada sel merupakan target utama insektisida. Insektisida juga merupakan pemblokir kanal (*channel blocker*) untuk ion positif [9]. Jika terjadi penutupan kanal ion, maka akan terjadi perubahan permeabilitas membran dan dilanjutkan dengan terhambatnya transport ion dalam sel. Pemblokiran kanal bagi ion  $K^+$  akan mengakibatkan permeabilitas membran ion  $Na^+$  ( $P_{Na}$ ) lebih besar dari pada permeabilitas ion  $K^+$  ( $P_K$ ). Maka ion  $Na^+$  perlahan-lahan masuk ke sel dan menyebabkan sisi dalam membran menjadi lebih positif. Permeabilitas ion  $Na^+$  yang semakin besar akan mengakibatkan potensial membran telur ikan semakin kearah positif. Selain itu transport ion yang terhambat akan mengganggu metabolisme dan penyaluran informasi didalam sel. Metabolisme sel melibatkan beberapa ion, diantaranya  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Cl^-$ . Kanal ion  $Na^+$  berfungsi sebagai saluran transport ion  $Na^+$  dalam melintasi membran. Saat insektisida bereaksi dengan protein membran akan mengakibatkan kanal tertutup oleh insektisida, sehingga menghambat pertukaran ion  $Na^+$  dan ion  $K^+$ . Terhambatnya transport ion menyebabkan sinyal yang diterima sel melemah. Hal tersebut mengakibatkan kondisi sel berubah, yaitu perubahan potensial membran yang berupa penurunan potensial membran. Potensial membran yang mendekati nol disebabkan karena penutupan channel  $K^+$  oleh zat pemblokir [11].

**Terjadinya kerusakan sel.** Penurunan potensial membran sel telur ikan lele juga dipengaruhi oleh tingkat kerusakan mitokondria akibat bereaksi dengan insektisida. Mitokondria merupakan organel sel yang berfungsi sebagai tempat menghasilkan energi. Selain itu mitokondria berfungsi mempertahankan gradient proton untuk sintesis ATP. ATP adalah nukleosida trifosfat yang mengandung adenosin yang mengeluarkan energi bebas ketika ikatan fosfatnya dihidrolisis.

Mitokondria dapat rusak karena adanya peningkatan  $Ca^{2+}$  sitosolik dan stress oksidatif. Stress oksidatif merupakan kerusakan sel akibat adanya radikal bebas dan zat-zat toksin. Kerusakan mitokondria biasanya ditunjukkan dengan terbukanya membran mitokondria. Terbukanya membran mitokondria menyebabkan molekul-molekul dengan berat molekul (BM) lebih kecil dari 1500 keluar dari mitokondria, sehingga sintesis ATP berhenti. Permeabilitas mitokondria mengalami transisi menyebabkan peningkatan kadar  $Ca^{2+}$  dan keseimbangan osmotik terganggu, sehingga mitokondria menjadi mengembang. Kerusakan mitokondria tersebut dapat mengakibatkan apoptosis. Apoptosis merupakan kematian sel akibat adanya stimulus dari luar [8]. Berkurangnya volume sel akibat mengembangnya bagian mitokondria akan membuat berkurangnya kandungan  $Na^+$  dan  $K^+$ . Kerusakan sel secara keseluruhan akan menyebabkan kebocoran saluran ion-ion termasuk ion  $Na^+$ ,  $K^+$  dan  $Cl^-$  sehingga permeabilitas dan potensial membran sel berubah.

**Kelangkaan ATP pada sel.** Akibat kelangkaan ATP, yaitu terjadi penurunan aktivitas pompa  $Na^+K^+ATPase$ , sehingga menyebabkan  $Na^+$  terakumulasi dalam sel dan diikuti dengan difusi  $K^+$  ke luar sel [12]. Hal tersebut dapat menyebabkan pembengkakan sel dan dilatasi retikulum endoplasma.

Adanya perubahan metabolisme energi di dalam sel juga menyebabkan kelangkaan ATP. Apabila kadar oksigen mengalami penurunan, maka sel akan melakukan proses glikolisis anaerobik untuk menghasilkan energi, akibatnya cadangan glikogen menurun dengan cepat. Glikolisis anaerobik akan menyebabkan akumulasi asam laktat dan fosfat organik dari hidrolisa ester fosfat akan menurunkan pH intraseluler. Apabila proses terus berlanjut, kelangkaan ATP akan menambah kerusakan sel. Kerusakan tersebut ditandai dengan ketidakmampuan sel memperbaiki disfungsi mitokondria yang menyebabkan terjadinya kelangkaan ATP dan kerusakan fungsi membran.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian untuk ikan lele menunjukkan bahwa perubahan konsentrasi insektisida yang digunakan akan mempengaruhi potensial membran sel telur ikan lele. Semakin tinggi konsentrasi insektisida yang digunakan akan menghasilkan nilai potensial membran sel telur ikan lele yang semakin kecil. Pada saat digunakan larutan standar (BSM), potensial rerata yang dihasilkan sebesar  $-51 \pm 6$  mV. Nilai potensial membran mulai turun pada saat diberi larutan insektisida. Insektisida dengan konsentrasi 0,24%, menghasilkan rerata potensial membran sebesar  $-39 \pm 4$  mV. Insektisida 0,32% menghasilkan rerata potensial membran sebesar  $-33 \pm 4$  mV dan untuk konsentrasi insektisida tertinggi, yaitu 0,4% menghasilkan potensial membran sebesar  $-28 \pm 5$  mV. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan insektisida dapat menurunkan potensial membran sel telur ikan dan jika dilakukan secara berlebihan dapat mencemari daerah perikanan. Insektisida yang larut dalam air akan masuk ke tubuh ikan bersama air sehingga dapat menyebabkan kematian akibat keracunan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Triani, I Gusti A.L. (2010), *Residu Insektisida Sidazinon pada Kacang Panjang (vigna sinensis) yang Dihasilkan di Desa Tunjuk Selatan, Kecamatan Tabanan, Kabupaten Tabanan*, <http://www.google.co.id>, Diakses pada tanggal 01 Pebruari 2010.
- [2] Nurchayatun, T. (2009), *Pengaruh Pemberian Merkuri Klorida Terhadap Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Mas*, <http://www.google.co.id>, Diakses pada tanggal 20 Oktober 2009.
- [3] Juswono, U.P dkk. (1999), Mikroelektrod dan Elektrometer Impedansi Tinggi Sebagai Piranti Pengukur Potensial Membran, *Jurnal Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya*.
- [4] Noor, J. A. E., U. P. Juswono dan H. Budiono (2000), *Studi Karakteristik Membran Polyvinilidene (PVDV) dan Nylon*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya, Malang.
- [5] Ackerman, Eugene, dkk. (1988), *Ilmu Biofisika*, Airlangga University Press, Surabaya.
- [6] Pine, dkk. (1988), *Kimia Organik 2*, ITB, Bandung.
- [7] Sindumarta, M. (1999), *Biokimia I : struktur dan Katalis*, ITB, Bandung.
- [8] Iswarin, S.J, dkk. (2005), Pengukuran Pencemaran Timbal Nitrat di Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas dengan Mengukur Potensial Membran Sel Akar Jagung (*Zea Mays L*), *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya*.
- [9] Shalihah, Faizatus (2005), *Pengukuran Potensial Membran Sel Telur Katak Sawah (Rana cancivora) Terhadap Perubahan Konsentrasi Insektisida*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya, Malang.
- [10] Hille, B. (1992), *Ionic Channels of Excitable Membranes*, Sinauer Associates Inc. Massachusetts.
- [11] Brotowijoyo, Mukayat D. (1994), *Zoologi Dasar*. Erlangga, Jakarta.
- [12] Kurnasih, R dan Wijaya, A. (2002), *Peran radikal bebas pada iskemia-reperfusi serebral atau miokardium*, Laboratorium Kimia Klinik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran Bandung.