

**KUANTIFIKASI TOKSISITAS GLIFOSAT TERHADAP PERTUMBUHAN  
FITOPLANKTON BERDASARKAN KONSENTRASI KLOORIFIL  
DAN CACAH SELNYA**

**QUANTIFICATION OF GLYPHOSAT TOXICITY ON THE GROWTH OF  
PHYTOPLANKTON FROM THE UTILIZING CHLOROPHYLL CONCENTRATIONS  
AND CELL DENSITY**

**Dahlana Ariyani\*, Ahmad Budi Junaidi**  
Program Studi Kimia FMIPA Unlam

**ABSTRAK**

*Telah dilakukan penelitian terhadap pengaruh herbisida glifosat pada pertumbuhan fitoplankton berdasarkan peningkatan kerapatan sel dan berdasarkan peningkatan konsentrasi klorofil. Fitoplankton dikultur dalam media yang diberi perlakuan glifosat yang bervariasi. Konsentrasi klorofil fitoplankton ditentukan pada selang waktu kultur pertumbuhan eksponensial. Klorofil di ekstrak menggunakan aseton 80 % dan konsentrasinya ditetapkan dengan pengukuran secara spektrofotometri pada panjang gelombang 630, 647 dan 663 nm.*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa glifosat menghambat laju pertumbuhan fitoplankton. Besarnya hambatan laju pertumbuhan fitoplankton berbanding lurus dengan besarnya konsentrasi glifosat dalam medium kultur. Secara kuantitatif diperoleh harga  $EC_{50}$  glifosat terhadap laju pertumbuhan fitoplankton berdasarkan peningkatan konsentrasi klorofil dan peningkatan kerapatan sel masing-masing adalah 0,02848 ppm dan 0,02037 ppm. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan kerapatan sebagai parameter pertumbuhan fitoplankton memiliki sensitivitas lebih tinggi dari pada penggunaan konsentrasi klorofil sebagai parameter pertumbuhan.*

**Kata kunci : Glifosat, toksisitas, fitoplankton, konsentrasi**

**ABSTRACT**

*A reseach of glyphosat herbicide on the growth of phytoplankton the effect has been done, utilizing cell density and chlorophyll concentrations as the parameter for the phytoplankton growth. Experimentally, the effect was evaluated based on the kinetic data obtained from phytoplankton growth experiment performed in a series of cultured media containing many different concentrations of glifosat, within a time period of exponential growth. The chlorophyll contents in the phytoplankton during the experiments were spectrophotometrically monitored at 663, 647 and 630 nm.*

*The result showed that glyphosat inhibit the growth of the phytoplankton; the inhibition increases as the glyphosat concentrations increases. Value of  $EC_{50}$  of 0,02037 and 0,02848 ppm were calcuted when cell density and chlorophyll concentrations respectively utilized. For this reason, It was concluded that the utilization of cell density counting data in evaluating the glyphosat phytotoxicity was more sensitive than the use of chlorophyll concentration data.*

**Key word : Glyphosat, toxicity, phytoplankton, chlorophyll**

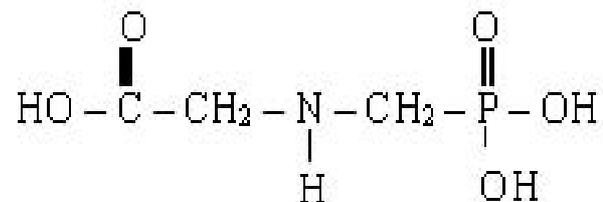
---

\* Email: dah\_l3na00@yahoo.co.id

## PENDAHULUAN

Sejak tahun 1950-an hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa kimia yang digunakan sebagai herbisida banyak yang berdampak negatif bagi kehidupan akuatik dan merugikan sektor perikanan, (Brown, 1978). Herbisida dapat bersifat persisten dan meninggalkan residu dalam air, tanah dan jaringan tubuh ikan, yang dapat berpengaruh negatif pada perkembangan hidup ikan maupun bagi konsumen ikan, (Koesoemadinata, 1997).

Salah satu golongan herbisida yang telah banyak digunakan dalam pengelolaan gulma perkebunan adalah glifosat. Herbisida ini bersifat sistemik dan tidak selektif dengan mekanisme kerja mempengaruhi sintesis asam amino esensial, (Humburg, 1989). Glifosat dapat mempengaruhi pigmen sampai terjadi klorotik, pertumbuhan terhenti dan tumbuhan dapat mati. Herbisida ini juga menghambat lintasan biosintetik asam amino aromatik, (Triharso, 1994). Rumus molekul Glifosat adalah sebagai berikut :



(Ashton, 1981).

Glifosat memiliki formulasi garam isopropylamine, konsentrat larut air dengan Toksisitas akut oral  $\text{LD}_{50} = 4300$  mg/Kg. Persistensi dalam tanah dimetabolisasi oleh mikroorganisme secara cepat atau mengendap pada tanah-tanah yang kadar Fe dan Al-nya tinggi.

Bioindikator uji digunakan fitoplankton yang secara teknis laboratoris maupun dari segi ekonomis dinilai representatif untuk keperluan penelitian toksikologi, (Koesoemadinata, 1997). Fitoplankton sangat sensitif terhadap adanya kehadiran

*Xenobiotic* (benda asing) dalam lingkungannya. Masa pertumbuhan fitoplankton yang singkat sangat membantu dalam mempertahankan keadaan lingkungan media supaya konstan. Oleh karena itu, fitoplankton sangat cocok digunakan sebagai bioindikator terjadinya pencemaran di lingkungan perairan yang disebabkan oleh aktivitas manusia (Sutjiyanto, 2003).

Penggunaan fitoplankton sebagai bioindikator kualitas perairan dapat dilakukan secara kualitatif ataupun kuantitatif (Samuel, 1995). Umumnya,

analisis secara kualitatif dilakukan dengan menginventarisir jenis-jenis fitoplankton yang berada di lingkungan perairan, sedangkan analisis secara kuantitatif dilakukan dengan mencacah populasi suatu jenis fitoplankton dalam volume tertentu (Cairulwan, 1988). Padahal pertumbuhan bukan hanya sekedar bertambahnya cacah sel, tapi pertambahan besar ukuran sel fitoplankton juga merupakan proses pertumbuhan (Sitompul dan Guritno, 1995). Sehingga diharapkan peningkatan konsentrasi klorofil pada fitoplankton dapat lebih menggambarkan pertumbuhan fitoplankton, baik dari segi ukuran sel maupun cacah selnya.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen dan dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analitik Fakultas MIPA Unlam Banjarbaru. Adapun langkahnya sebagai berikut :

### Prosedur Kultur Fitoplankton

Kultur fitoplankton dilakukan dalam media air tawar yang diperkaya nutrisi dalam ruangan yang steril dengan pencahayaan dan aerasi yang kontinu serta temperatur sekitar 20<sup>o</sup> C, sehingga pertumbuhan fitoplankton optimal (sesuai "Teknik Kultur Phytoplankton" oleh Isnansetyo dan Kurniasuty, 1995).

### Penentuan Konsentrasi Klorofil Fitoplankton

Sejumlah sampel larutan fitoplankton diendapkan dengan sentrifuge untuk memisahkan fitoplankton dari media. Kemudian klorofil diekstrak dengan aseton 80%. Klorofil dianalisis dengan spektroskopi UV-Vis pada  $\lambda$  630, 647 dan 663 nm. Harga absorbansi dikonversi menjadi konsentrasi klorofil dengan persamaan berdasarkan *Standard Method for The Examination of Water and Wastewater* 1067-1072 (APHA-AWWA-WPCF, 1983).

### Penentuan Kerapatan Fitoplankton

Pengukuran kerapatan sel fitoplankton dengan cara penetesan larutan fitoplankton pada Haemocytometer Neubauer Improved dan fitoplankton di cacah di bawah mikroskop dengan pembesaran 400 kali.

### Penentuan Laju Pertumbuhan Fitoplankton

Analisis diawali dengan penentuan tahap pertumbuhan eksponensial, dengan mengambil sampel larutan fitoplankton pada waktu kultur yang bervariasi. Sampel larutan fitoplankton dianalisis berdasarkan kerapatan sel dan konsentrasi klorofilnya. Selanjutnya tahap pertumbuhan eksponensial ini digunakan sebagai waktu kultur untuk penentuan laju pertumbuhan fitoplankton dengan persamaan kinetika orde kesatu.

### Penentuan Fitotoksisitas Glifosat terhadap Pertumbuhan Fitoplankton

Pengaruh glifosat terhadap pertumbuhan fitoplankton ditentukan dengan mengukur

konstanta laju pertumbuhan klorofil fitoplankton yang dikultur menggunakan media yang diperlakukan glifosat dengan konsentrasi yang bervariasi.

### Analisis Data

Data Absorbansi klorofil dikonversi menjadi konsentrasi klorofil dengan persamaan berdasarkan *Standard Method for The Examination of Water and Wastewater*, 1067-1072 (APHA-AWWA-WPCF, 1983). Toksisitas glifosat dikuantifikasi dengan metode regresi linier (konsentrasi glifosat versus konstanta laju pertumbuhan fitoplankton) sehingga dapat ditentukan harga  $EC_{50}$  (*Median effect concentrations*) glifosat terhadap pertumbuhan fitoplankton. Sedangkan hambatan pertumbuhan relatif glifosat terhadap fitoplankton ditentukan dengan

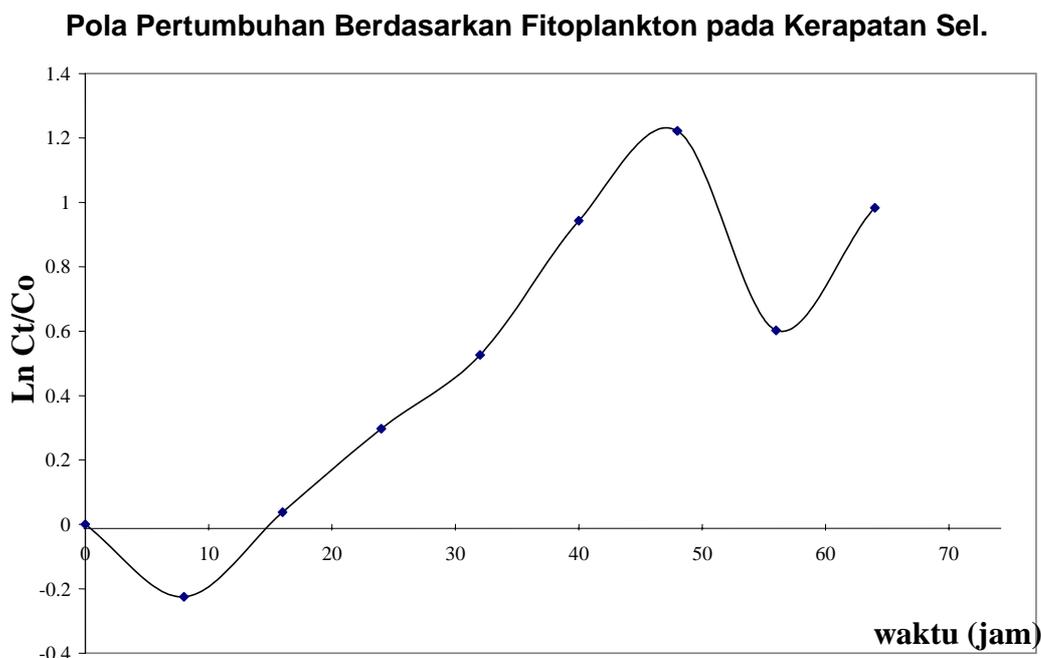
persamaan PGI (*Percentage Growth Inhibitions*):

$$PGI = \left( \frac{k_0 - k_t}{k_0} \right) \cdot 100\%$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pola Pertumbuhan Fitoplankton

Berdasarkan caranya dalam memenuhi kebutuhan energi, fitoplankton dimasukkan dalam kelompok tumbuhan yang memiliki kloroplas. Energi di peroleh dari proses fotosintesis, yaitu kemampuan untuk mengubah zat karbon dari udara dan molekul air menjadi senyawa organik dan oksigen dengan adanya cahaya yang sesuai serta adanya klorofil (Widyawati, 2000).



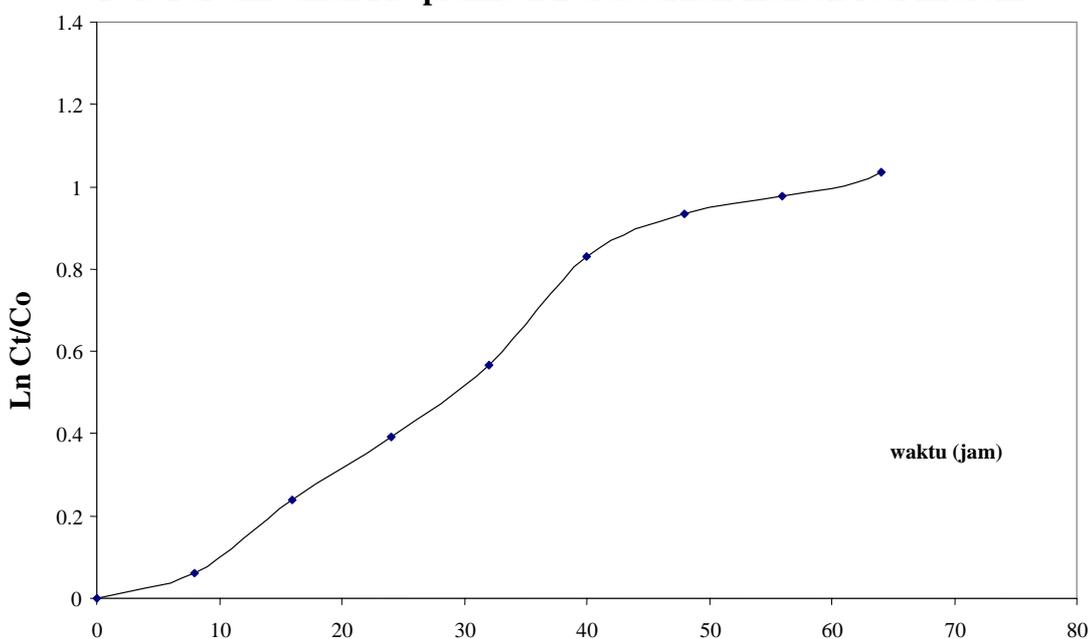
Gambar 1. Grafik pertumbuhan fitoplankton berdasarkan kerapatan sel.

Fitoplankton bersel tunggal berkembang biak dengan jalan pembelahan sel. Oleh karena itu, pada kondisi optimum, pertumbuhan populasi fitoplankton berjalan secara eksponensial. Apabila terdapat gangguan (*stress*), misalnya perubahan lingkungan dari media pertumbuhan lama ke media pertumbuhan baru (seperti pada tahap adaptasi), kekurangan nutrisi (seperti pada tahap

pertumbuhan diperlambat), maka pola pertumbuhan tidak mengikuti persamaan eksponensial.

Pola pertumbuhan fitoplankton berdasarkan kerapatan sel (Gambar 1) menunjukkan tahap adaptasi terjadi pada kisaran waktu kultur 0 – 8 jam, pertumbuhan eksponensial pada 18 - 48 jam.

### Pola Pertumbuhan Fitoplankton Berdasarkan Konsentrasi Klorofil.



Gambar 2. Pola pertumbuhan fitoplankton berdasarkan peningkatan konsentrasi klorofil.

Berdasarkan hasil penelitian yang tersaji dalam gambar 1 dan 2 pada kisaran waktu 0 – 8 jam, teramati adanya masa adaptasi untuk pola pertumbuhan fitoplankton berdasarkan kerapatan sel. Masa adaptasi tersebut tidak teramati pada pola pertumbuhan fitoplankton berdasarkan konsentrasi klorofil. Penambahan volume medium

menyebabkan *shock* pada fitoplankton yang mengharuskannya untuk beradaptasi pada keadaan baru, sehingga fitoplankton untuk beberapa waktu tidak mengalami pembelahan sel. Namun pada saat adaptasi ini, aktivitas sintesa di dalam sel terus berjalan. Hal ini disebabkan karena sintesa molekul klorofil seperti halnya reaksi pembentukan senyawa kimia yang lainnya,

hanya tergantung pada ketersediaan reaktan dan energi untuk terjadinya reaksi.

### **Pengaruh Glifosat Terhadap Laju Pertumbuhan Fitoplankton**

Berdasarkan hasil penelitian yang tersaji dalam tabel 1 terlihat bahwa pada perlakuan glifosat dengan konsentrasi rendah (0 – 0,01 ppm) laju pertumbuhan fitoplankton yang dianalisis berdasarkan kerapatan sel relatif lebih tinggi dari pada laju pertumbuhan fitoplankton yang dianalisis berdasarkan konsentrasi klorofil, sedangkan pada perlakuan glifosat dengan konsentrasi lebih tinggi laju pertumbuhan fitoplankton yang dianalisis berdasarkan kerapatan sel lebih rendah dari pada laju pertumbuhan fitoplankton berdasarkan konsentrasi klorofil. Hal ini menunjukkan efek perlakuan glifosat relatif lebih tinggi

mengganggu proses pembelahan sel dibandingkan dengan proses sintesis klorofil.

Hasil Penelitian yang tersaji dalam tabel 1 juga menunjukkan bahwa Perlakuan glifosat 0,01 – 1 ppm belum menyebabkan harga PGI yang dianalisis berdasarkan peningkatan konsentrasi klorofil melebihi 100 % yang artinya 0,01 - 1 ppm glifosat dalam larutan kultur fitoplankton belum menyebabkan laju kerusakan molekul klorofil lebih besar dari pada laju sintesis klorofil. Namun perlakuan glifosat 0,05 – 1 ppm sudah menyebabkan harga PGI yang dianalisis berdasarkan peningkatan kerapatan sel melebihi 100 % yang artinya 0,01 - 1 ppm glifosat dalam larutan kultur fitoplankton sudah menyebabkan laju kerusakan sel fitoplankton lebih besar dari pada laju pembelahan selnya.

**Tabel 1.** Pengaruh Toksisitas Glifosat terhadap Laju Pertumbuhan Fitoplankton.

[ Glifosat ] (ppm)	Berdasarkan [Klorofil-a]		Berdasarkan Cacah Sel	
	K ( jam <sup>-1</sup> )	PGI (%)	K ( jam <sup>-1</sup> )	PGI (%)
0	0,0226	0	0,0364	0
0,01	0,0083	63,27	0,0094	30,49
0,05	0,0165	26,99	-0,0218	196,15
0,1	0,0069	69,47	0,0087	99,78
0,5	0,0170	24,77	0,0155	102,75
1	0,0087	61,50	-0,035	1130,22

### Kuantifikasi Toksisitas Glifosat Terhadap Pertumbuhan Fitoplankton.

**Tabel 2.** Kuantifikasi Toksisitas Glifosat terhadap Pertumbuhan Fitoplankton Berdasarkan Kerapatan Sel dan Konsentrasi Klorofil.

Glifosat ppm	Berdasarkan Kerapatan Sel			Berdasarkan Konsentrasi Klorofil		
	K	PGI (%)	ln Kc/Ko	K	PGI (%)	ln Kc/Ko
0	0,0364	0	0	0,0226	0	0
0,005	0,0225	38,18681	-0,48105	0,0132	41,59292	-0,53773
0,01	0,0206	43,40659	-0,56928	0,012	46,90265	-0,63304
0,02	0,0188	48,35165	-0,66071	0,0145	35,84071	-0,4438*
0,03	0,0152	58,24176	-0,87327	0,0112	50,44248	-0,70204
0,04	0,0138	62,08791	-0,9699	0,0107	52,65487	-0,74771
0,05	0,0132	63,73626	-1,01435	0,0127	43,80531	-0,57635*

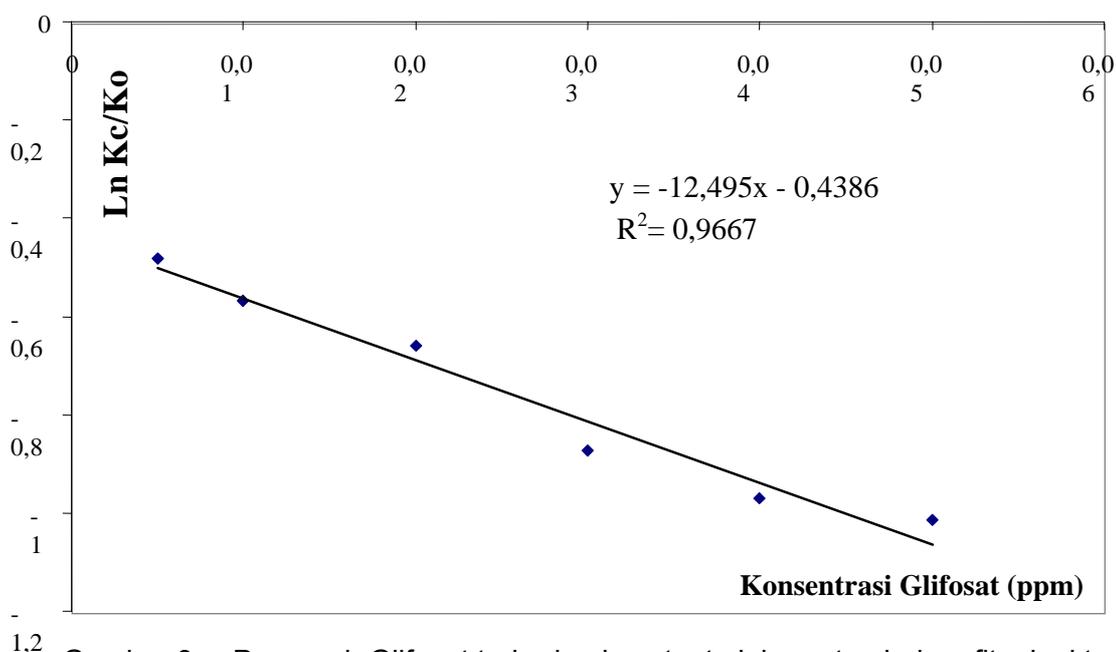
# angka yang tidak digunakan dalam membuat grafik untuk mencari  $EC_{50}$

K = slope dari grafik  $\ln C_t/C_o$  versus waktu (jam)

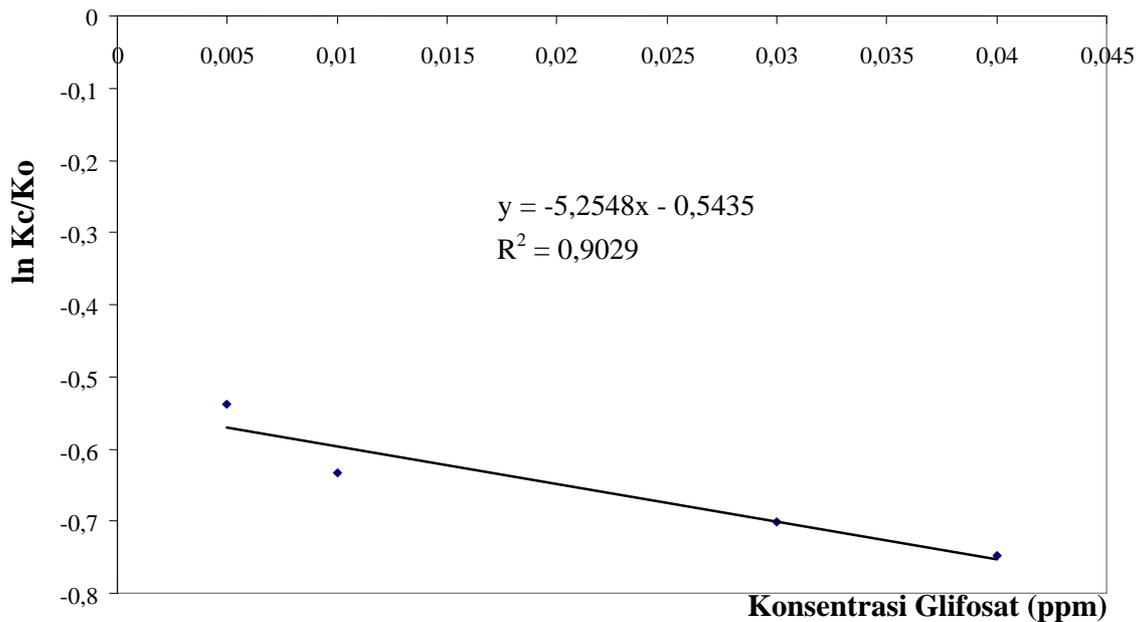
Dalam mempelajari pengaruh aktivitas paraquat dan glifosat terhadap pertumbuhan fitoplankton secara kuantitatif, ditentukan harga  $EC_{50}$ . Penentuan  $EC_{50}$  berpatokan pada penelitian tentang pengaruh glifosat

terhadap pertumbuhan fitoplankton, yaitu konsentrasi paraquat dan glifosat disekitar harga PGI mendekati 50 %.

Konsentrasi glifosat yang memberikan efek penurunan laju pertumbuhan sekitar 50 % adalah pada kisaran dan 0 – 0,05 ppm.



Gambar 3. Pengaruh Glifosat terhadap konstanta laju pertumbuhan fitoplankton berdasarkan Kerapatan sel



Gambar 4. Pengaruh glifosat terhadap konstanta laju pertumbuhan fitoplankton berdasarkan Konsentrasi klorofil

Gambar 3 dan 4 menunjukkan hubungan antara besarnya konsentrasi glifosat dalam medium kultur dengan efek penghambatan relatifnya terhadap laju pertumbuhan fitoplankton yang dianalisis berdasarkan konsentrasi klorofil dan kerapatan selnya. Berdasarkan persamaan regresi liniernya, maka dapat dihitung harga  $EC_{50}$  glifosat terhadap pertumbuhan fitoplankton yang besarnya masing-masing adalah 0,02037 ppm (berdasarkan kerapatan sel) dan 0,02848 ppm (berdasarkan konsentrasi klorofil). Harga  $EC_{50}$  glifosat terhadap pertumbuhan fitoplankton yang dianalisis berdasarkan kerapatan sel lebih besar dari yang dianalisis berdasarkan konsentrasi klorofil. Hal ini memperkuat indikasi bahwa penggunaan kerapatan sel memiliki sensitivitas yang lebih tinggi

dibandingkan konsentrasi klorofil dalam menganalisis efek toksik glifosat terhadap pertumbuhan fitoplankton.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Konsentrasi klorofil dan kerapatan sel dapat digunakan dalam menganalisis pertumbuhan fitoplankton.
2. Glifosat dapat menghambat laju pertumbuhan fitoplankton. Besarnya hambatan laju pertumbuhan fitoplankton berbanding lurus dengan besarnya konsentrasi glifosat dalam medium kultur.
3. Secara kuantitatif diperoleh harga  $EC_{50}$  glifosat terhadap laju pertumbuhan fitoplankton berdasarkan peningkatan konsentrasi klorofil dan peningkatan

kerapatan sel masing-masing adalah 0,02848 ppm dan 0,02037 ppm.

4. Penggunaan kerapatan sebagai parameter pertumbuhan fitoplankton memiliki sensitivitas lebih tinggi dari pada penggunaan konsentrasi klorofil sebagai parameter pertumbuhan. lebih tinggi dari pada penggunaan konsentrasi klorofil sebagai parameter pertumbuhan.

## SANWACANA

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Proyek Peningkatan Penelitian Pendidikan Tinggi, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional yang telah mendanai penelitian ini melalui Penelitian Dosen Muda 2006.

## DAFTAR PUSTAKA

- APHA-AWWA- WPCF**, 1983, *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater*, 16<sup>th</sup>, 1067-1072, Washington D.C.
- Ashton, Floyd. M and Alden, S. Crafts.** 1981. *Mode Of Action Of Herbicides*. John Wiley & sons Inc. Canada. Hal 236.
- Brown, A . W . A.** 1978. *Ecology of Pesticides*. John Willey & Sons, New York. 1978. 523.
- Chairulwan, U.,** 1988, *Komunitas Plankton di Waduk Seguling (Jawa Barat) dan Pemanfaatannya bagi Perikanan*, Jurnal Penelitian Perikanan Darat, I; 7; 1-6.
- Humburg, W. E.** 1989. *Herbicide Hand – Book of The Weed Science Society of America*. 6<sup>th</sup> ed. WSSA. Illinois.
- Isnansetyo, A. dan Kurniastuty,** 1995, *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton, Kanisius*, Jogjakarta.
- Koesoemadinata, S. dan Sutrisno.** 1997. *Penentuan Toksisitas Letal dan Ambang Konsentrasi Aman Herbisida 2,4-D dimetil amina, Isopropil glifosat dan butaklor, pada benih ikan nila (Oreochromis niloticus)*. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia; III; 18-26.
- Samuel,** 1995, *Kelimpahan dan Komposisi Fitoplankton di DAS Batanghari*, Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, I; 2: 39-47.
- Sitompul, S. M. dan B.Guritno,** 1995, *Analisis Pertumbuhan Tanaman*, Gajah Mada University Press, Jogjakarta.
- Sutjiyanto R.,** 2003, *Biodiversitas Plankton sebagai Indikator Kualitas Perairan*, FMIPA UNHAS, Makassar.
- Triharso.** 1994. *Dasar- dasar Perlindungan tanaman*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. Hal 285 – 286, 289, 299.
- Widyawati, S. P.,** 2000, *Pemamfaatan Organel Kloroplas yang Terisolasi dari Daun Bayam sebagai Fotosistem dalam Produksi Hidrogen Peroksida secara Fotokimia*, Thesis, Program Pasca Sarjana UGM, Jogjakarta.