

---

## Toksisitas Paraquat terhadap *Chlorella sp.* dalam Media Air Laut

(*Toxicity of Paraquat to Chlorella sp. in Sea Water*)

Sanjayadi<sup>1\*</sup>, Sri Noegrohati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran, niversitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta

<sup>2</sup>Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

---

### Article Info:

Received: 01 September 2017

in revised form: 18 September 2017

Accepted: 28 September 2017

Available Online: 01 Oktober 2017

---

### Keywords:

Paraquat,  
Toxicity,  
Chlorella,  
EC<sub>50</sub>

---

### Corresponding Author:

Sanjayadi  
Prodi Farmasi  
Fakultas Kedokteran  
Universitas Katolik Indonesia  
Atma Jaya  
Jakarta  
Indonesia  
Phone : +62216693168 ext.183  
Email: sanjayadi@atmajya.ac.id

### ABSTRACT

Paraquat (1-1'-dimethyl-4-4'-bipyridinium dichloride) is a non-selective herbicide, direct contact with wide spectrum, and widely used to control weed growth. Paraquat if distributed in aquatic environments, will affect the population of phytoplankton and interfere with the productivity of the aquatic environment. This study aims to determine the toxicity of paraquat to *Chlorella sp.*, an important algae in food chain systems in aquatic environments, since the effects of herbicides on algae can affect trophic levels above them. 2.0 mililiter of paraquat concentrations of 2226.0 mg/L; 1187.2 mg/L; 593.6 mg/L; 296.8 mg/L; 148.4 mg/L; 74.2 mg/L; 37.1 mg/L and 18.6 mg/L, were added to 250.0 mL of *Chlorella sp.* culture with a density of 150 x 10<sup>4</sup> cells/mL in the sea water medium. The algae cell density in the medium is determined at intervals of 0, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66, and 72 using Neubauer Improved Haemocytometer under a microscope at 400 times magnification. The results of this study indicate that paraquat toxicity inhibition of population growth rate of *Chlorella sp.* Barriers to growth rates increase with the increasing of paraquat concentrations. At very high concentrations (> 471.11 µg/L), the increased paraquat concentration practically did not result in an increase in the rate of growth of the *Chlorella sp.* Toxicity of paraquat population on *Chlorella sp.* quantitatively expressed with an EC<sub>50</sub> of 125.8 µg/L.

---

Copyright © 2017 JFG-UNTAD

This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY-NC-SA) 4.0 International license.

### How to cite (APA 6th Style):

Sanjayadi., Noegrohati S., (2017). Toksisitas Paraquat terhadap *Chlorella sp.* dalam Media Air Laut. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)*, 3(2), 138-142. doi:10.22487/j24428744.2017.v3.i2.8756

---

## ABSTRAK

Paraquat (1-1'-dimetil-4-4'-bipiridinium diklorida) merupakan herbisida non-selektif, kontak langsung dengan spektrum lebar, dan banyak digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan gulma. Paraquat apabila terdistribusi dalam lingkungan perairan, akan mempengaruhi populasi fitoplankton serta mengganggu produktivitas lingkungan perairan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui toksisitas paraquat terhadap *Chlorella sp.*, suatu alga yang penting dalam sistem rantai makanan dalam lingkungan perairan, karena efek herbisida terhadap alga dapat mempengaruhi level trofik di atasnya. Sebanyak 2,0 mL paraquat dengan konsentrasi 2226,0 mg/L; 1187,2 mg/L; 593,6 mg/L; 296,8 mg/L; 148,4 mg/L 74,2 mg/L; 37,1 mg/L dan 18,6 mg/L, ditambahkan ke dalam 250,0 mL kultur *Chlorella sp.* dengan kepadatan  $150 \times 10^4$  sel/mL dalam media air laut. Kepadatan sel alga dalam media tersebut ditentukan pada selang waktu jam 0, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66, dan 72, menggunakan *Haemocytometer Neubauer Improved* di bawah mikroskop dengan perbesaran 400 kali. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa toksisitas paraquat berupa penghambatan laju pertumbuhan populasi *Chlorella sp.* Hambatan laju pertumbuhan meningkat dengan peningkatan konsentrasi paraquat. Pada konsentrasi yang sangat tinggi ( $> 471,11 \mu\text{g/L}$ ), peningkatan konsentrasi paraquat praktis tidak mengakibatkan peningkatan hambatan laju pertumbuhan populasi *Chlorella sp.* Toksisitas paraquat terhadap *Chlorella sp.* secara kuantitatif dinyatakan dengan harga  $EC_{50}$ , yaitu sebesar 125,8  $\mu\text{g/L}$ .

Kata Kunci : Paraquat, Toksisitas, *Chlorella sp.*,  $EC_{50}$

## PENDAHULUAN

Herbisida merupakan salah satu hasil dari revolusi kimia yang secara umum digunakan untuk mengendalikan gulma. Pada penggunaan herbisida, hanya sebagian kecil herbisida yang diaplikasikan benar-benar mencapai gulma target, dan sebagian besar sisanya terlepas ke lingkungan dan menyebabkan potensi efek yang mematikan pada spesies non target lainnya yang mempunyai peranan penting di lingkungan, misalnya alga (Pimentel 1995, Leboulanger et al. 2009; Prado et al., 2009). Alga merupakan bagian yang penting dari rantai makanan di lingkungan perairan, pengaruh herbisida pada alga dapat mempengaruhi tingkat trofik yang lebih tinggi dalam ekosistem air (Rioboo et al., 2007).

Paraquat (1-1' dimetil 4-4' bipiridinium diklorida) merupakan herbisida nonselektif, kontak langsung dengan spektrum lebar, dan banyak digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan gulma berdaun lebar (Fuerst and Vaughn, 1990). Paraquat mengganggu proses fotosintesis dengan mengambil elektron pada tahap fotosistem I (PSI) yang seharusnya digunakan untuk mereduksi NADP menjadi NADPH. Akibatnya, paraquat tersebut menjadi bentuk radikal monokation tereduksi yang dapat bereaksi dengan oksigen menghasilkan anion superoksida, yang selanjutnya menyebabkan terbentuknya hidrogen peroksida dan radikal

hidroksil (Eullaffroy dan Vernet, 2003). Radikal-radikal ini menyebabkan perubahan ultrastruktur sel, yang meliputi degradasi protein, kerusakan DNA, peroksidasi lipid, dan selanjutnya kematian sel. Pada saat yang bersamaan, terkurasnya NADPH mengganggu proses biologis (Suntres, 2002). Toksisitas paraquat secara luas dapat digunakan sebagai model kerusakan yang diakibatkan oleh oksidasi (Jamers dan De Coen, 2010). Paraquat saat ini dilarang digunakan di sebagian negara, tetapi masih digunakan di beberapa negara.

*Chlorella* merupakan mikroalga hijau yang secara umum dapat ditemukan di lingkungan air tawar dan laut. Contoh *Chlorella* yang hidup di air laut antara lain *Chlorella minutissima*, *Chlorella vulgaris*, *Chlorella pyrenoidosa* dan *Chlorella virginica* (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui toksisitas paraquat terhadap *Chlorella sp.* sebagai organisme tingkat trofik terendah dalam rantai makanan dalam lingkungan perairan.

## METODE PENELITIAN

### Alat

Timbangan digital (Scaltec), *hot plate stirrer* (IKA-Werk), autoklaf (Sakura), *Haemocytometer Neubauer Improved*, mikroskop (Kyowa – Tokyo),

aerator, sumber cahaya ( lampu TL 50 watt), pH-meter (Mettler-Toledo), dan pengatur suhu udara.

### Bahan

Paraquat diperoleh dari Zeneca. *Chlorella sp.* diperoleh dari Balai Budidaya Air Payau Kartini, Jepara. Kecuali dinyatakan lain bahan-bahan kimia yang digunakan adalah buatan Merck dengan mutu analisis: magnesium sulfat-heptahidrat, natrium nitrat, ammonium nitrat, dikalium hidrogen fosfat-trihidrat, kalsium klorida-dihidrat, natrium karbonat-dekahidrat, besi(III) sitrat, asam sitrat-monohidrat, asam borat, mangan klorida-tetrahidrat, seng klorida, tembaga sulfat pentahidrat, ammonium molibdat-tetrahidrat, asam klorida, natrium hidroksida. Akuades dan akua demineralisata buatan Laboratorium Kimia Analit, FMIPA, UGM.

### Metode

#### 1. Penyiapan Media Air Laut Buatan

##### A. Pembuatan *trace element*

Bahan bahan seperti yang tercantum pada Table 1. ditimbang dan dilarutkan dalam akuademineralisata sampai volume 1,0 L.

Tabel 1. Komposisi larutan *trace element*

No.	Senyawa	Berat (g)
1.	asam borat,	2,90
2.	mangan klorida-tetrahidrat	1,81
3.	seng klorida,	0,11
4.	tembaga sulfat pentahidrat	0,08
5.	ammonium molibdat-tetrahidrat	0,018

##### B. Pembuatan air laut buatan

Pembuatan air laut buatan, dibuat dengan komposisi yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Komposisi senyawa makro media air laut

No.	Senyawa	Berat (g)
1.	magnesium sulfat-heptahidrat	0,075
2.	natrium nitrat	0,5
3.	ammonium nitrat	0,33
4.	dikalium hidrogen fosfat-trihidrat	0,052
5.	kalsium klorida-dihidrat	0,035
6.	natrium karbonat-dekahidrat	0,054
7.	besi(III) sitrat	0,006
8.	asam sitrat-monohidrat	0,006

Bahan-bahan seperti yang tercantum pada Tabel 2. ditimbang dan dilarutkan dalam sebagian akuademineralisata. Kecuali magnesium sulfat-heptahidrat dilarutkan terlebih dahulu dengan menggunakan akuademineralisata panas dan besi(III) sitrat digerus sebelum dilarutkan dalam akuademineralisata. Ke dalam campuran tersebut ditambahkan 1,0 mL larutan *trace element* dan ditambahkan akuademineralisata sampai 1,0 mL dan pH larutan diatur pada  $7 \pm 0,3$  dengan menggunakan HCl 0,1 N dan NaOH 0,1 N. Air laut buatan yang telah siap dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan disterilkan dengan menggunakan autoklaf.

#### 2. Uji toksisitas paraquat terhadap populasi *Chlorella sp.* (OECD, 1981)

Dibuat seri pengenceran 2226,0 mg/L; 1187,2 mg/L; 593,6 mg/L; 296,8 mg/L; 148,4 mg/L 74,2 mg/L; 37,1 mg/L dan 18,6 mg/L dari stok paraquat dengan konsentrasi 371,0 mg/L. Dibuat kultur alga dengan kepadatan  $150 \times 10^4$  sel/mL. Dua ratus lima puluh koma nol mililiter alga dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 mL yang kering dan steril ditambah 2,0 mL larutan seri pengenceran. Kultur alga diinkubasi dalam keadaan steril pada suhu  $20^\circ \pm 2^\circ$  C dengan penyinaran lampu TL 3 x 40 watt dan diberi aliran udara dengan menggunakan aerator. Kultur kontrol dilakukan dengan cara mengganti larutan paraquat dengan air laut buatan. Kepadatan alga dicacah pada waktu jam ke 0, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 66, dan 72.

Pencacahan alga dilakukan dengan cara: 0,5 mL kultur alga diambil dari kultur alga yang sedang diinkubasi pada waktu jam yang telah ditentukan. Sebagian kultur alga diteteskan pada *Haemocytometer Neubauer Improved* dan dicacah di bawah mikroskop dengan perbesaran 400 kali.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji toksisitas populasi alga merupakan uji multi generasi. Uji multi generasi merupakan uji yang tidak hanya menguji organisme induk, tetapi juga organisme turunannya. Toksisitas paraquat terhadap populasi *Chlorella sp.* terlihat sebagai kemampuan menurunkan laju pertumbuhan populasi, semakin besar paraquat yang dipaparkan semakin besar penurunan laju pertumbuhan populasi *Chlorella sp.* (Tabel 3). Laju pertumbuhan populasi alga (LPA) merupakan harga kemiringan dari kurva pertumbuhan pada fase eksponensial berlangsung.

Table 3. Laju pertumbuhan populasi alga (LPA) pada setiap paparan konsentrasi paraquat

No.	Konsentrasi paparan paraquat ( $\mu\text{g/L}$ )	Pertumbuhan <i>Chlorella sp.</i> LPA $\pm$ SD	% CV
1.	kontrol	0,0505 $\pm$ 0,00230	4,56
2.	15,84	0,0475 $\pm$ 0,00193	4,07
3.	29,68	0,0398 $\pm$ 0,00096	2,42
4.	58,89	0,0318 $\pm$ 0,00091	2,86
5.	117,78	0,0225 $\pm$ 0,00032	1,43
6.	235,58	0,0193 $\pm$ 0,00005	0,30
7.	471,11	0,0143 $\pm$ 0,00051	3,58
8.	942,22	0,0168 $\pm$ 0,00044	2,59
9.	1766,67	0,0124 $\pm$ 0,00025	2,02

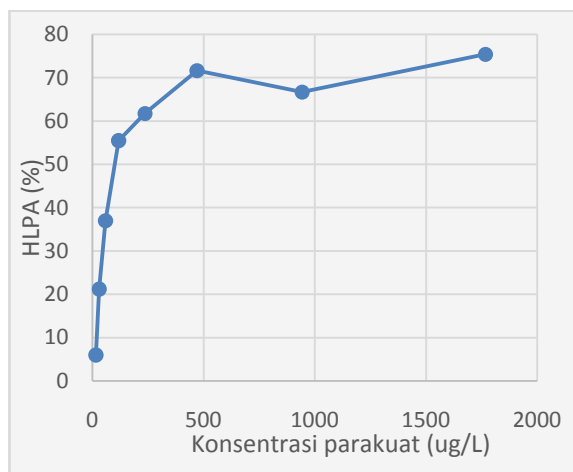
Semakin tinggi paparan konsentrasi paraquat menyebabkan semakin tingginya penghambatan laju pertumbuhan alga sampai batas tertentu sehingga kenaikan konsentrasi paraquat tidak dapat lagi meningkatkan kemampuan penghambatan LPA seperti yang terlihat pada Gambar 1. Hambatan laju pertumbuhan alga (HLPA) dihitung dengan rumus:

$$HLPA = \left(1 - \frac{R_n}{R_0}\right) \times 100\%$$

Keterangan:

$R_n$  : LPA pada kultur yang dipengaruhi masing-masing konsentrasi paraquat

$R_0$  : LPA pada kultur yang tidak dipengaruhi oleh paraquat (kontrol)



Gambar 1. Hambatan paraquat terhadap laju pertumbuhan populasi *Chlorella sp.*

Kuantitasi potensi toksisitas paraquat terhadap populasi alga dapat dinyatakan dengan harga  $EC_{50}$ .  $EC_{50}$  adalah konsentrasi paraquat yang dapat menghambat LPA sebesar 50% bila dibandingkan dengan kontrol. Harga ini ditentukan dari kurva hubungan log konsentrasi paparan paraquat terhadap HLPA pada saat kenaikan konsentrasi paraquat menaikkan kemampuan penghambatan pertumbuhan populasi alga. Penelitian yang dilakukan memberikan data seperti pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Penetapan  $EC_{50}$  paraquat terhadap LPA *Chlorella sp.*

No.	Konsentrasi paparan paraquat ( $\mu\text{g/L}$ )	LPA	HLPA (%)
1.	Control	0,0505	0,00
2.	15,84	0,0475	5,94
3.	29,68	0,0398	21,19
4.	58,89	0,0318	37,03
5.	117,78	0,0225	55,45
6.	235,58	0,0193	61,78
7.	471,11	0,0143	71,68

Regresi linier log konsentrasi paraquat vs HLPA diperoleh nilai  $a = 45,159$ ;  $b = -44,817$ ;  $r_2 = 0,9754$ . Sehingga persamaan garis linier :

$$y = 45,159x - 44,817$$

dimana, nilai  $y=50$ , maka nilai  $x=2,0997$ . Dengan demikian nilai  $EC_{50} = \text{antilog } x = 125,8 \mu\text{g/L}$

Toksisitas paraquat terhadap populasi *Chlorella sp.* berupa penghambatan laju pertumbuhan populasi dengan nilai  $EC_{50}$  125,8  $\mu\text{g/L}$ . Data ini menunjukkan bahwa paraquat sangat toksik terhadap *Chlorella sp.* yang merupakan alga hijau yang mampu melakukan fotosintesis. Dengan menurunnya kecepatan pertumbuhan alga ini, maka dikhawatirkan akan mempengaruhi biota tingkat trofik di atasnya.

Toksisitas paraquat terhadap populasi *Chlorella sp.* berupa penghambatan laju pertumbuhan populasi dengan nilai  $EC_{50}$  125,8  $\mu\text{g/L}$ . Data ini menunjukkan bahwa paraquat sangat toksik terhadap *Chlorella sp.* dan sesuai dengan yang dilaporkan oleh Le Boulanger *et al* (2009) yang menyatakan bahwa paraquat toksik terhadap fitoplankton. *Chlorella sp.* merupakan alga hijau yang mampu melakukan fotosintesis dan merupakan produsen dalam suatu ekosistem (Carr & Neary, 2008). Oleh karena itu dengan menurunnya kecepatan pertumbuhan alga, maka dikhawatirkan akan mempengaruhi biota tingkat trofik di atasnya

dan mengganggu kualitas ekosistem. Selain itu kemungkinan alga jenis lain juga terpengaruh oleh paraquat. Oleh karena itu maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh paraquat terhadap alga lain yang menghasilkan energy mereka bukan dari fotosintesis

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa Paraquat mampu menghambat laju pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. dengan nilai EC<sub>50</sub> sebesar 125,8 µg/L

## DAFTAR PUSTAKA

- Carr, G.M., Neary, J.P. (2008). *Water Quality for Ecosystem and Human Health*, 2nd Ed. Ontario: United Nation Environment Programme Publishing.
- Eullaffroy P, Vernet G. (2003). The F684/F735 chlorophyll fluorescence ratio: a potential tool for rapid detection and determination of herbicide phytotoxicity in algae. *Water Res*, 37, 1983–1990.
- Fuerst EP, Vaughn KC. (1990). Mechanisms of paraquat resistance. *Weed Technol*, 4, 150–156.
- Isnansetyo, A., & Kurniastuty. (1995). *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Jamers, A., De Coen, W. (2010). Effect assessment of the herbicide paraquat on a green alga using differential gene expression and biochemical biomarkers. *Environ Toxicol Chem*, 29, 893–901.
- Pimentel, D. (1995). Amounts of pesticides reaching target pests: environmental impacts and ethics. *J Agric Environ Ethics*, 8, 17–29.
- OECD (1981). *Test No. 201: Alga Growth Inhibition Test, OECD Guidelines for Testing of Chemicals*, Section 2: Effect of Biology System. Paris: OECD Publishing.
- Prado, R., Rioboo, C., Herrero, C., Cid, A. (2009). The herbicide paraquat induces alterations in the elemental and biochemical composition of non-target microalgal species. *Chemosphere*, 76, 1440–1444.
- Leboulanger, C., Bouvy, M., Pagano, M., Dufour, R., Got, P., Cecchi, P. (2009) Responses of planktonic microorganisms from tropical reservoirs to paraquat and deltamethrin exposure. *Arch Environ Contam Toxicol*, 56, 39–51.
- Rioboo, C., Prado, R., Herrero, C., Cid, A. (2007). Population growth study of the rotifer *Brachionus* sp. fed with triazine-exposed microalgae. *Aquat Toxicol*, 83, 247–253.
- Suntres, Z.E. (2002). Role of antioxidants in paraquat toxicity. *Toxicology*, 180, 65–77.