

# PENGARUH INTENSITAS CAHAYA TERHADAP FOTOLISIS KARBOFURAN DALAM AIR

Enny Kriswiyanti A.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UNS

Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126

Telp./ Fax. ( 0271) 632112

Email : [enique@eudoramail.com](mailto:enique@eudoramail.com)

**Abstract** : Many processes, such as adsorption, volatilization, absorption, biodegradation, hydrolysis and photolysis, will occur simultaneously as soon as pesticide goes into the environment. These processes characterize the remaining pesticide in the environment and the transfer phenomenon. The photolysis and hydrolysis of carbamate can take place simultaneously because of the existing UV light and water. The variabel studied in the experiment was the wattage of UV light. The experiment were conducted using a batch reactor equipped with magnetic stirrer and it was put in a room which the temperature was kept around 25°C. The UV light was only light that was available in the room. Both photolysis and hydrolysis were pseudo first order with respect to carbofuran concentration. Increasing the wattage of UV light caused the rate constant of photolysis increases. The rate constant of carbofuran photolysis is related to the wattage of UV light by :  $k_f = 3,14 \cdot 10^{-3} + 0,001967 \cdot P$

This equation is valid for the wattage range between 7 and 20 watt and pH = 7,1. In addition, it is only valid for radiation path of 10 cm from surface area of liquid 103, 87 cm<sup>2</sup> and temperature of 25 °C

**Key words** : photolysis, carbofuran

## PENDAHULUAN

Hama merupakan salah satu kendala dalam peningkatan hasil pertanian. Untuk itu dilakukan pemberantasan hama. Penggunaan pestisida sebagai pemberantas hama umum dilakukan. Pestisida sebagai bahan kimia yang bersifat racun, bila penggunaannya tidak sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan, akan mengakibatkan kerusakan lingkungan.

Di alam pestisida akan mengalami banyak proses yang terbagi dalam tiga tipe utama yaitu adsorpsi, degradasi dan perpindahan dari satu tempat ke tempat lain.. Pada proses degradasi bisa disebabkan karena mikrobia, reaksi kimia dan / atau cahaya.

Fotolisis merupakan proses degradasi pestisida yang disebabkan oleh cahaya. Kecepatan fotolisis dan hasilnya bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan dimana pestisida itu berada.

Fotolisis pestisida dalam air terjadi dalam dua proses yaitu secara langsung (*direct photolysis*) dan secara

tidak langsung (*indirect photolysis*). *Direct photolysis* terjadi jika pestisida menyerap sinar dan kemudian berubah menjadi senyawa lain. *Indirect photolysis* terjadi bila senyawa selain pestisida yang terdapat dalam air menyerap sinar dan kemudian bereaksi dengan pestisida. Meskipun hasil-hasil dari kedua tipe fotolisis ini seringkali sama, kinetika untuk keduanya umumnya berbeda dan hanya *direct photolysis* yang dapat dimodelkan pada air lingkungan [5].

Penyerapan sinar oleh senyawa organik berada pada kisaran panjang gelombang antara 290 sampai 600 nm. Tidak semua sinar yang terserap menyebabkan reaksi fotokimia. Ada yang berubah menjadi panas, ada yang dipancarkan kembali baik sebagai sinar yang sama atau berbeda frekuensinya [5].

Fotokimia terdiri dari dua proses yaitu proses utama dimana terjadi penyerapan sinar dan diikuti pemecahan molekul, selanjutnya proses sekunder dimana terjadi pembentukan radikal-radikal atom. Molekul-molekul yang

terkena sinar biasanya akan berada pada bentuk elektron tereksitasi. Molekul-molekul tereksitasi ini akan kembali menjadi bentuk normal jika memancarkan kembali energi yang diterimanya sebagai panas atau mentransferkannya ke molekul lain yang menyebabkan disosiasi [4].

*Direct photolysis* dan *photooxidation* (dengan *hydroxyl radicals*) berperan dalam degradasi karbofuran dalam air alam. Waktu paruh degradasi karbofuran di sungai, danau dan air laut Greece yang terkena radiasi sinar matahari adalah 2, 6 dan 12 jam. Penelitian EPA menyebutkan bahwa pada pH 7, suhu 25°C dan radiasi sinar 300-400 nm dengan kekuatan sekitar 150 W/cm<sup>2</sup> diperoleh waktu paruh 150 jam [3].

Young Ku, dkk.(1998) telah mempelajari fotolisis diazinon (termasuk pestisida jenis organofosfor) dalam air. Penelitian dilakukan dengan menggunakan *capped batch annular photoreactor* dengan volume efektif 2,5 L pada suhu 25 C. Lampu UV yang digunakan jenis UVP XX-155 panjang gelombang 254 nm dengan daya maksimum 15 watt dan diletakkan dalam reaktor. Kecepatan pengadukan 300 rpm. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa konstanta kecepatan reaksi fotolisis diazinon akan naik secara linear dengan kenaikan intensitas cahaya [6].

Pada dasarnya faktor-faktor yang mempengaruhi fotolisis pestisida meliputi intensitas cahaya, sifat/kondisi tempat, metode penggunaan dan sifat-sifat pestisidanya sendiri.

Penelitian ini akan mempelajari pengaruh intensitas cahaya terhadap konstanta kecepatan reaksi fotolisis karbofuran dalam air. Tetapan tetapan yang diperoleh diharapkan dapat membantu yang berwenang dalam menentukan kebijakan penggunaan pestisida.

## DASAR TEORI

Pestisida dalam air bila dikenai cahaya akan mengalami reaksi hidrolisis dan reaksi fotolisis. Kedua reaksi akan berjalan secara simultan.

## Reaksi Hidrolisis

Reaksi antara karbofuran (B) dengan air(D) sebagai berikut :



Bila reaksi di atas dilihat sebagai reaksi elementer, maka persamaan kecepatan reaksinya dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$-r_B = k_C C_B C_D \quad (1)$$

Karena konsentrasi air (D) sangat besar, maka reaksi hidrolisis dianggap sebagai reaksi order satu semu terhadap konsentrasi karbofuran.

$$-r_B = k_h C_B \quad (2)$$

dengan  $k_h = k_C C_D$

## Reaksi Fotolisis

Penyinaran mengubah senyawa pestisida :



Persamaan kecepatan reaksinya dapat dinyatakan :

$$-r_B = k_f C_B \quad (3)$$

Secara keseluruhan reaksi hidrolisis dan fotolisis karbofuran dalam air dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$-r_B = (k_f + k_h) C_B \quad (4)$$

$$- \frac{dC_B}{dt} = (k_f + k_h) C_B \quad (5)$$

Hasil integrasi persamaan di atas dengan kondisi batas  $t=0, C_B = C_{B0}$  diperoleh persamaan berikut :

$$\ln \frac{C_B}{C_{B0}} = -k_{ov} t \quad (1)$$

dengan  $k_{ov} = k_f + k_h$

Evaluasi nilai-nilai parameter dalam persamaan kinetika dilakukan dengan regresi linier satu variabel.

Konstanta kecepatan reaksi fotolisis diperoleh dengan mengurangi konstanta kecepatan reaksi keseluruhan (overall) dengan konstanta kecepatan reaksi hidrolisis.

## METODOLOGI

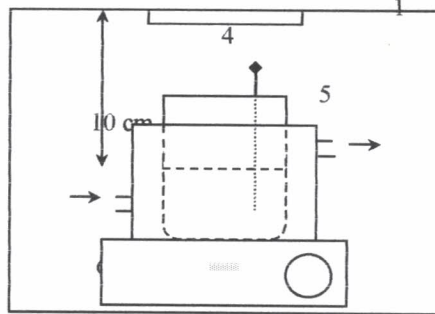
### Bahan

Bahan yang digunakan adalah karbofuran buatan PT Petrosida, Gresik

dengan kemurnian 97,39 %. Medium pelarut yang dipakai adalah *aquabidest*.

**Alat**

Alat yang dipakai sebagai reaktor adalah gelas beker volume 1L yang ditempatkan di dalam ruang yang gelap dan tertutup dan hanya diterangi oleh lampu UV yang berjarak 10 cm dari permukaan cairan. Reaktor dilengkapi dengan pengaduk magnetik dan *water bath* untuk menjaga suhu larutan agar tidak berubah.



**Keterangan**

1. Kotak tertutup
2. Gelas beker 1L, larutan 500 mL
3. Pengaduk magnetik
4. Lampu neon UV
5. Termometer
6. *Waterbath*

**Gambar 1. Rangkaian alat percobaan**

**JALAN PENELITIAN**

Karbofuran dilarutkan dalam 500 ml air dengan konsentrasi tertentu (dibawah kelarutannya dalam air) lalu dimasukkan ke dalam reaktor.

Gelas beker yang berisi 500 ml larutan karbofuran ditempatkan dalam kotak tertutup seperti dalam gambar 1. Untuk reaksi hidrolisis, lampu tidak dinyalakan. Pengaduk dihidupkan sedang air pada *water bath* mulai disirkulasikan untuk menjaga suhu larutan dalam gelas beker tidak berubah. Selama penelitian, gelas beker ditutup dengan plastik tipis untuk mengurangi penguapan.

Untuk waktu tertentu diambil cuplikan larutan dalam gelas beker

sebanyak 10 ml dan sebelum dianalisis kadar karbofurannya dengan HPLC terlebih dulu dipreparasi dengan jalan mengekstraksi cuplikan itu dengan 10 mL petroleum eter dan 5 mL dietil eter dalam corong pemisah. Lapisan air (bagian bawah) dibuang, sedangkan lapisan bagian atas dihilangkan sisa airnya dengan ditambahkan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Kemudian hasil diuapkan pada suhu kurang lebih 57 °C selama 10 menit lalu didinginkan pada suhu kamar. Residu kemudian diberi 5 mL metanol dan siap untuk dianalisis dengan HPLC.

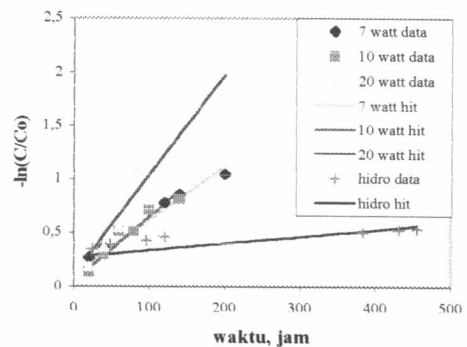
Percobaan dilakukan dengan cara yang sama untuk reaksi fotolisis seperti pada reaksi hidrolisis tetapi lampu UV dinyalakan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini dilaksanakan untuk mempelajari pengaruh intensitas cahaya (dalam hal ini variasi daya lampu yang digunakan) terhadap nilai konstanta kecepatan reaksi fotolisis.

Daya lampu yang digunakan pada penelitian ini adalah 7, 10 dan 20 watt pada pH 7,1 suhu 25°C , luas permukaan larutan 103,87 cm<sup>2</sup>, konsentrasi awal larutan 4 ppm dengan jarak lampu dari permukaan larutan sekitar 10 cm.

Hasil percobaan dan perhitungan untuk pengaruh intensitas cahaya pada reaksi fotolisis karbofuran dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2. Hubungan antara  $-\ln(C/C_0)$  dengan waktu**

Gambar 2 menunjukkan bahwa dengan adanya penyinaran, tangean arah garisnya akan lebih curam dibandingkan dengan tanpa penyinaran (reaksi hidrolisis saja). Hal ini menunjukkan bahwa selain reaksi hidrolisis, ada pestisida yang bereaksi karena adanya penyinaran.

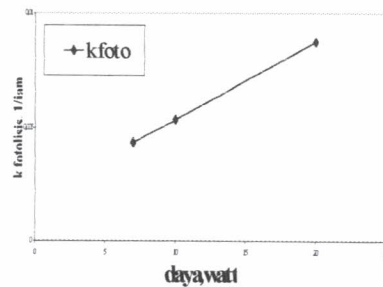
Selain itu dapat dilihat pula bahwa dengan kenaikan intensitas cahaya (daya lampu yang digunakan semakin besar) maka penurunan konsentrasi karbofuran semakin tajam. Hal ini disebabkan karena dengan intensitas cahaya yang lebih besar maka kemungkinan molekul yang tereksitasi semakin banyak sehingga kemungkinan terjadi reaksi juga semakin besar. Nilai konstanta kecepatan reaksi keseluruhan (overall) maupun konstanta kecepatan reaksi fotolisis semakin besar sedangkan waktu paruh semakin singkat seiring kenaikan intensitas cahaya. Hasil perhitungan konstanta kecepatan reaksi keseluruhan dan konstanta hidrolisis maupun fotolisis dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Konstanta kecepatan reaksi pada berbagai intensitas cahaya (daya lampu)**

Daya watt	$k_{ov}$ jam <sup>-1</sup>	$k_h$ jam <sup>-1</sup>	$k_f$ jam <sup>-1</sup>	$t_{1/2}$ ,jam
7	0.005	0.00064	0.00436	138
10	0.006	0.00064	0.00536	115
20	0,0094	0.00064	0.00878	73

Untuk melihat pengaruh intensitas cahaya terhadap konstanta kecepatan reaksi fotolisis dapat dilihat pada gambar 3.

Dari gambar 3 terlihat bahwa konstanta kecepatan reaksi fotolisis karbofuran naik secara linier dengan kenaikan daya lampu. Hasil yang sama dilaporkan oleh Merten dan Sonntag yang mempelajari fotolisis Tetrachloroethane dalam air serta Young Ku dkk yang mempelajari fotolisis diazinon [6]



**Gambar 3. Hubungan antara kontanta kecepatan reaksi fotolisis dengan daya lampu**

Dengan menggunakan data dari tabel 1 dan dilakukan regresi linier maka dapat diperoleh persamaan yang menunjukkan hubungan antara daya lampu dengan konstanta kecepatan reaksi fotolisis sebagai berikut :

$$k_f = 3,14 \cdot 10^{-3} + 0,001967.$$

Persamaan di atas berlaku untuk kisaran daya 7 sampai 20 watt, pH larutan 7,1 , jarak lampu ke permukaan larutan 10 cm dan luas permukaan larutan 103,87 cm<sup>2</sup>.

## KESIMPULAN

Dari percobaan dan hasil perhitungan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai konstanta kecepatan reaksi fotolisis ( $k_f$ ) akan semakin naik dengan naiknya intensitas cahaya
2. Hubungan antara daya lampu dan konstanta kecepatan reaksi fotolisis dapat dinyatakan dengan persamaan  $k_f = 3,14 \cdot 10^{-3} + 0,001967$ . P, dan berlaku untuk kisaran daya 7 sampai 20 watt pH 7,1 , suhu 25 °C , jarak lampu ke permukaan larutan 10 cm dan luas permukaan larutan 103,87 cm<sup>2</sup>.

## SARAN

Penelitian ini bisa dilanjutkan dengan mempertimbangkan pengaruh adanya senyawa-senyawa lain dalam air terhadap reaksi fotolisis.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. I Made Bendiyasa, MSc. Ph.D, Bapak Ir. Suryo Purwono, MA. Sc. Ph.D., Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Warnijati, Bapak Ir. PC. Sumardi, SU yang telah banyak memberikan masukan- masukan yang sangat berarti dalam penelitian ini.

### DAFTAR NOTASI

B	Karbofuran
D	Air
E	Senyawa Hasil reaksi
C, C <sub>0</sub>	konsentrasi karbofuran setiap saat, konsentrasi karbofuran mula-mula [ppm]
t	waktu [jam]
k <sub>ov</sub>	konstanta kecepatan reaksi overall [jam <sup>-1</sup> ]
k <sub>h</sub>	konstanta kecepatan reaksi hidrolisis [jam <sup>-1</sup> ]
k <sub>f</sub>	konstanta kecepatan reaksi fotolisis [jam <sup>-1</sup> ]
P	daya lampu [watt]

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chau, A.S. (1981) "Analysis of Pesticides in Water". CRC Press Inc., Florida. Vol.3.
- [2] Cheng, H.H. (1990) "Pesticide in The Soil Environment". Soil Science Society of America Inc., New York. p. 465
- [3] Health and Welfare Canada (1991) "Guidelines for Canadian Drinking Water Quality", Ottawa, Ontario.
- [4] Panchenkov, G.M. dan Lebedev, V.P. (1976) *Chemical Kinetics Catalysis* edisi 1 hal 319-341, Mir Publisher, Moscow
- [5] Schwarzenbach, R.P., Gschwend, P.M., dan Imboden, D.M. (1993) "Environmental Organic Chemistry". John Wiley & Sons, Inc., New York.
- [6] Young Ku, Chang, J., dan Cheng, S. (1998) "Effect of solution pH on The Hydrolysis and Photolysis of Diazinon in Aqueous Solution". *Water, Air and Soil Pollution*, 445-456