

JRL	Vol.5	No.3	Hal. 219 - 224	Jakarta, November 2009	ISSN : 0216.7735, No169/Akred-LIPI/P2MBI/07/2009
-----	-------	------	----------------	---------------------------	---

## PENCEMARAN PESTISIDA DALAM BUDIDAYA PERTANIAN DAN UPAYA PENGENDALIANNYA

**Daru Mulyono**

Deputi Bidang Teknologi Agroindustri dan Bioteknologi, BPPT  
Jl. M.H. Thamrin 8, Gedung II, Lantai 17, Jakarta 10340

### *Abstract*

*The using of pesticides for agricultural pest control usually directed to plants, whereas almost of them are fall into soil. In the soil, the pesticides are very dynamics in concentration, because of several processes occur, such as chemical, and microbial processes. There are a tend that the pesticide have bad impact within the soil for crops production, especially the pesticides which have persistent active ingredient. For this reason, therefore are needed some particular soil management in order to reduce or overcome the bad impact of pesticides in the soil. The some particular soil management are: soil tillage, using of organic matter, limming, irrigation, and application of microbial technique.*

*Keywords pesticide, pollution*

### 1. Pendahuluan

Dalam upaya membangun sektor pertanian dewasa ini, penggunaan pestisida untuk memberantas hama tanaman sudah merupakan suatu kebutuhan. Penggunaan pestisida untuk pembangunan sektor pertanian khususnya untuk menunjang intensifikasi pertanian dalam upaya swasembada pangan terus digalakkan terutama mulai pada awal 1970. Pestisida yang digunakan meliputi berbagai jenis dan formulasi bahan aktifnya yang sebagian besar termasuk golongan organofosfat, golongan organoklor, dan golongan karbamat (Wudianto, R. 2001).

Penggunaan pestisida untuk memberantas hama tanaman pada umumnya diarahkan pada tanaman, tetapi sebagian besar jatuh ke dalam tanah. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ardiwinata (2008) kurang lebih 60 % pestisida yang dipergunakan untuk membasmi hama tanaman ini akan jatuh ke tanah. Lebih lanjut, pestisida dapat mencapai tanah melalui berbagai cara, yaitu penyemprotan dari udara, langsung diberikan pada tanah, dan terikut melalui air hujan atau debu (Soepardi, 1979; Tarumingkeng, 1977). Beberapa kelompok mikroorganisme tanah

akan terpengaruh kehidupannya dan bahkan pada tingkat konsentrasi yang cukup tinggi akan mengakibatkan matinya mikroorganismenya tersebut (Soepardi, 1979). Bahkan ada sebagian dari pestisida tersebut akan terbawa oleh aliran air dan akhirnya masuk ke sungai sehingga berpotensi membahayakan hewan ternak (Ardiwinata, AN., 2008).

Apabila hal tersebut terus dibiarkan berlangsung, akibatnya akan terjadi penurunan daya dukung atau bahkan daya dukungnya dapat merosot sampai di bawah marginal atau bahkan kehilangan daya dukung sama sekali. Pada tingkat yang demikian ini daya dukung lingkungan dikatakan telah mencapai nilai kritik. Sekali sumberdaya alam itu rusak sangatlah sulit untuk dapat diperbaiki. Walaupun kerusakan itu masih dapat diperbaiki akan memerlukan korban yang sangat besar.

Pestisida yang ada di dalam tanah selalu mengalami keadaan yang dinamis. Setiap waktu mengalami penambahan dan pengurangan. Penambahan pestisida di dalam tanah terjadi karena sebagian besar pestisida yang digunakan akan masuk ke dalam tanah. Pengurangan terjadi karena adanya peruraian secara kimiawi

(*chemical degradation*) dan peruraian secara mikrobiologi (*microbial degradation*) yang dilakukan oleh mikroorganisme tanah (Walker dan Stojanovic, 1983). Peruraian secara kimiawi terutama terjadi karena adanya reaksi hidrolisa dan isomerisasi (O'Brien, 1967).

Selama berada di dalam tanah, pestisida ini mempunyai perangai yang beragam, yaitu menguap bersama dengan penguapan air (*condistilation*) dan hilang ke atmosfer tanpa mengalami perubahan kimia, diserap oleh partikel tanah, bergerak ke bawah mengalami pencucuan (*leaching*), bereaksi secara kimia di dalam atau pada permukaan partikel tanah, dan diambil oleh hewan atau tumbuh tumbuhan. Semuanya tidak menyebabkan terjadinya peruraian, sehingga tidak mengurangi jumlah pestisida di dalam lingkungan secara keseluruhan (Soepardi, 1979). Selanjutnya karena adanya proses biologi maupun pengaruh faktor lain seperti pengaruh sinar matahari terutama sinar ultra ungu/violet akan menyebabkan terjadinya peruraian yang akan dapat mengurangi jumlah/total pestisida. Dalam jumlah yang relatif sedikit, pestisida yang ada di dalam tanaman dapat hilang sama sekali karena proses pertumbuhan tanaman itu sendiri (Tarumingkeng, 1977).

Berkaitan dengan adanya proses penguapan (volatilisasi) pestisida ini, Guenzi dan Beard (1970) mengadakan percobaan terhadap insektisida DDT dan Lindane, menunjukkan bahwa nilai volatilisasi insektisida tersebut pada tanah dengan kadar air dibawah titik layu permanen, tergantung pada temperatur tanah, sifat jerapan tanah, dan konsentrasi pestisida. Pada tanah yang bertekstur halus, seperti tanah lempung, proses volatilisasi akan berjalan lebih lambat dibanding dengan tanah-tanah yang bertekstur lebih kasar.

Dalam hubungannya dengan jerapan pestisida oleh partikel tanah, Kermit (1978) mengistilahkan adanya Ratio Jerapan Pestisida (*Pesticides Adsorption Ratio*). Ratio Jerapan Pestisida menunjukkan perbandingan banyaknya pestisida yang dijerap oleh partikel tanah dengan pestisida yang digunakan. Kecenderungan pestisida dijerap oleh partikel tanah sebagian besar ditentukan oleh ciri dan sifat kimia pestisida itu sendiri disamping ditentukan pula oleh ciri dan sifat tanah sebagai media pestisida, seperti tipe lempung dan derajat kejenuhan kation lempung (Yaron, 1978). Adanya kelompok fungsional tertentu, seperti: -OH; -NH<sub>2</sub>; -NHR; -CONH<sub>2</sub>; -COOR, dan R<sub>3</sub>N dalam struktur molekulnya merangsang terjadinya jerapan. Ciri tanah yang

erat sekali hubungannya dengan jerapan adalah kadar bahan organiknya. Jerapan pestisida ini akan semakin besar dengan semakin tingginya kadar bahan organik di dalam tanah. Jerapan ini disebabkan oleh adanya gaya Coulomb dan gaya Van der Waals (Allison, 1973, Soepardi, 1979).

Seperti halnya reaksi-reaksi kima lainnya, penghilangan residu pestisida mengikuti hukum kinetika pertama, yaitu bahwa derajat kecepatan penghilangnya pestisida berhubungan langsung dengan banyaknya pestisida yang diberikan (deposit). Dalam alam, reaksi ini berlangsung dalam dua tahap proses, yaitu proses disipasi atau proses penghilangnya residu yang terjadi sangat cepat dan proses persistensi atau proses penghilangnya residu Kecepatan penghilangnya residu pestisida seringkali dinyatakan dengan nilai Umur Separuh (*half life*). Umur Separuh ini didefinisikan sebagai periode sejak mulai terjadinya deposit pestisida di dalam tanah sampai dengan setengah dari deposit tersebut tersisa sebagai residu. Dalam istilah teknis dituliskan dengan simbol RL 50 (Residual Life 50) (Tarumingkeng, 1977).

## 2. Dampak Pemanfaatan Pestisida

Secara garis besar ada tiga faktor yang menentukan kehadiran masalah pestisida ini, yaitu:

- 1) Penggunaan pestisida secara berkesinambungan. Penggunaan yang demikian ini akan mengakibatkan beberapa spesies hama secara berangsur akan menjadi semakin toleran terhadap pestisida. Menurut Dasmann (1973), kecepatan timbulnya kekebalan/toleransi ini tergantung pada jumlah penggunaan pestisida dan lamanya waktu antara dua generasi serangga/hama. Keadaan demikian ini akan menyebabkan penggunaan pestisida yang semakin meningkat.
- 2) Beberapa pestisida yang digunakan tidak segera dirombak secara mikrobiologis ataupun diurai secara kimiawi dan cenderung tetap berada dalam lingkungan untuk waktu yang lama. Ditinjau dari segi pemberantasan hama, hal ini memang memberi keuntungan, tetapi ditinjau dari segi kesuburan tanah hal ini kurang menguntungkan.
- 3) Pestisida yang dipergunakan sebagian besar akan masuk ke dalam tanah (Soepardi, 1979; Tarumingkeng, 1977).

Ketiga faktor tersebut mengantar pada

pokok permasalahannya yaitu pengaruh merusak pestisida terhadap mikroorganisme tanah yang bukan merupakan sasarannya. Seperti diketahui bahwa kesuburan tanah bukan hanya merupakan perpaduan dari aspek kimia tanah, fisika tanah, ataupun morfologi tanah, tetapi terkandung pula aspek mikrobiologi tanah. Dengan terpengaruhnya kehidupan mikroorganisme tanah oleh pestisida, akan mengakibatkan penurunan produktivitas sumberdaya tanah itu sendiri.

Adanya kecenderungan pestisida yang berpengaruh buruk terhadap sumberdaya tanah, maka diperlukan beberapa penanganan khusus. Penanganan ini terutama ditujukan untuk menekan tingkat pestisida yang ada di dalam tanah. Turunnya tingkat pestisida di dalam tanah diharapkan pengaruhnya kurang berarti terhadap kehidupan mikroorganisme tanah. Secara garis besar penanganan dapat digolongkan menjadi dua bagian:

- 1) Memilih dan membatasi penggunaan pestisida, dengan tanpa mengurangi arti dalam pemberantasan hama. Pemilihan terhadap pestisida terutama ditujukan pada jenis pestisida yang cepat terurai (non-persisten). Pembatasan penggunaan pestisida dilakukan dengan penerapan sistem pengendalian hama terpadu (*integrated pest control*). Sistem ini merupakan perpaduan harmonis antara cara pemberantasan biologi, cara bercocok tanam, dan penggunaan pestisida. Aspek ini lebih condong pada bidang hama dan penyakit tanaman.
- 2) Penggunaan biopestisida yang menggantikan pestisida kimia sintetik yang banyak mencemari lingkungan. Biopestisida ini menggunakan parasit, hiperparasit, dan predator dari hama yang menjadi sasaran. Beberapa keuntungan penggunaan biopestisida ini adalah:
  - (a) dapat berkembang biak secara cepat dalam jasad inangnya (hospes),
  - (b) dapat bertahan hidup di luar hospes,
  - (c) sangat mudah tersebar di alam.

Ada beberapa mikroorganisme yang telah dikembangkan dan cukup efektif seperti:

- (a) Virus penyebab penyakit hama, seperti NPV (*nuclear polyhidrosis virus*), CPV (*cytoplasmic polyhidrosis virus*), dan GV (*granulosis virus*) untuk mengendalikan Lepidoptera. Baculovirus untuk mengendalikan Lepidoptera, Hymenoptera, dan diptera.
- (b) Bakteri yang dapat mematikan serangga

hama, yang terkenal adalah *Bacillus thuringiensis* (Bt). Bakteri ini dapat digunakan untuk mengendalikan Lepidoptera, Hymenoptera, diptera, dan coleoptera. Bakteri ini dapat menghasilkan kristal protein toksin yang dapat mematikan serangga hama. Selain itu ada bakteri lain seperti *Pseudomonas aeruginosa* dan *Proteus vulgaris* untuk mengendalikan belalang, *Pseudomonas septica* dan *Bacillus larvae* untuk hama kumbang, *Bacillus sphaericus* untuk mengendalikan nyamuk, dan *B. Moritai* untuk mengendalikan lalat.

- (c) Jamur yang termasuk entomophagus dapat digunakan untuk mengendalikan hama. Sebagai contoh *Metarhizium anisopliae* dapat digunakan untuk mengendalikan kumbang Rhinoceros dan belalang cokelat. *Beauveria bassiana* untuk mengendalikan kumbang kentang, *Nomurea rilevi* untuk mengendalikan lepidoptera, *Paecylomyces lilacinus* dan *Gliocladium roseum* dapat digunakan untuk mengendalikan nematoda. (Sumiarsih, 2003).
- 3) Mengelola tanah sedemikian rupa sehingga pestisida itu mencapai tingkat dibawah nilai kritik. Daya biosida dari pestisida itu menjadi kurang mempan berpengaruh terhadap kehidupan mikroorganisme tanah.

### 3. Upaya Penanganan Pencemaran

Seperti diketahui bahwa pestisida di dalam tanah dapat terurai karena adanya kegiatan mikroorganisme tanah, disamping karena adanya proses peruraian secara kimiawi. Dengan berpedoman atas kaidah ini maka berarti bahwa setiap usaha yang mempengaruhi kegiatan mikroorganisme tanah akan mempengaruhi pula terhadap perombakan pestisida yang ada di dalam tanah. Dengan menciptakan lingkungan yang lebih baik bagi kehidupan mikroorganisme tanah sangat diharapkan akan lebih memperlancar terjadinya peruraian pestisida yang ada di dalam tanah, dengan cara pengelolaan tanah sebagai berikut:

#### 1) Pengolahan Tanah

Adanya pengolahan tanah akan menyebabkan terjadinya perbaikan aerasi tanah karena pengelolaan tanah dapat merangsang terjadinya pembentukan agregat tanah (Soepardi, 1979). Tanah yang beraerasi baik akan dapat meningkatkan kegiatan mikroorganisme tanah, termasuk kegiatan

memetabolisasi pestisida. Lebih lanjut dikatakan oleh Waksman (1973) bahwa adanya pengolahan tanah akan mengakibatkan terjadinya pengawetan kadar air tanah yang sangat menguntungkan bagi bagi perkembangan mikroorganisme tanah. Penelitian yang dilakukan oleh Barlow dan Hadaway (dalam Guenzi dan Beard, 1970) pada tanah yang diperlakukan dengan insektisida Lindane, Dieldrin, dan DDT menunjukkan bahwa dengan semakin besarnya kadar air tanah akan meningkatkan perpindahan insektisida dari tanah ke udara melalui proses penguapan.

## 2) Penggunaan Bahan Organik

Penanaman tanaman pupuk hijau yang digunakan untuk menambah bahan organik tanah dalam jumlah yang cukup banyak bertujuan untuk memperbaiki kondisi mikrobiologi tanah. Diutamakannya pemberian pupuk hijau dikandung maksud karena pupuk hijau ini lebih mudah tersedia sebagai bahan makanan bagi mikroorganisme tanah. Pemberian pupuk hijau ini biasanya dilakukan pada saat tingkat sukulensi bahan organik mencapai maksimum. Sukulensi membantu mempercepat perombakan karena pada saat itu kadar lignin dan senyawa lain yang tahan serangga mikroorganisme masih rendah. Terjadinya proses perombakan yang cepat ini akan diikuti pula dengan meningkatnya populasi maupun keragaman mikroorganisme tanah. Dikatakan bahwa tingkat bahan organik tanah merupakan faktor penting untuk terjadinya perombakan pestisida secara mikrobiologis (Alexander, 1981). Lebih lanjut penelitian Malathion menunjukkan bahwa terjadinya proses perombakan secara mikrobiologis terhadap insektisida, akan semakin bertambah besar dengan semakin meningkatnya kadar bahan organik tanah (Walker dan Stojanovic, 1983).

## 3) Pengapuran

Pengapuran ini terutama dilakukan pada tanah-tanah yang bereaksi asam, yang bertujuan tidak hanya untuk lebih meningkatkan ketersediaan unsur hara saja, tetapi juga untuk meningkatkan kegiatan mikroorganisme tanah. Kebanyakan mikroorganisme tanah cenderung dapat hidup lebih baik pada kisaran keasaman tertentu yang mendekati netral (Alexander, 1961). Rupanya adanya reaksi tanah yang semakin asam akan menghambat terjadinya proses perombakan pestisida karena terhambatnya kegiatan mikroorganisme. Penelitian yang dilakukan oleh Walker dan Stojanovic (1983)

terhadap insektisida Malathion menunjukkan bahwa besarnya perombakan insektisida Malathion tersebut secara langsung tergantung pada pH tanah. Semakin tanah bereaksi asam, semakin kecil terjadinya perombakan pestisida tersebut. Dibawah kondisi tanah yang sangat alkalis (pH > 9) setelah selang waktu inkubasi 24 jam di dalam tanah, insektisida Malathion tersebut sudah tidak terdeteksi lagi. Demikian pula penelitian yang dilakukan oleh Munnecke dan Hsieh (1975) terhadap insektisida Parathion cenderung lebih mudah dirombak (dimetabolisasi) oleh mikroorganisme. Lebih lanjut penelitian yang dilakukan oleh Paschal dan Neville (1976) terhadap insektisida Malaoxon, menunjukkan bahwa pada reaksi tanah yang semakin asam akan menyebabkan terjadinya penundaan umur separuh (*half life*).

## 4) Pengairan

Salah satu tujuan pengairan adalah untuk menyingkirkan senyawa-senyawa yang bersifat racun (Gandakoesoemah, 1975), termasuk pestisida. Dengan pengairan akan terjadi proses pencucian (*leaching*) dan dapat menghanyutkan pestisida yang larut ke dalam air. Dengan pengairan akan dapat meningkatkan kadar air tanah, dimana kadar air tanah yang relatif besar, sangat menguntungkan bagi kehidupan mikroorganisme tanah. Penelitian yang dilakukan oleh Bowman dan kawan-kawan (dalam Guenzi dan Beard, 1970) menunjukkan bahwa adanya air akan dapat menyingkirkan sebagian besar insektisida di dalam tanah, dan adanya air akan dapat menyebabkan terjadinya deaktivasi insektisida.

## 5) Penerapan Teknik Mikrobiologi

Penerapan teknik mikrobiologi ini dilakukan dengan menggunakan beberapa spesies mikroorganisme tanah tertentu yang berkemampuan tinggi untuk dapat mengurai pestisida. Tidak semua jenis mikroorganisme tanah terpengaruh kehidupannya karena pemberian pestisida. Bahkan beberapa mikroorganisme tertentu justru dapat mempergunakan pestisida sebagai pembangun tubuh atau sebagai sumber enersinya (Elliot dan Donawa, 1976). Penelitian terhadap 18 spesies bakteri tanah menunjukkan bahwa lima diantaranya mampu untuk merombak mathion dari 47 % menjadi 95 %. Ternyata diketahui bahwa jenis *Arthrobacter sp* mempunyai kemampuan paling besar dalam merombak insektisida malathion tersebut (Walker dan

Stojanovic, 1983). Lebih lanjut telah diketahui pula bahwa jenis *Achromobacter sp*, *Arthrobacter sp*, *Corynebacterium sp*, *Flavobacterium sp*, dan *Mycoplana sp*, sangat efektif dalam merombak herbisida 2-4 *Dichlorophenoxyacetic acid* (Alexander, 1981).

#### 6) Imobilisasi

Agar residu pestisida di dalam tanah tersebut tidak terbawa aliran air maka residu itu perlu ditahan dengan suatu bahan yang dapat menyerap (*imobilisasi*), yakni arang aktif yang memiliki kemampuan menyerap polutan. Arang aktif dapat dibuat dari limbah pertanian yang melimpah yaitu sekam padi atau tempurung kelapa, atau limbah pertanian lainnya melalui proses pemanasan yang tinggi. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa arang aktif yang berasal dari sekam padi dan tempurung kelapa memiliki daya serap yang tinggi. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan arang aktif di tanah dapat menurunkan residu pestisida organoklorin (lindan, aldrin, dieldrin, DDT, endosulfan dan heptaklor), organofosfat (klorpirifos, diazinon) dan karbamat (karbofuran) dengan kisaran 70-90%. Dengan demikian apabila konsentrasi residu pestisida di dalam tanah dapat dikendalikan maka konsentrasi residu pada produk pertanian pun akan dapat ditekan. (Ardiwinata AN, 2008).

#### 4. Kesimpulan

Penggunaan pestisida untuk memberantas hama dan penyakit tanaman dalam rangka meningkatkan produksi pertanian harus dikendalikan. Penggunaan pestisida harus didasarkan atas keterangan tentang ambang kerusakan ekonomi, pengetahuan tentang biologi dan pengetahuan tentang ekologi organisme sasaran dan bukan sasaran untuk mencegah atau sedapat mungkin mengurangi akibat-akibat buruk yang kemungkinan dapat ditimbulkannya. Ruang lingkup konsep pengendalian pestisida tidak hanya mencakup tentang pemilihan atau pemberantasan penggunaan pestisida, tetapi harus mencakup pula usaha penekanan tingkat pestisida itu sendiri yang ada di dalam tanah.

Pemecahan terhadap masalah ini memerlukan tindakan teladan yang melembaga dengan program dan jangkauan luas. Diperlukan perencanaan "*preventif*" yang pada dasarnya adalah memasukkan semua akibat lingkungan itu sendiri.

#### Daftar Pustaka

1. Alexander, M. 1981. *Introduction to Soil Microbiology*. John Wiley & Sons Inc. New York.
2. Allison, F.E. 1973. *Soil Organic Matter and Its Role in Crop Production*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. 1961.
3. Ardiwinata, AN. 2008. *Arang Aktif Sebagai Pengendali Residu Pestisida*. Dinas Pertanian Propinsi Jawa Barat
4. Dasmann, F.R.; J.P. 1973. *Milton, dan P.H. Freeman. Prinsip Ekologi untuk Pembangunan Ekonomi*. Penerbit P.T. Gramedia, Jakarta.
5. Elliot, A.P. dan A. Donawa. 1976. *Effect of 1,2 - Dibromo - 3 - Chloropropane on Oxygen Uptake and Population of Soil Microorganisms*. Soil Sci. 124 (6) : 332-333.
6. Gandakoesoemah. 1975. *Ilmu Irigasi*. Penerbit Sumur, Bandung.
7. Guenzi, W.D. dan W.E. Beard. 1970. *Volatilization of Lindane and DDT from Soil*. Soil Sci. Am. Proc. 34 (3) : 443-447.
8. Kermit. S.L. 1978. *Sorption of Pesticides by a Model Soil and Agronomic Soil, Rates and Equilibria*. Soil Sci. 127 (2) : 94-101.
9. Munnecke. D.M. dan D.P.H. Hsieh. 1975. *Microbial Metabolism of a Parathion-Xylene Pesticide Formulation*. Appl. Microbiology 30 (4) : 575-580.
10. O'Brien. R.D. 1967. *Insecticides Action and Metabolism*. Academic Press. Inc., New York.
11. Paschal D.C. dan M.E. Neville. 1975. *Chemical and Microbial Degradation of Malaaxon in an Illionis Soil*. Journal Environ. Quality 5 (4) : 441-443.
12. Soepardi. G. 1979. *Sifat dan Ciri Tanah*. Jilid I dan II. Institut Pertanian Bogor.
13. Sumiarsih S. 2003. *Mikrobiologi Dasar*. Universitas Diponegoro, Semarang.
14. Tarumingkeng. R. 1976. *Dinamika Pestisida Dalam Lingkungan. Dalam : Aspek Pestisida di Indonesia*. Lembaga Pusat Penelitian Pertanian Bogor. Hal: 52-58.
15. Waksman. S.A. 1963. *Soil Microbiology*. John Wiley & Sons, New York.

16. Walker, W.W. dan B.J. 1983. *Stojanovic. Microbial Versus Chemical Degradation of Malathion in Soil*. Journal Environ. Quality 2 (2) : 229-232.
17. ----- 1974. *Malathion Degradation by An Arthrobacter Species*. Journal Environ. Quality 3 (1) : 4-10.
18. Wudianto R. 2001. *Petunjuk Penggunaan Pestisida*. Cetakan XI. Penebar Swadaya.
19. Yaron. B. 1978. *Some Aspect of Surface Interactions of Clay With Organophosphorus Pesticides*. Soil Sci. 125 (4) : 210-213.