

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Mikroorganisme Pendegradasi Herbisida

Pemberian herbisida secara langsung pada tanah secara terus menerus akan dapat menimbulkan dampak tertentu terhadap flora dan fauna tanah. Aplikasi herbisida dapat menimbulkan fluktuasi, baik jenis maupun jumlah populasi tanah dan rizosfer (Moorman dan Dowler, 1991). Hal ini berhubungan dengan kemampuan bakteri terhadap daya adaptasi, daya degradasi maupun kemampuan untuk memanfaatkan suatu herbisida yang diberikan di dalam tanah (Torstenston, Moore, Brayner dan Larson *cit.* Wangiyana, 1999). Smith, Aubin dan Biederbeck (1989) melaporkan bahwa degradasi herbisida 2,4-D lebih cepat terjadi pada tanah yang mendapat perlakuan herbisida ini secara terus menerus dibandingkan dengan yang tidak pernah diberikan herbisida tersebut.

Menurut Microbe Zoo (2002), senyawa toksik seperti herbisida dapat dieliminasi dari lingkungan melalui proses bioremediasi oleh mikroba. Bioremediasi adalah penggunaan mikroba untuk mempertinggi eliminasi senyawa toksik di lingkungan. Beberapa strategi untuk bioremediasi yaitu :

1. Penggunaan mikroba indigenus.

Toksin sering didegradasi oleh mikroba yang hidup di lingkungan sekitarnya. Pestisida digunakan oleh beberapa jenis mikroba sebagai makanan yang terjadi secara alami di kolam dan tanah. Bioremediasi secara alami sering terjadi sangat lambat.

## 2. Penempatan mikroba pada kondisi optimum

Bioremediasi secara alami oleh mikroba dapat dipercepat dengan cara menambah air oksigen atau bahan kimia tertentu ke lingkungan tempat mikroba se untuk menambah jumlahnya.

## 3. Penambahan mikroba terseleksi

Bila mikroba pendegradasi limbah tidak terdapat di lingkungan., mikroba pendegradasi yang sudah diseleksi dapat ditambahkan ke lingkungan yang terdapat limbah tersebut.

Proses penguraian herbisida organoklorin di alam secara mineralisasi terjadi karena adanya aktifitas satu atau beberapa jenis populasi mikroba. Pemecahan senyawa organoklorin berkaitan dengan aktifitas enzim dehalogenase yang dimiliki mikroorganisme dalam memecah ikatan karbon halogen (Slater *et al.*, 1979). Menurut Young (2002) dan Donnelly *et al.* (1993) bakteri dan jamur yang termasuk pendegradasi herbisida 2,4-D diantaranya adalah bakteri *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Ralstonia eutropa*, *Sphingomonas paucimobilis*, *Arthobacter*, *Flavobacterium*, sedangkan dari kelompok jamur adalah *Rhizopogon vinicolor*, *Sclerogaster pacificus* dan *Phanerochaete*.

Pada daerah pertanian 2,4-D didegradasi setelah 2 minggu. Proses degradasi berlangsung cepat karena banyak jenis mikroba mampu mendegradasi 2,4-D tetapi hanya beberapa mikroba yang mampu mendegradasi dan memineralisasi 2,4-D (Microbe Zoo, 2002).

## 2.2. 2, 4 Dichlorophenoxy Acetic Acid ( 2, 4 D )

2,4-D ( $C_8H_6Cl_2O_3$ ) merupakan salah satu bahan aktif dalam herbisida golongan organoklorin ( Dep. Pertanian, 1991). Senyawa ini berbentuk senyawa aromatis yang mengandung atom khlor dengan rumus bangun seperti pada Gambar 1. (Atlas dan Bartha, 1995).

Gambar 1. Rumus bangun 2,4-D

Menurut Anonim (2002), 2,4-D merupakan herbisida yang paling banyak digunakan untuk mengontrol gulma berdaun lebar di sawah, lahan pertanian, perkebunan dan peternakan dengan dosis 0,28 - 2,3 kg/Ha. Selain itu 2,4-D juga digunakan sebagai zat pengetur tumbuh pada tumbuhan.

2,4-D umumnya digunakan dalam bentuk larutan garam. Kandungan mineral dan bahan organik serta pH tanah berperan terhadap penyerapan herbisida. Setelah penyemprotan atau pemakaian, herbisida di tanah akan bergerak bersama aliran air meskipun konsentrasi maksimum tetap terdapat pada beberapa cm dari permukaan tanah (Yu dan Cole,1997).

Menurut Anonim (2002), kecepatan degradasi 2,4-D dipengaruhi oleh kondisi seperti konsentrasi 2,4-D, temperatur air atau tanah dan kandungan organik tanah.



Residu 2,4-D sangat potensial terakumulasi pada tumbuhan, hewan dan manusia melalui rantai makanan.

### 3. *Rhizobium* spp dan *Azotobacter* spp

*Rhizobium* dan *Azotobacter* merupakan salah satu bakteri yang mampu mengikat molekul nitrogen ( $N_2$ ) yang sangat bermanfaat bagi pertanian dalam hal pemupukan (Schlegel dan Schmidt, 1994).

*Rhizobium* merupakan bakteri berbentuk batang dengan ukuran  $0,5-0,9 \times 1,2-3,0 \mu m$ . Pada kondisi pertumbuhan umumnya pleomorfik. Bakteri ini dapat bergerak dengan 1 flagela polar atau subpolar atau dengan flegel peritrik. Temperatur optimum pertumbuhan adalah  $25 -30 ^\circ C$  dan pH optimum 6-7. Koloni berbentuk sirkular, konvek atau cembung, semitranslusen dan berlendir (Holt *et al*, 1994).

*Rhizobium* mengikat nitrogen bebas selama bersimbiosis dengan tanaman leguminosa. Simbiosis antara kedua organisme ini ditandai dengan terinduksinya nodul akar yang berwarna merah muda oleh *Rhizobium* (Brock *et al*, 1984). Menurut Foster dan Wase (1987), Tanaman legume menyediakan energi dari sumber karbonnya kepada *Rhizobium* dan *Rhizobium* memberikan sumber nitrogen yang difiksasinya untuk digunakan oleh tanaman. Pengaruh interaksi ini tidak hanya terbatas pada keduanya saja, tetapi dapat pula dirasakan oleh tanaman lain yang berada di dekat akar tanaman yang berinteraksi dengan ketersediaan nitrogen yang terfiksasi.

*Azotobacter* merupakan genus yang hidup bebas di tanah dan air serta mampu memfiksasi nitrogen secara nonsimbiotik. Bakteri ini mampu memfiksasi  $N_2$  sebanyak 10 mg per gram karbohidrat yang dikonsumsi ( Prescott *et al.*, 1993; Holt *et al.*, 1994).



Karakteristik *Azotobacter* adalah mempunyai sel berukuran lebih besar dari *Rhizobium* berukuran 1,5-2,0  $\mu\text{m}$ . Bersifat Pleomorfik antara batang - kokkus dan Gram -. Tunggal, berpasangan, kadang-kadang berkelompok tidak teratur dan kadang-kadang berantai. Tidak membentuk endospora tetapi membentuk kista . Bergerak dengan flagel peritrik tetapi ada juga yang tidak bergerak. Kisaran pH pertumbuhan 4,8 - 8,5. Ph optimum untuk fiksasi nitrogen dan pertumbuhan adalah 7,0 - 7,5 (Holt *et al.*, 1994).

