

## **MIKROBIOLOGI LINGKUNGAN (MIKROBIOLOGI TANAH dan MIKROBIOLOGI AIR)**

Oleh : Dra. Yanti Hamdiyati, M.Si.

**TPU :** Mahasiswa memahami peranan mikroorganisma dalam lingkungan (tanah dan air) melalui percobaan dan diskusi

**TPK:**

- Melalui diskusi mahasiswa dapat menyebutkan contoh peran mikroba tanah yang menguntungkan dan merugikan
- Melalui diskusi mahasiswa dapat menjelaskan siklus karbon dan Nitrogen, serta keterlibatan mikroorganisme pada kedua siklus tersebut
- Melalui diskusi, mahasiswa dapat membedakan ektomikoriza dan endomikoriza
- Melalui diskusi mahasiswa dapat menjelaskan proses pembentukan nodul
- Setelah praktikum isolasi bakteri tanah yang bersimbiosis dan tidak simbiosis, mahasiswa dapat membedakan karakteristik bakteri *Rhizobium* dengan *Azotobacter*
- Melalui diskusi mahasiswa dapat menyebutkan contoh peran mikroba air yang menguntungkan dan merugikan
- Setelah melakukan praktikum enumerasi, mahasiswa dapat menghitung jumlah bakteri dalam sample minuman
- Setelah melakukan praktikum uji kualitatif dan kuantitatif bakteri Coliform, mahasiswa dapat menentukan jumlah bakteri coliform dan jenisnya.
- Melalui diskusi mahasiswa dapat menjelaskan proses pengolahan limbah secara mikrobiologi
- Melalui diskusi mahasiswa dapat menjelaskan tentang bioremediasi

Setelah perkuliahan tentang pokok bahasan ini selesai, mahasiswa dapat :

1. menjelaskan masing-masing satu contoh peran mikroba yang menguntungkan dan merugikan
2. menjelaskan siklus karbon dan nitrogen serta keterlibatan mikroorganisme pada kedua siklus tersebut
3. membedakan ektomikoriza dan endomikoriza
4. membedakan karakteristik bakteri *Rhizobium* dengan *Azotobacter*
5. menentukan kualitas air dengan metode enumerasi dan uji kualitatif kuantitatif Coliform
6. menjelaskan proses pengolahan limbah secara mikrobiologi
7. menjelaskan tentang bioremediasi

## A. MIKROBIOLOGI TANAH

Tanah merupakan campuran kompleks dengan komposisi sebagai berikut:

- Materi Anorganik (45 %) : Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, Na, P, dan lain-lain.
- Materi Organik (5 %) : Karbohidrat, Protein, Lipid, dan lain-lain.
- Air (25 %) dan Udara (25 %)
- Organisme : Vertebrata, Invertebrata, Mikroba

Mikroorganisme tanah kelimpahannya bervariasi untuk setiap kedalaman tertentu, seperti yang terlihat pada table di bawah ini.

**Tabel 1. Data kandungan mikroba tanah kebun (per gram) menurut kedalaman**

Kedalaman (cm)	bakteri	Actino-mycetes	jamur	alga
3-8	9.750.000	2.080.000	119.000	25.000
20-25	2.179.000	245.000	50.000	5.000
35-40	570.000	49.000	14.000	500
65-75	11.000	5.000	6.000	100
135-145	1.400	-	3.000	-

Mikroorganisme tanah ada yang menguntungkan ada yang merugikan. Contoh peran yang menguntungkan dalam siklus biogeokimia dan membentuk mikoriza. Sedangkan peran merugikan diantaranya sebagai patogen pada manusia, hewan, dan tumbuhan.

### Peran Mikroorganisme Tanah yang Menguntungkan

#### 1. Peranan Mikroorganisme Tanah dalam Proses Biogeokimia

- a. Siklus Karbon (Gb.1)
- b. Siklus Nitrogen (Gb. 2), terjadi beberapa reaksi / proses pada siklus nitrogen, yaitu:
  - 1) Amonifikasi
  - 2) Nitrifikasi
  - 3) Denitrifikasi
  - 4) Fiksasi Nitrogen

Mikroorganisme yang berperan dalam proses fiksasi nitrogen ada yang bersimbiosis ada yang tidak.

- a. Tidak bersimbiosis : *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Clostridium*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Rhodospirillum*, *Chlorobium*, *Cyanobacteria*, populasi tertinggi ditemukan di Rizosfir.
- b. Bersimbiosis, dapat dibedakan simbiosis antara :
  - 1) Mikroorganisme dengan selain Leguminosae
  - 2) Mikroorganisme dengan Leguminosae

Beberapa contoh simbiosis dengan selain Leguminosae :

- a. Cyanobacteria (*Blue Green Algae*) dengan paku : *Anabaena azolla* hidup pada rongga udara daun paku air *Azolla pinnata*.
- b. *Anabaena cycadae* pada akar *Cycas* (pakis).
- c. *Nostoc spp.* Pada akar karang cemara laut (*Cassuarina equisetifolia*).
- d. Lichens : Cyanobacteria dengan jamur.

Beberapa species yang bersimbiosis dengan Leguminosae : *Rhizobium leguminosarum*, *Rhizobium phaseoli*, *Rhizobium trifolii*, dan *Bradyrhizobium*. Ada hubungan spesifik antara species mikroba dengan Species tanaman leguminosae, contoh : *R. trifolii* dengan white Clover (*Trifolium spp.*).

Proses Pembentukan Nodul sebagai berikut :

- a. Di sekitar rambut akar berkumpul *Rhizobium*, menyebabkan bulu akar mensekresikan triptofan. Triptofan oleh *Rhizobium* diubah menjadi indol asetat.
- b. Adanya indol asetat menyebabkan bulu akar mengkerut. Bakteri dapat menghasilkan enzim yang dapat melarutkan pektat yang terdapat dalam fibril (selulosa), menyebabkan dinding bulu akar menjadi tipis.
- c. *Rhizobium* akibat adanya kelarutan pektat kemudian berubah menjadi bulat dan kecil-kecil dan dapat bergerak menembus dinding bulu akar.
- d. Di dalam bulu akar bakteri memperbanyak diri, kemudian memasuki bagian akar membentuk benang infeksi, sehingga koloni bakteri didapatkan pada setiap sel akar. *Rhizobium* membentuk bakteroid dalam sel akar tumbuhan.
- e. Selanjutnya sel-sel tumbuhan dan bakteri melakukan pembelahan terbentuk nodul akar yang matang/dewasa.

## 2. Mikoriza

Simbiosis antara hifa jamur dengan akar tumbuhan tinggi, terdapat 2 tipe:

- a. Ektomikoriza : hifa menutupi ujung akar (mantel hifa), masuk ke ruang antar sel (kortek).
- b. Endomikoriza (*vesicular-arbuscular mikoriza*) : hifa membentuk mantel yang tidak jelas, masuk ke sel-sel akar.

Mikroriza menguntungkan baik untuk kehidupan jamur maupun tumbuhan. Peran jamur dapat membantu penyerapan nutrisi akar dari tanah, terutama nutrisi yang tidak mobile seperti fosfor. Peran tumbuhan terhadap kehidupan jamur mendapatkan nutrisi dari tumbuhan (karbohidrat, asam amino, vitamin, dan lain-lain).

## Peran Mikroorganisme Tanah yang Merugikan

### 1. Patogen pada manusia dan hewan :

- *Salmonella*
- *Bacillus anthracis* : antrax, bertahan 10 tahun, endospora.
- *Clostridium tetani*, *C. botulinum*, *C. perfringens* : habitat normal di tanah, masuk melalui makanan atau luka tumbuh toksin, endospora.

## 2. Patogen pada tumbuhan :

- Fungi : paling banyak, dapat tumbuh pada kelembaban yang rendah  
Contoh : rebah kecambah dan busuk akar (*Rhizoctonia solani*), penyakit karat daun disebabkan oleh jamur karat (Uredinales)
- Bakteri : menyerang akar

## Daftar Pustaka

- Black, Jacquelyn G. 2002. *Microbiology*. John Wiley & Sons, Inc.
- Brock. TD. Madiqan. MT. 1991. *Biology of Microorganisms*. Sixth ed. Prentice-HallInternational, Inc.
- Cappuccino, JG. & Sherman, N. 1987. *Microbiology: A Laboratory Manual*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. California.
- Case, C.L. & Johnson, T.R. 1984. *Laboratory Experiments in Microbiology*. Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. California.
- Fardiaz, S. 1987. *Fisiologi Fermentasi*, PAU IPB.
- Kusnadi, dkk. 2003. *Mikrobiologi (Common Teksbook)*. Biologi FPMIPA UPI, IMSTEP.
- Moat, A.G. & Foster, J.W. 1979. *Microbial Physiology*. John Wiley & Sons
- Nicklin. J.K. Graeme-Cook. T. Paget & R. Killington. 1999. *Instans Notes in Microbiology*. Springer Verlag. Singapore Pte, Ltd.
- Tortora Gerard J. et al. 1992. *Microbiology an Introduction*. Fourth Ed. The Benjamin Cummings Publishing Company, Inc.