

MIKROORGANISME TANAH SEBAGAI SUMBER BELAJAR MIKROBIOLOGI DAN SUMBANGANNYA BAGI MANUSIA

Oleh
Yulipriyanto

Abstrak

Tanah sudah kita kenal setiap hari. Dan manfaat tanah bagi manusia sudah tidak asing lagi, terutama sebagai tempat untuk mendirikan bangunan, menanam tanaman dan mempunyai nilai ekonomi tinggi. Tetapi tinjauan tanah dari aspek-aspek disiplin ilmu barangkali kurang mendapat perhatian, apalagi pada lembaga-lembaga pendidikan yang tidak mengkhususkan diri pada bidang pertanian. Namun berhubung tanah merupakan salah satu faktor penting dalam upaya pelestarian lingkungan hidup, maka upaya peningkatan perhatian tentang masalah tanah adalah menjadi kebutuhan.

Namun demikian dalam tulisan ini, tidak ingin dipersoalkan masalah tanah secara utuh, melainkan hanya dikhususkan pada masalah mikroorganisme tanah.

Pendahuluan

Setiap hari kita selalu melihat tanah, tetapi pasti tidak selalu memikirkan kepentingan tanah bagi kehidupan manusia. Karena tanah dijumpai setiap waktu, maka pada umumnya tanah itu dianggap sebagai barang biasa, tidak menarik. Hal yang umum dan mudah dimengerti mengenai tanah ialah bahwa tanah itu merupakan tempat di mana manusia mendirikan rumah atau bangunan, tempat tumbuhnya tanaman, tempat bersembunyiya jenis binatang-binatang tertentu. Masalah tanah secara mendalam dari berbagai aspek keilmuan masih relatif sedikit dibicarakan di lembaga-lembaga pendidikan pada umumnya. Sejauh ini tanah baru dipelajari sebagai suatu bidang ilmu yang khusus di lembaga-lembaga pendidikan tinggi murni seperti Universitas atau Institut Pertanian, misalnya di Fakultas Pertanian, Fakultas Geologi, Fakultas Teknik, dan Fakultas Biologi. Untuk fakultas-fakultas di lingkungan IKIP/FKIP belum merupakan bidang yang khusus.

Ditinjau dari aspek biologi, tanah merupakan sumber belajar berbagai disiplin ilmu, seperti Zoologi, Botani, dan Mikrobiologi. Obyek studi bidang mikrobiologi adalah mikroorganisme. Namun, disamping mikroorganismenya sendiri,

mikrobiologi masih dapat dibagi menjadi berbagai cabang ilmu mikrobiologi yang didasarkan pada tempat dimana mikroorganisme berada. Sehingga dalam hal ini ada mikrobiologi air, mikrobiologi tanah, dan sebagainya di samping ada mikrobiologi industri, mikrobiologi kedokteran, dan mikrobiologi pangan.

Tanah sebagai sumber belajar mikrobiologi merupakan media untuk hidupnya berbagai macam mikroorganisme. Di samping itu, tanah juga merupakan tempat berbagai fauna atau flora tertentu yang termasuk tumbuhan tingkat tinggi, seperti akar tumbuhan tingkat tinggi.

Tanah sebagai media di mana mikroorganisme hidup masih menyimpan rahasia-rahasia alam yang belum banyak diketahui, khususnya sebagai sumber belajar. Tentu saja hal ini disebabkan oleh banyak faktor, diantaranya adalah kurang terlatihnya kegiatan belajar dengan cara mengungkapkan keadaan yang ada di sekitar kehidupan sehari-hari.

Tanah Sebagai Laboratorium Biologi

Tanah mengandung banyak tenaga dalam bentuk senyawa organik, dan memberi tempat hidup bagi berbagai macam organisme. Senyawa-senyawa organik tersebut akan dimanfaatkan oleh organisme tanah melalui berbagai proses, baik proses yang menguraikan maupun proses yang membangun.

Seperti halnya dengan makhluk hidup yang lain, organisme tanah dalam hidupnya melakukan berbagai aktifitas. Aktifitas ini sifatnya ada yang menguntungkan maupun merugikan bagi organisme lain. Proses-proses biokimiawi yang dilakukan oleh mikroorganisme tanah merupakan proses yang menonjol, terutama adalah dalam menguraikan bahan organik baik yang berasal dari tumbuhan maupun hewan yang sudah mati. Walaupun demikian, proses-proses tersebut dapat mengalami hambatan apabila ada perlakuan atau tindakan yang merusak habitatnya. Sebagai contoh adalah pemberian bahan-bahan kimia yang berlebihan melalui pemupukan atau penyemprotan hama. Padahal mikroorganisme tanah memberi sumbangan amat besar bagi kelangsungan hidup tumbuhan melalui penyediaan unsur hara yang dibutuhkan tumbuhan. Bila demikian, maka tanah yang kelihatannya merupakan benda yang statis, ternyata menyimpan gejolak atau perubahan

an yang terus menerus dan berkesinambungan. Makanan untuk tumbuh-tumbuhan dan hewan-hewan tertentu yang hidup di dalam tanah sebagian besar disediakan oleh mikroorganisme tanah melalui proses-proses biokimiawi yang menguraikan bahan-bahan organik kompleks menjadi bahan-bahan yang sederhana.

Mikroorganisme Tanah

Organisme tanah terbagi dalam dua golongan besar, yaitu golongan hewan (fauna) dan tumbuhan (flora) Brown, 1980).

Golongan tumbuhan sebagian besar bersifat mikroskopis, seperti *bakteri*, *fungi*, *alga*, *aktinomisetes*. Organisme ini digolongkan *flora* karena mempunyai ciri-ciri seperti halnya tumbuhan yang dapat melakukan fotosintesa, yang menghasilkan bahan-bahan organik yang berguna untuk kepentingan dirinya sendiri maupun organisme hidup lainnya yang hidupnya bergantung sekali dari bahan-bahan organik. Sedang mikroorganisme lain adalah *protozoa* yang dimasukkan dalam kelompok hewan. Berhubung tidak semua tempat dipermukaan bumi ini keadaannya subur, maka jarang sekali tanah yang mengandung semua jenis mikroorganisme itu.

Bakteri

Bakteri merupakan organisme yang paling besar jumlahnya di dalam tanah sehingga dalam satu gram tanah dapat ditemukan kurang lebih 10^9 *bakteri* (Brown, 1980).

Dalam keadaan yang menguntungkan, *bakteri* dapat berkembang dengan cepat, sebab lama kelamaan nutrisi yang ada di sekitarnya juga berkurang jumlahnya, padahal bahan-bahan tersebut sangat diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Reproduksi yang cepat pada *bakteri* memberi petunjuk bahwa *bakteri* itu dapat berkompetisi dengan baik terhadap organisme lain untuk memperoleh sumber-sumber makanan yang baru.

Jenis-jenis *bakteri* yang ditemukan di dalam tanah pada umumnya *bakteri* yang berbentuk batang. Beberapa di antaranya ada yang berflagel yang berguna untuk bergerak pada tempat yang berair. Di samping itu pada *bakteri* sering dijumpai adanya pembungkus yang berupa kapsul, yang merupakan senyawa kompleks yang disekresikan pada bagian

membran sel. Kapsul berfungsi melindungi *bakteri* dari gangguan luar. Adanya sejumlah besar timbunan kapsul bakteri dalam tanah, akan memperbaiki struktur tanah karena adanya pengikatan partikel-partikel humus dan bahan-bahan mineral.

Bakteri mempunyai kemampuan menguraikan pestisida dan herbisida sehingga mencegah timbunan bahan-bahan tersebut di dalam tanah, juga melakukan metabolisme dan mineralisasi berbagai senyawa organik yang berat molekulnya rendah (Boyd, 1984). Selain itu, dapat melakukan metabolisme dan menghancurkan berbagai bahan organik baik alami maupun buatan. Peristiwa tersebut tampak jelas, misalnya dalam mengoksidasi dan mereduksi ion nitrogen, sulfur, besi dan mangan. *Bakteri* merupakan anggota mikroorganisme tanah yang dominan bila lingkungannya kurang oksigen, sebab banyak di antaranya yang mampu hidup pada kondisi yang minim oksigen atau bersifat aerob fakultatif.

Beberapa genus *bakteri* tanah yang penting, misalnya *Pseudomonas*, *Agrobacterium*, *Flavobacterium*, *Bacillus*, *Clostridium*, dan *Rhizobium*.

Fungi

Fungi merupakan mikroorganisme tanah yang berupa filamen atau hifa. Karena banyaknya spesies dan genus dari *fungi*, maka sampai sekarang belum dapat diketahui jumlah genusnya.

Di dalam tanah yang dikenal dengan *fungi* meliputi *ragi*, *kapang*, dan *jamur* (Nurhayati Hakim dkk, 1986). Mikroorganisme ini tidak berkhlorofil, karena itu energinya dari bahan organik. *Kapang* dan *jamur* mempunyai arti penting bagi pertanian, sedangkan *ragi* belum banyak diketahui.

Fungi di dalam tanah penting terutama dalam menguraikan senyawa-senyawa yang tidak segera digunakan oleh *bakteri*. Organisme berfilamen ini menguraikan senyawa-senyawa nitrogen kompleks yang berlimpah di dalam tanah dan mengubahnya menjadi amonium, yang merupakan proses yang sangat berarti bagi tumbuhan tingkat tinggi, yang menghendaki bentuk-bentuk nitrogen organik. *Fungi* juga penting dalam memecah selulosa dan beberapa hemiselulosa yang menjadi komponen penyusun tumbuhan tingkat tinggi dan terdapat di tanah, juga senyawa organik yang mudah didekomposisikan seperti protein dan gula. Oleh karenanya, dalam

pembentukan humus dan agregasi tanah, *fungi* lebih berperan daripada *bakteri*, terutama dalam suasana masam. Karena peranannya dalam pembentukan agregat tanah, maka *fungi* dapat memperbaiki aerasi tanah dan gerakan air.

Jenis *fungi* yang banyak diketemukan di dalam tanah adalah *Penicillium*, *Mucor*, *Trichoderma*, dan *Aspergillus*.

Alga

Alga adalah mikroorganisme berkhlorofil sehingga dapat menyelenggarakan proses fotosintesa. Arti penting *alga* pada kebanyakan tanah amat terbatas karena *alga* tampak menjadi aktif hanya apabila ada air dan cahaya yang melimpah.

Di bawah permukaan tanah, air pada umumnya melimpah, tetapi tanpa adanya sinar matahari, akan membatasi kemampuan mereka untuk tumbuh pada habitat yang gelap apabila dalam hidupnya harus bersaing dengan *bakteri* yang tumbuh dengan cepat, dan *fungi*. *Alga* akan tumbuh dalam kelembaban tinggi, terlindung dari intensitas cahaya yang tinggi. Di bawah kondisi yang demikian ini *alga* menambah bahan-bahan organik ke dalam tanah sebagai hasil fotosintesa. Bila suatu ketika organisme mati, sel-sel mati bertindak sebagai nutrisi untuk *bakteri* dan *fungi*. *Alga* tanah dapat digolongkan atas *alga hijau biru*, *alga hijau*, dan *diatomae*.

Padang rumput merupakan habitat yang cocok bagi *alga hijau biru*, sedangkan kebun tua cocok untuk *diatomae*. *Alga hijau biru* yang terdapat di sawah dapat menambah Nitrogen (N) dari udara. Fiksasi N ini akan berlangsung baik bila ada tanaman padi. Hal ini diduga karena adanya CO₂ yang berlimpah pada waktu itu.

Protozoa

Protozoa merupakan mikroorganisme yang dikelompokkan dalam kelompok hewan. Hewan ini menggunakan alat gerak tidak sama, ada yang dengan flagella, pseudopodia dan cilia. *Protozoa* keberadaannya di dalam tanah cukup besar. Sumbangan *protozoa* adalah pada aktifitas dan biomasmikrobia. Karena sel-selnya sering kali besar, sel-sel *protozoa* mempunyai biomassa lebih besar daripada sel-sel organisme seluler yang lain. Di lain pihak, beberapa *protozoa* berada pada bentuk tidak aktif, yaitu dalam bentuk cyst, yang memiliki aktifitas metabolisme rendah.

Protozoa di dalam tanah tidak nyata dalam menguraikan bahan-bahan organik karena protozoa tidak bersaing dengan bakteri dan fungi dalam lingkungan yang sama. Tetapi protozoa merupakan predator yang ganas terhadap bakteri, dan sifat predator ini lebih umum daripada sifat-sifatnya dalam hal bersaing untuk mendapatkan nutrisi.

Aktinomisetes.

Aktinomisetes merupakan mikroorganisme yang menyerupai fungi, sebab pada fase vegetatifnya mempunyai percabangan filamen yang halus, dengan diameter kurang lebih 1 mm. Walaupun *aktinomisetes* berkembang biak dengan fragmentasi, yang kadang-kadang membentuk koloni tebal seperti bakteri, tetapi pada spesies tertentu yang lebih sempurna, miseliumnya stabil.

Sebagian besar spesies-spesies *aktinomisetes* menghasilkan spora, baik tunggal maupun majemuk. Beberapa *aktinomisetes* dapat hidup pada temperatur tinggi dan jenis-jenis yang bersifat saprofit mempunyai kemampuan untuk memfermentasi kompos dan pupuk hijau. *Aktinomisetes* mempunyai sifat dapat menimbulkan bau, dan bau tersebut terutama dapat diketahui sewaktu *aktinomisetes* ditumbuhkan. Manfaat yang lain dapat berguna untuk pembuatan antibiotik. Sebagai contohnya, *Streptomyces griseus*, menghasilkan *Streptomycin*; *Streptomyces aureofaciens*, menghasilkan *aureomycin* yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia.

Implikasi Sebagai Sumber Belajar Mikrobiologi

Pengertian Sumber Belajar

Beberapa pengertian tentang sumber belajar adalah sebagai berikut:

1. Sumber belajar adalah segala sesuatu, baik benda, makhluk hidup, peristiwa maupun bentuk ungkapan simbolik yang mengandung masalah dan cara mengatasinya (Prawoto, 1984).
2. Sumber belajar adalah segala sesuatu yang direncanakan untuk mengisi dan menunjang usaha pendidikan (Umar Suwito, 1984).
3. Sumber belajar merupakan semua obyek yang dapat digunakan untuk memperoleh pengalaman belajar siswa tentang

permasalahan tertentu (Djohar, 1984).

4. Sumber belajar adalah segala sesuatu (apa saja) baik yang direncanakan maupun yang menurut sifatnya dapat dimanfaatkan untuk membantu proses belajar (Jahya Ranuwidjja, 1972).

Mikroorganisme merupakan makhluk hidup mikroskopis yang merupakan obyek untuk memperoleh pengalaman belajar sebab mempunyai permasalahan-permasalahan yang terdapat pada obyek mikroorganisme dapat diidentifikasi dan dapat pula diatasi.

Sebagai salah satu contoh, misalnya permasalahan mengenai bagaimana cara memelihara mikroorganisme fungi agar dapat tumbuh sebagai organisme yang tunggal (pure culture), atau yang tidak terkontaminasi oleh mikroorganisme lain seperti bakteri. Untuk mewujudkan hal tersebut, telah dapat diatasi dengan menggunakan media yang khusus, yaitu media *Sabouraud Agar* yang diberi antibiotika *Aureomycin* per mililiter medium untuk menghambat pertumbuhan bakteri (Cappuccino, 1983).

Contoh di atas memberi petunjuk bahwa mempelajari mikroorganisme memerlukan penanganan yang sungguh-sungguh, tidak cukup dengan melontarkan suatu teori belajar yang muluk, tetapi justru harus membaca, harus banyak belajar tentang apa itu mikroorganisme dan dunianya. Sebab, bila hanya mengandalkan dasar teoritiknya saja tanpa adanya upaya menggeluti permasalahannya melalui kegiatan laboratorium, tidak mungkin akan memperoleh pengalaman belajar mikroorganisme. Sedang tantangan yang harus mendapat sambutan serius dalam mengupayakan pemanfaatan mikroorganisme sebagai sumber belajar adalah mengatasi kendala adanya kebiasaan yang kurang menghargai suatu pekerjaan yang dilakukan di laboratorium. Hal ini tampak dengan kurangnya fasilitas untuk memperoleh pengalaman belajar melalui kegiatan di laboratorium. Apakah kendala ini bisa diatasi? dan kapan kita tidak menjadi konsumen ilmu pengetahuan produksi luar negeri? Cukupkah kita hanya sering menyalahkan murid apabila kurang memperoleh pengalaman belajar? Sudahkah kita menyadari bahwa pendidikan mempunyai tanggung jawab yang berat, apalagi kalau sudah tidak memperhatikan kepentingan bersama? Kemudian pertanyaan terakhir, untuk siapakah pendidik di sekolahan bekerja? Untuk diri sendiri atau untuk mencerdaskan bangsa?

Masih banyak contoh-contoh mengenai mikroorganisme dan permasalahannya yang dapat diangkat sebagai sumber belajar. Misalnya masalah fisiologi, reproduksi, adaptasi, pertumbuhan, morfologi, taksonomi, dan sebagainya. Karena pada kesempatan ini yang dititikberatkan mikroorganisme tanah, maka mikroorganisme tanah sebagai sumber belajar mikrobiologi sifatnya ada yang umum, dalam arti bahwa permasalahan yang dihadapi mikroorganisme baik yang di tanah, air, makanan maupun industri adalah tidak jauh berbeda, seperti masalah taksonomi, pertumbuhan, morfologi, dan lain-lain. Sedang permasalahan yang bersifat khusus dari bermacam-macam mikroorganisme baik yang ada di air, tanah, industri, makanan, dan sebagainya pada umumnya berkaitan dengan masalah fisiologis masing-masing mikroorganisme. Misalnya, adanya antibiotika yang dihasilkan oleh mikroorganisme *fungi*, enzim-enzim yang diproduksi oleh *Bakteri*, dan peranan mereka bagi kepentingan manusia.

Mikroorganisme tanah mempunyai peranan mengubah bahan organik tanah sehingga menjadi bentuk senyawa lain yang bermanfaat bagi kesuburan tanah. Sebagian besar proses perombakan bahan organik dilakukan oleh mikroorganisme tanah yang tergolong sebagai *mikroflora* tanah, seperti *bakteri*, *fungi*, *alga*, dan *aktinomisetes*. Sebelum bahan organik yang jatuh ke tanah dirombak oleh *mikroflora*, terlebih dahulu diubah oleh makrofauna tanah seperti rayap, serangga, bekicot, keong, tikus, cacing dan sebagainya. Namun, hasil perombakan oleh organisme-organisme tersebut belum dapat menambah kesuburan tanah, karena masih berujud bahan-bahan organik kasar. Akan tetapi, dengan adanya *mikroflora* atau mikroorganisme tanah pada umumnya, bahan-bahan organik kasar tersebut akan diuraikan lebih lanjut menjadi senyawa-senyawa sederhana yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman untuk pertumbuhannya. Kita bisa membayangkan bagaimana seandainya tidak ada mikroorganisme tanah, apakah tumbuh-tumbuhan dapat tumbuh? Tentunya tidak. Sebab, di dalam tanah tidak tersedia unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuh-tumbuhan, sedang tersedianya unsur-unsur tersebut sangat tergantung dari mikroorganisme tanah tersebut.

Tetapi berhubung mikroorganisme tanah itu bersifat mikroskopis, untuk mendapatkannya tidak dapat dilakukan dengan mudah, harus menggunakan berbagai sarana pembantu,

seperti alat-alat untuk mengisolasi, media untuk menumbuhkan, alat untuk melihat seperti mikroskop, tempat untuk menyimpan, dan seperangkat kegiatan laboratorium yang lain.

Sumbangan Mikroorganisme Tanah Bagi Manusia

Tanah yang secara umum tersusun oleh senyawa organik, senyawa anorganik, udara dan air ternyata masih mengandung bagian yang berbentuk jasad hidup yang secara umum dikatakan sebagai mikroorganisme. Mikroorganisme tersebut kehadirannya di dalam tanah ada yang menguntungkan dan merugikan.

Mikroorganisme tanah mendatangkan keuntungan apabila kehadirannya berperan di dalam siklus mineral, fiksasi nitrogen, proses nitrifikasi, perombakan residu pestisida, proses humifikasi, serta proses-proses lain yang dapat menyuburkan tanah pertanian. Sedangkan yang mendatangkan kerugian, kalau kehadirannya berperan di dalam proses denitrifikasi, sebagai jasad penyakit dan sebagai jasad pengurai pupuk yang tidak diharapkan.

Bioteknologi Tanah

Akhir-akhir ini banyak dibicarakan tentang bioteknologi, baik melalui mass media, forum-forum pertemuan ilmiah maupun perguruan tinggi yang menyelenggarakan kursus-kursus bioteknologi seperti Program Antar Universitas.

Bioteknologi dalam arti terbatas adalah penerapan ilmu tentang makhluk hidup dan teknologi yang melibatkan aplikasi praktis proses biologi makhluk hidup untuk menghasilkan produk industri ataupun pengelolaan lingkungan. Karenanya, bioteknologi menggunakan jasa tenaga yang sangat murah, melimpah dan dijamin tidak mogok minta kenaikan upah, yaitu yang melibatkan *bakteri, ragi, ganggang, sel tanaman*, atau *sel hewan* sebagai komponen utama proses industri (Ninuk Mardiana, 1989). Bioteknologi dikatakan sebagai ilmu masa depan karena peranannya yang semakin banyak dalam upaya memenuhi kebutuhan manusia.

Berbagai definisi bioteknologi telah diketemukan oleh pakar masing-masing disiplin ilmu yang terkait. Di bidang pertanian, sebagai contohnya, bioteknologi dapat dikatakan sebagai teknologi terpadu molekul spesial, kultur jaringan dan kultur embrio yang mencakup seluruh bentuk kehidupan *virus*,

bakteri, jamur, tanaman budidaya, tumbuhan pengganggu, nematoda, serangga dan hewan untuk mendapatkan kapasitas biakan sel dan jaringan (Gunalan, 1989). Sedang bioteknologi tanah mempunyai konsep seberapa jauh mikroorganisme dapat diperintah untuk menghasilkan nitrogen bagi tanaman. Penggunaan *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum* dan ganggang hijau biru merupakan salah satu aspek terapan bioteknologi tanah melalui pemanfaatan mikroorganisme penambat nitrogen. Segi terapan yang lain misalnya pemakaian mikorisa dan mikroorganisme pelarut fosfat yang dapat menghemat pemakaian TSP sebesar 70-90 % (Dwi Andreas Santosa, 1989).

Suatu fakta yang menarik dari aspek bioteknologi tanah adalah dalam bidang pertanian melalui pemakaian inokulan mikroorganisme penambat nitrogen. *Azotobacter* misalnya mampu menghemat pemakaian pupuk pada *Serealia* setara dengan 60 - 70 urea per hektar. Dengan menggunakan inokulan *Azospirillum*, pemakaian pupuk dapat dihemat sebesar 50 - 100 kg per hektar. Demikian pula pemakaian Ganggang hijau biru mampu menghemat urea dalam jumlah yang sama (Dwi Andreas Santosa, 1989).

Dengan demikian pemakaian inokulan mikroorganisme tanah dapat memusnahkan pemikiran yang sudah mengakar di kalangan petani, ahli pertanian, yang semula beranggapan bahwa hanya pupuk kimia satu-satunya alternatif untuk memenuhi kebutuhan hara dan meningkatkan produksi tanaman. Usaha ini dalam jangka pendek tidak salah, tetapi dalam jangka panjang sungguh mengkhawatirkan. Sebagai contoh bahwa pemakaian terus-menerus pupuk kimia akan menyebabkan mikroorganisme penghuni tanah menjadi malas untuk menambat nitrogen, melarutkan fosfat, atau membantu serapan fosfat dan unsur hara lain (Dwi Andreas Santosa, 1989).

Masih banyak rekayasa-rekayasa bioteknologi yang diperankan oleh mikroorganisme tanah yang mempunyai manfaat bagi manusia terutama dalam bidang pertanian untuk memenuhi kebutuhan pangan dan industri obat-obatan.

Penutup

Tanah ternyata dihuni oleh berbagai macam organisme, baik yang berukuran besar maupun yang berukuran kecil sekali yang sering disebut dengan mikroorganisme.

Mikroorganisme tanah sebagian besar termasuk ke dalam kelompok tumbuhan yang disebut dengan *Mikroflora tanah*, yang meliputi *Bakteri*, *Fungi*, *Alga*, dan *Aktinomisetes*, sedang *Protozoa* termasuk dalam kelompok hewan (*mikrofauna tanah*).

Peranan mikroorganisme tanah sangat penting, terutama dalam penyediaan unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan dengan jalan menguraikan bahan organik yang terdapat di dalam tanah. Karena peranannya yang sangat penting tersebut, mikroorganisme tanah merupakan obyek menarik untuk dipelajari, apalagi mengingat ukurannya yang mikroskopis, serta cara hidupnya yang khusus sehingga memerlukan sarana pembantu, baik yang menyangkut alat, laboratorium maupun keterampilan proses yang didukung oleh kepustakaan yang cukup.

Dengan munculnya era bioteknologi akhir-akhir ini, dimana sebagai pemeran utamanya diantaranya adalah mikroorganisme tanah, maka kajian mengenai mikroorganisme tanah sebagai sumber belajar semakin penting.

Mengingat status kelembagaan, misi serta tujuan penyelenggaraan pendidikan, maka suatu obyek belajar tidak selalu dapat memperoleh perhatian yang sama. Seperti halnya pelajaran matematika yang diberikan pada sekolah kejuruan tidak akan sedalam dengan yang diberikan pada sekolah umum. Demikian juga dengan IKIP yang bukan Universitas, bukan lembaga penelitian murni, sehingga gerak langkahnya, produk-produk kelembagaannya tidak bisa disamakan. Namun, mengingat besarnya tanggung jawab yang diemban oleh lembaga pendidikan yang mendidik calon guru, maka suatu sikap luwes dalam menanggapi perkembangan ilmu pengetahuan perlu dilakukan untuk dapat mengimbangi perkembangan yang ada di luar lembaga pendidikan yang kita miliki, tanpa harus menghilangkan ciri khas kelembagaan yang sudah ada, demi berhasilnya calon-calon guru yang sedang dididik.

IKIP dengan FPMIPAnya dalam hal ini mempunyai peranan yang amat besar dalam menjawab permasalahan-permasalahan berkembang atau tidaknya ilmu-ilmu dasar,

seperti matematika, biologi, kimia, dan fisika bagi sekolah lanjutan.

Mikrobiologi sebagai bagian ilmu dasar biologi, tentunya memerlukan perhatian yang memadai agar dapat merangsang anak didik untuk belajar, dan mengikuti perkembangan dalam bioteknologi agar tidak ketinggalan. Tentunya tuntutan ini memerlukan perhatian dari berbagai pihak, terutama yang berkecimpung dalam dunia pendidikan. khususnya FPMIPA.

DAFTAR PUSTAKA

- Alison Leadley Brown, 1980. *Ecology of Soil Organisms*, Heinemann, Educational Books Ltd. London.
- Djohar, 1984. *Usaha Meningkatkan Daya Guna dan Hasil Guna Pemanfaatan Sumber Belajar, Makalah Loka Karya, Pengabdian Masyarakat*. 22-23 Oktober 1984, PPM IKIP YOGYAKARTA.
- Dwi Andreas Santosa, 1989. *Bioteknologi Tanah dan Produksi Pangan, Kompas*, Hal X, Rabu, 11 Oktober 1989.
- Gunalan, 1988. *Penggunaan Inokulum Rhizobium pada Bioteknologi Pertanian, Kompas*, Hal V, Minggu, 6 November 1988.
- Jahya Ranawidjaja, 1972. *Pedoman Guru, Manusia dan Alam Sekitarnya*. Depdikbud, Jakarta.
- James G. Cappuccino, 1983. *Microbiology a Laboratory Manual*. Addison Wesley Canada.
- Ninuk Mardiana, 1989. *Bioteknologi, Ilmu Masa depan yang Menjadi Kenyataan, Kompas*, Hal.I, Minggu, 1989.
- Nurhajati Hakim dkk. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah* Universitas Lampung, Lampung.
- Prawoto, 1984. *Pemanfaatan Sumber Belajar Melalui Usaha Simplifikasi dan Manipulasi*. Makalah Loka Karya. PPM IKIP YOGYAKARTA, Oktober 1984.
- Robert F. Boyd, 1984. *General Microbiology*. Mosby College, Publishing, Saint Louis.