



1. meningkatkan hasil panen 20-30%
2. mengganjikan kimia nitrogen dan phosphorus hingga 25%
3. mensimulasikan pertumbuhan tanaman
4. meningkatkan makhluk hidup yang ada di dalam tanah
5. mengembalikan fertilitas tanah secara alamiah
6. melindungi tanah dari kekecenderungan dan kerusakan akibat hewan.

mengubahnya ke dalam bentuk organik yang dapat digunakan oleh tanaman. Karena rhizomorfium hidup di antara akar, maka bakteri ini akan mentransfer nutrisi secara langsung ke dalam tanaman. Umumnya, rhizomorfium berada di tanaman kacang polong, seperti kacang tanah dan kacang kedelai.

## Kesimpulan

Sebagai biofertilisasi, mikroorganisme dapat bersimbiosis dengan tanaman ketika menerima nutrisi yang dibutuhkannya. Berbeda dengan bioherbisida, mikroba yang ada di dalamnya bekerja sendiri untuk mengendalikan gulma. Sedangkan bioinsektisida, mikroba melindungi tanaman dari hama yang bisa merusak. Walaupun mikroorganisme ini dilabelkan sebagai jenis yang berbahaya atau mematikan, namun mikroorganisme ini mampu melindungi tanaman, meningkatkan hasil panen dan melindungi tanah untuk musim tanam berikutnya.

Contoh lainnya adalah agrobakterium Rhizomorfium. Rhizomorfium hidup pada akar nodules. Nodules adalah sumber yang dapat membawa nitrogen keluar dari udara dan langsung di dalam tanah.

aplikasinya bisa juga dilakukan secara dengan cendawan (disebut inokulasi) dan organisme ini sebagai lapisan biji benih bentuk yang dapat digunakan oleh tanaman. mampu mengurai fosfat tanah ke dalam dengan memproduksi asam organik yang menyeras phosphate dari tanah. Caranya bilai, membuka jalan pada tanaman untuk Sebuah contoh adalah cendawan Penicillium dan makanan tersedia untuk digunakan oleh mikroba. Sejalan dengan ini, mikroorganisme berfungsi sebagai biofertilisasi.

## Referensi

1. Inoculant Encyclopedia (<http://www.inoculants.com/encyclopedia/encyclopedia5.html>).
2. Integrated Pest Management Resource Centre. Biopesticides. ([Http://www.ipmrc.com/expert/biopesticides/index.html](http://www.ipmrc.com/expert/biopesticides/index.html)).
3. Integrated Plant Protection Center. Database of Microbial Biopesticides (<http://www.ippc.orst.edu/biocontrol/biopesticides>)
4. International Biopesticide Consortium for Development. Biopesticides (<http://www.biopesticides.org/biopesticides.htm>)
5. UPLB Compendium of Mature and Developed Technologies (<http://www.uplb.edu.ph>)
6. Biofertilizers (<http://edugreen.teri.res.in/explore/bio/ferti.htm>)
7. FAQ's on Biofertilizers (<http://www.vusat.org/learning/agri/FAQs/biofertilizer.htm>)
8. Soil Bacteria ([http://soils.usda.gov/sqi/soil\\_quality/soil\\_biology/bacteria.html](http://soils.usda.gov/sqi/soil_quality/soil_biology/bacteria.html))
9. Indoor fungi Resources (<http://www.dehs.umn.edu/iaq/fungus/penicillium/bil>)

Mikroba yang serupa juga dilibatkan dalam "alur nutrisi", misalnya mikroba tersebut membantu meningkatkan sumber energi ketika tanaman memberi zat yang tidak bermanfaat pada mikroba. Dengan hubungan simbiosis ini, tanaman dapat membangun sistem akar yang lebih kuat dan besar. Akar yang lebih besar,



Phosphat dan nitrogen adalah unsur penting bagi pertumbuhan tanaman. Walau demikian, tanaman pun memiliki keterbatasan kemampuan untuk mengeksktrasi keduanya ke lingkungan, dan membutuhkan mikroba untuk mengabsorpsi nutrisi hingga mencapai konsentrasi yang optimal.

## Biofertilisasi

Pocket Ks adalah brosur pengetahuan yang didisain untuk disimpan di saku/kantong dan mudah dibawa kemana saja. Berisi informasi produk dan isu bioteknologi tanaman, diproduksi oleh Global Knowledge Centre on Crop Biotechnology ([www.isaaa.org/kc](http://www.isaaa.org/kc)). Versi bahasa Indonesia diterjemahkan oleh Indonesian Biotechnology Information Centre (IndoBiC). Informasi lebih lanjut dapat menghubungi International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA) SEAsiaCenter c/o IRRI, DAPO Box 7777, Metro Manila, Philippines.  
Tel: +63 2 8450563  
Fax: +63 2 8450606  
Email: [knowledge.center@isaaa.org](mailto:knowledge.center@isaaa.org)  
Atau menghubungi IndoBiC di:  
Tel/Fax: +62 251 390107  
Email: [indobic@biotrop.org](mailto:indobic@biotrop.org)

Cetakan pertama: Desember 2005



## Fermentasi Mikroba

Siapa kurun waktu bertahun-tahun, banyak orang bekerja untuk meningkatkan produktivitas pertanian dengan mengerjakan jutaan mikroba tanah. Mikroba ini dapat dikultivasi pada skala besar untuk memproduksi biofertilisasi penting, proses peningkatan produktivitas mikroba ini dikenal dengan fermentasi mikroba. Mikroba berfungsi sebagai penyedia dan pelindung. Memberi kontribusi nutrisi pada tanaman dengan mengubah makromolekul penting ke bentuk yang dapat dipakai oleh tanaman, seperti biofertilisasi. Mikroba pun dapat melindungi tanaman dari gulma, tanaman parasit dan hama, seperti bioherbisida dan bioinsektisida.

## Bioinsektisida

Hama serangga dari beberapa tanaman penting, cukup sulit dikendalikan. Dengan adanya metode fermentasi, bioinsektisida dapat dikembangkan sesuai dengan protein insektisida dari bakteri, jamur dan virus.

### Bakteri sumber dasar bioinsektisida

*Bacillus thuringiensis* atau Bt merupakan bakteri tanah yang paling banyak digunakan dalam proses bioinsektisida secara alamiah. Setelah 15 menit bakteri ini dimakan, racun Bt membuat borok di dalam perut serangga. Tidak lama kemudian, serangga akan berhenti makan, dan mati. Para peneliti telah mengidentifikasi kejadian ini berada di 500 dan 600 strain dari *Bacillus thuringiensis* (Bt). Bt memang cukup selektif, dan hanya beberapa hama serangga saja bisa terjadi, tidak berdampak pada manusia, burung, ikan dan serangga menguntungkan.

### Jamur sumber dasar bioinsektisida

Beberapa jamur dapat menyebabkan penyakit pada sebagian serangga. Sekitar 200 jenis serangga cukup peka dengan penyakit. Atas dasar inilah jamur digunakan sebagai sumber dasar bioinsektisida.

Mudahnya teknologi fermentasi, digunakan untuk memproduksi jamur secara massal. Spora dipanen dan dikemas sehingga dapat dilepas di lapangan. Ketika spora dilepas, spora menggunakan enzim untuk memecah lapisan luar tubuh serangga. Di dalam tubuh serangga, spora mulai tumbuh dan menyebabkan kematian. Jenis jamur yang dapat melakukan bioinsektisida adalah *Beauveria bassiana* (Bb). Di Cina, lebih dari dua juta hektar di semprompt dengan Bb setiap tahunnya untuk mengendalikan hama hutan.

Bioinsektisida dengan menggunakan Bb memiliki banyak keuntungan. Jamur tidak berkembang di organisme yang memiliki darah hangat (seperti manusia), juga tidak tahan hidup lama di daerah aliran sungai. Spora ini dapat bertahan lama saat periode kekeringan dan kondisi lingkungan yang kasar. Beberapa studi menunjukkan bahwa jamur tidak berbahaya bagi tanaman dan menjadi tidak aktif oleh sinar ultraviolet matahari dalam 1-8 minggu.

### Virus - sumber dasar bioinsektisida

Hama serangga juga peka terhadap virus, sehingga virus sebagai dasar bioinsektisida bermanfaat untuk mengendalikan penyebaran hama.

Contoh virus yang telah diujicobakan adalah kelompok Baculovirus. Baculovirus mempengaruhi hama serangga seperti hama penggerek jagung (*corn borer*), hama penggerek kentang (*potato beetle*), kutu penggerek, dan kumbang penghisap. Satu *strain* tertentu digunakan sebagai agen pengendali oleh ulat *Pseudaletia unipuncta* (disebut sebagai *Bertha army worms*). Ulat ini menyerang Canola, rami, dan tanaman sayuran. Bioinsektisida pun memiliki siklus hidup yang pendek dan efektif di jumlah kecil, aman bagi manusia dan hewan, jika dibandingkan dengan pestisida sintetik, seringnya berpengaruh hanya pada satu spesies serangga. Walaupun demikian, bioinsektisida juga memiliki kekurangan, yaitu cara kerjanya lamban dan cara pengaplikasiannya relatif rumit. Namun begitu banyaknya agen bioinsektisida ini sebagai organisme hidup, keberhasilan sumber dasar bioinsektisida pun dipengaruhi oleh faktor lain seperti temperatur, pH, pengembunan, ultraviolet, kondisi tanah, dan mikroba kompetitor lainnya yang ada di lingkungan.

Gulma merupakan masalah umum dihadapi para petani. Gulma berkompetisi dengan tanaman untuk merebutkan air, nutrisi, matahari dan lahan; tempat berkumpulnya serangga dan hama penyakit; sistem irigasi dan drainase; mengikis kualitas tanaman; dan ikut terpanen. Jika diluar kendali, gulma dapat mengurangi hasil panen secara signifikan.

Para petani mengendalikan gulma dengan kultivasi, penyiangan, herbisida sintetik, ataupun kombinasi ketiganya. Sayangnya, kultivasi meninggalkan humus yang disapu angin dan erosi air, sebuah konsekuensi serius bagi lingkungan di jangka panjang. Alasan inilah kenapa para petani semakin banyak mengurangi bahkan tidak menggunakan metode kultivasi.

Penggunaan bioherbisida adalah jalan lain untuk mengendalikan gulma selain herbisida sintetik. Bioherbisida dibuat dari mikroorganisme dan insektisida tertentu (misalnya tawon parasit, kupu-kupu betina) yang dapat mencapai target. Mikroba mempengaruhi gen penyerang yang dapat melawan gen pertahanan gulma dan akhirnya mati.

Berkaitan dengan genetika mikroorganisme dan tanaman, para peneliti telah mengisolasi patogen yang mana gen tersebut sesuai dengan gulma yang menjadi target, dan menyebabkan penyakit fatal pada beberapa gulma. Beberapa bioherbisida mengandung mikroorganisme tersebut, dan mereka dikeluarkan dari lahan ketika gulma yang paling peka hingga ke penyakit. Spesifikasi mikroba untuk satu jenis gulma membuat bioherbisida menjadi sangat bermanfaat, ketika mikroba hanya mampu membunuh gulma tertentu tanpa merusak tanaman utama.

Bioherbisida juga dapat bertahan lama hingga musim tanam berikutnya, ketika gulma masih ada. Penggunaannya lebih murah dibandingkan dengan pestisida sintetik, dan esensial mengurangi biaya pertanian jika dikelola dengan baik.

## Bioherbisida dan Striga

Sub-saharan Afrika adalah asal tanaman sorgum dan jagung. Striga dapat menghapus berhektar-hektar tanaman sereal penting, menurunkan hasil panen dan meningkatkan biaya penanaman dan produksi. Dengan menggunakan bioherbisida yang digabungkan dengan modifikasi genetika dari tanaman sereal, para peneliti mampu menurunkan parasit Striga dan meningkatkan panen jagung serta sorghum. Contohnya benih sorghum, dapat diinokulasi dengan jamur *Fusarium* melalui lapisan dari getah Arabic (Arabic gum). Persiapan dari bahan lapisan dan inokulum ini membutuhkan waktu selama 14 hari dan umumnya dilakukan oleh wanita pedesaan.

Jenis jagung hibrida terbaru, Ua Kayongo, mampu melawan Striga yang mana benihnya dilapisi dengan herbisida Strigaway. Ua Kayongo adalah *Imazapyr Resistant maize* (IR-maize), yang resisten secara alamiah ketika herbisida resisten di dalam jagung, dan kemudian disatukan dengan varietas jagung Kenya oleh para pemulia tanaman di Afrika di International Maize and Wheat Improvement Centet (CIMYT) dan Kenya Agricultural Research Institute (KARI).

