

TEKNOLOGI BUDIDAYA UBIKAYU MENGGUNAKAN PUPUK HAYATI MIKORIZA

Oetami Dwi Hajoeningtjas dan Agus Mulyadi Purnawanto

Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Jl. Raya Dukuwaluh PO Box 202 Purwokerto 53182

ABSTRAK

Kegiatan ini bertujuan untuk mensosialisasikan teknologi pemupukan menggunakan pupuk hayati mikoriza pada budidaya ubi kayu, memberikan pengertian pada petani dampak negatif penggunaan pupuk kimiawi, meningkatkan efektifitas dan efisiensi budidaya ubi kayu. Hasil dari kegiatan ini diharapkan bermanfaat untuk mengurangi ketergantungan petani pada pupuk kimiawi yang harganya relatif mahal, mengurangi biaya pengadaan pupuk dengan cara aplikasi inokulum yang cukup dilakukan satu kali untuk beberapa musim tanam. Kegiatan dilakukan melalui pelatihan dan demo plot.

Hasil dari kegiatan mendapatkan respon yang positif dari para petani. Akan tetapi untuk pemberian pengertian pada petani tentang dampak negatif penggunaan pupuk kimiawi membutuhkan waktu dan bukti yang nyata. Hasil dari kegiatan yang lain adalah bahwa penggunaan pupuk hayati mikoriza dapat memberikan respon positif pada tanaman ubi kayu baik pada pertumbuhan maupun hasil, serta memberikan dampak positif pada reklamasi lahan pertanaman ubi kayu secara berkelanjutan. Sedangkan peningkatkan efektifitas dan efisiensi budidaya ubi kayu menggunakan pupuk hayati mikoriza terbukti dengan nilai produksi yang kurang lebih hampir sama dengan produksi menggunakan pupuk kimiawi, terutama bila dilakukan secara berkelanjutan.

Berdasarkan hasil tersebut diatas disarankan untuk melakukan kegiatan lanjutan berupa pembinaan pada petani dalam hal produksi inokulum pupuk hayati mikoriza, serta budidaya ubi kayu ke arah pertanian organik dengan memanfaatkan potensi pupuk hayati mikoriza itu sendiri. Selain itu dapat diupayakan memproduksi inokulum mikoriza untuk skala komersial, sekaligus menyebarluaskan pada petani ubi kayu di wilayah lain.

PENDAHULUAN

Ubi kayu pertama kali dikenal sebagai salah satu bahan pangan pokok. Seiring dengan perkembangan ilmu dan teknologi di bidang teknologi pengolahan hasil pertanian, kondisi ini berubah dengan munculnya penganekaragaman pangan. Pemanfaatan umbi ubi kayu sudah lebih beragam lagi, antara lain dimanfaatkan untuk produk bahan makanan camilan maupun diproses lebih lanjut untuk menghasilkan tepung tapioka, tepung aci, serta untuk keperluan skala industri yang lebih luas dan membutuhkan teknologi yang lebih *canggih*.

Kondisi seperti ini menunjukkan bahwa permintaan akan ubi kayu jelas semakin meningkat, selain karena adanya penganekaragaman pengolahan produk, juga jumlah masyarakat

yang semakin meningkat. Hal ini juga yang mendasari beberapa kelompok tani di Desa Pucungbedug, Kecamatan Purwonegoro, Kabupaten Banjarnegara untuk memilih melakukan budidaya ubi kayu sebagai alternatif pengusahaan tanaman di lahan pertanian mereka. Mereka sudah melakukan budidaya dalam luasan areal yang cukup luas, bahkan ada yang mengistilahkannya sebagai *butan ubi kayu*.

Kenyataan juga menunjukkan perkembangan industri-industri yang membutuhkan ubi kayu dalam jumlah besar, antara lain industri tepung tapioka atau tepung aci, di wilayah Desa Bawang, Banjarnegara, maupun di Desa Gumelar, Cilacap. Selain itu juga industri getuk goreng di Sokaraja, Banyumas. Industri-industri seperti ini membutuhkan pasokan yang

terus menerus setiap harinya, sehingga permintaan harus diimbangi dengan pengadaan ubi kayu yang kontinyu. Dalam menyikapi hal ini petani mengupayakan produksi dengan hasil yang maksimal, antara lain dengan cara memberikan masukan berupa pupuk kimia secara besar-besaran dan kadang melebihi dosis anjuran. Karena kebutuhan unsur hara terus-menerus, maka petani melakukan peupukan juga terus menerus sepanjang musim tanam. Hal ini dipicu karena memang sifat tanaman ubi kayu itu sendiri yang cenderung menguras hara tanah, dan bila budidayanya kurang benar bisa *menguruskan* tanah.

Perlakuan pemupukan yang berlebihan jelas akan menimbulkan dampak negatif, dalam jangka panjang akan berefek residu pada tanah maupun produk pertanian,

merusak ekosistem tanah dan jelas membutuhkan biaya besar bagi petani sendiri. Oleh karena itu diperlakukan masukan pupuk hayati yang mempunyai resiko kecil pada dampak residu, berwawasan lingkungan, biaya dapat ditekan karena untuk beberapa kali musim tanam cukup dilakukan sekali aplikasi pupuk jenis ini. Pupuk hayati mikoriza - berdasarkan beberapa hasil penelitian pada tanaman ubi kayu - ternyata menunjukkan respon yang positif. Teknologi pemupukan dengan menggunakan pupuk hayati mikoriza telah dicoba untuk ditransfer pada kelompok tani yang melakukan budidaya ubi kayu di Desa Pucungbedug, Kecamatan Purwonegoro, Kabupaten Banjarnegara. Berdasar uraian tersebut di atas maka kegiatan ini bertujuan untuk mensosialisasikan

teknologi pemupukan menggunakan pupuk hayati mikoriza pada budidaya ubi kayu, memberikan pengertian pada petani dampak negatif penggunaan pupuk kimiawi, serta meningkatkan efektifitas dan efisiensi budidaya ubi kayu dengan menggunakan pupuk hayati mikoriza.

TINJAUAN PUSTAKA

Mikoriza merupakan asosiasi cendawan tertentu dengan akar tanaman yang membentuk suatu jalinan interaksi yang kompleks. Cendawan mikoriza mampu menyerang organ-organ tanaman di bawah tanah, hidup bertahan dengan unsur-unsur organiknya, tetapi sel tanaman akan pulih kembali dan pada gilirannya akan mempersingkat miselium cendawan (Mulyani, *dkk.*, 1996). Dalam hubungan ini bagian-bagian tanaman yang ada di bawah

tanah (akar tanaman) dan miselium cendawan seakan-akan membentuk suatu asosiasi, yang seringkali menguntungkan kedua pihak. Hubungan demikian menjadikan cendawan ini dikenal dengan mikoriza atau cendawan akar.

Lebih jauh Santoso (1989), mengemukakan peranan mikoriza adalah sebagai berikut :

- a. Potensi mikoriza nampak lebih jelas pada tanaman yang tidak memiliki sistem perakaran yang berkembang baik dan juga pada tanaman yang diusahakan pada tanah-tanah bermasalah dan miskin unsur hara.
- b. Mikoriza dapat menangkal peracunan oleh Al dan konsentrasi H⁺ yang tinggi.
- c. Penggunaan mikoriza mampu menggantikan penggunaan agar pembenah tanah maupun pupuk.

- d. Mikoriza meningkatkan kandungan N, K, S, Zn, Cu, Si dan anion-anion.
- e. Mikoriza merangsang perkembangan awal bakteri pelarut fosfat pada rizofe.
- f. Mikoriza berinteraksi menguntungkan dengan jasad renik penambat nitrogen baik yang bersimbiosis maupun yang hidup bebas. Terhadap jasad renik penyebab penyakit, mikoriza justru berperan sebagai pengendali hayati yang aktif terutama terhadap serangan patogen akar.

Ubi kayu secara fisiologis memiliki perakaran yang kurang berkembang. Akibatnya ubi kayu menjadi sangat tanggap dan tertolong pertumbuhannya dengan adanya cendawan mikoriza arbuskula pada sistem perakarannya (Howeler, 1983; Mosse, 1981 *dalam*

Santoso, 1989). Pada penelitian tersebut pemberian P sebanyak 800 kg/ha pada tanaman yang tidak diinokulasi belum mampu menyamai hasil tanaman yang hanya diinokulasi dengan cendawan mikoriza arbuskula. Hasil yang sama antara keduanya dicapai pada aras pemberian P sebesar 1000 kg/ha.

Hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa tanaman ubi kayu memiliki ketergantungan yang cukup tinggi terhadap cendawan mikoriza arbuskula. Percobaan Howeler dan Sieverding, memperlihatkan pada plot-plot pertanaman ubi kayu yang diberi perlakuan sterilisasi lahan untuk membunuh kandungan spora cendawan tersebut ternyata menunjukkan gejala kekurangan fosfor. Pengaruh tersebut juga terlihat pada tinggi tanaman dan hasil umbi yang rendah. Fenomena

tersebut menjelaskan bahwa akan terjadi penurunan hasil ubi kayu apabila tidak mengikutsertakan asosiasi mikoriza selama periode pertumbuhannya. Dengan demikian aplikasi pupuk hayati cendawan mikoriza arbuskula pada budidaya tanaman ubi kayu sangat berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman.

Penerapan teknologi produksi inokulum cendawan mikoriza arbuskula secara langsung di lapangan (*on farm production*) akan sangat banyak membantu, mengingat beberapa kendala apabila inokulum tersebut dibutuhkan dalam jumlah yang cukup banyak. Dengan teknologi ini beberapa keuntungan yang diperoleh di antaranya ialah dapat secara langsung diaplikasikan tanpa transportasi yang cukup jauh dan dapat diperoleh inokulum dalam

jumlah yang banyak yaitu sekitar 4 ton per 25 m² lahan produksi inokulum (Rusdi, 2002).

METODE KEGIATAN

Khalayak sasaran dari kegiatan ini adalah kelompok tani yang memang sebagian besar anggotanya melakukan budidaya ubi kayu di lahan pertaniannya. Selain itu juga melibatkan Petugas Penyuluh Lapangan setempat, sehingga kegiatan tersebut dapat berkelanjutan dengan adanya pengawasan dan pengarahan PPL.

Pelatihan diawali dengan penyampaian materi secara lisan dan tertulis, dilanjutkan dengan pelaksanaan *demo plot*. Metode atau cara produksi inokulum mikoriza dan aplikasi di lahan (*on farm production*) adalah sebagai berikut :

a. Persiapan lahan

Digunakan bedengan berukuran

- 25 m² untuk menghasilkan 4000 kg inokulum berupa campuran tanah, spora dan akar terinfeksi, dan dipilih lahan yang kurang subur yang dekat dengan areal penanaman.
- b. Sterilisasi lahan
 Pada lahan di atas disebarkan 50-60 dazomet granuler/m², diaduk merata, lalu disiram air untuk melarutkan butiran dazomet dan ditutup plastik. Perlakuan berikutnya adalah pencangkulan, selain untuk meratakan hasil, juga untuk menguapkan sisa fumigasi. Lima hari kemudian bedeng dapat digunakan.
- c. Inokulasi
 Pada tiap lubang yang dibuat, diberikan starter inokulum dari jenis cendawan mikoriza yang akan dikembangkan. Tanaman inang berupa jagung. Untuk menjamin terjadinya infeksi pada media pengecam-bahan dapat diberi inokulum sebagai perlakuan *prainokulasi* sebelum ditanam di bedeng perbanyak.
- d. Multiplikasi
 Perawatan tanaman diperlukan selama pertumbuhan tanaman di lahan atau bedeng pembiakan. Setelah tanaman inang keluar bunga (jantan atau betina) sebaiknya digunting agar tanaman dapat merangsang terbentuknya spora mikoriza di lahan tersebut.
- e. Panen inokulum
 Setelah tanaman inang mengering, tanah bedeng tersebut sudah dapat digunakan sebagai inokulum. Pengambilan tanah sebagai inokulum dilakukan hingga kedalaman sebatas lapisan olah yang telah dilakukan sebelumnya (20-30 cm).

f. Pemakaian hasil

Hasil panen dapat langsung diaplikasikan pada tanaman ubi kayu dengan dosis 100 g/tanaman. Stek ubi kayu ditanamkan pada lubang tersebut tepat di atas permukaan inokulum yang diberikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi perbanyakan inokulum dilakukan dengan mengambil beberapa sampel media tanah bedeng perbanyakan, kemudian spora diisolasi menggunakan metode penyaringan basah untuk kemudian diidentifikasi di bawah mikroskop binokuler. Hasil identifikasi menunjukkan kepastian spora cendawan yang diperbanyak dari segi spesies dan kemampuan berkembangbiak.

Tanaman jagung memang merupakan tanaman yang

disarankan untuk perbanyakan inokulum mikoriza. Hal ini dilandasi kemampuan tanaman tersebut untuk tumbuh pada lahan kritis, mudah diperoleh benihnya, mudah dibudidayakan, serta kemampuannya untuk bersimbiosis dengan hampir semua spesies mikoriza. Hal ini memberikan jaminan kepastian perbanyakan spora mikoriza, yang ditunjang dengan kondisi-kondisi sebagai berikut:

- tidak dilakukan pemupukan lain selain pupuk hayati mikoriza pada areal pertanaman jagung, sehingga kondisi tanah cocok untuk memacu perkembangan mikoriza (kandungan hara kecil – sedang)
- lahan terlebih dahulu disterilisasi untuk menghindari kemungkinan persaingan dengan mikoriza *indigenus* atau

mikroorganisme lain, yang dapat menekan pertumbuhan mikoriza yang diaplikasikan, juga memastikan spesies mikoriza yang diperbanyak

- perlakuan pembuangan bunga jantan dan betina, sehingga mikoriza lebih optimal mendapatkan energi untuk tumbuh dan berkembangbiak dari tanaman inangnya.

Hasil umbi ubi kayu dibandingkan antara budidaya dengan aplikasi pemupukan mikoriza dengan budidaya yang menggunakan pupuk kimiawi/anorganik, dengan menggunakan indikator berat total umbi per tanaman. Panen dilakukan pada saat tanaman berumur 10 bulan setelah tanam. Aplikasi pupuk hayati mikoriza pada areal pertanaman yang digunakan untuk *demo plot* memberikan hasil panen umbi ubi

kayu 156 kg per 32 batang, dengan dosis pupuk 50 g/tanaman. Sedangkan pada areal pertanaman yang biasa dilakukan petani memberikan hasil panen 160 kg per 32 batang tanaman, dengan menggunakan pupuk Urea dan SP 36 masing-masing 400 kg per 32 batang tanaman.

Dalam hal ini walaupun ada selisih antara produksi ubi kayu menggunakan pupuk hayati mikoriza dan pupuk anorganik Urea + SP 36, sebagai langkah awal hasilnya cukup *menguntungkan* menggunakan mikoriza. Hal ini tampak apabila ditinjau dari segi biaya sarana produksi, terutama pupuk. Pembelian pupuk hayati mikoriza hanya dilakukan satu kali untuk *cikal bakal* perbanyakan, selanjutnya dapat diproduksi sendiri dengan metode yang relatif mudah. Sehingga secara berkelanjutan penggunaan mikoriza

dapat menekan biaya produksi. Starter inokulum yang digunakan walaupun merupakan *mix* antara beberapa spesies mikoriza, tetapi antara lain di dalamnya mengandung mikoriza spesies *Glomus manibotis* (Anonim, 2005). Mikoriza spesies ini terutama memang secara alami ditemukan bersimbiosis dengan tanaman ubi kayu (*Manibot* sp.). Sehingga kemungkinan besar mampu menginfeksi akar tanaman ubi kayu, walaupun sifat mikoriza sendiri memang mampu bersimbiosis dengan hampir semua spesies tanaman.

Selain itu berdasarkan hasil-hasil penelitian (Santoso, 1989; Rusdi, 2002), penggunaan mikoriza terbukti dapat meningkatkan produksi ubi kayu, karena kemampuannya membantu meningkatkan kemampuan tanaman melakukan penyerapan hara tertentu

dan air melalui perluasan bidang serapan tanaman dengan adanya hifa eksternal, serta memperbaiki metabolisme tanaman. Sedangkan pada lahan pertanaman di Desa Pucungbedug, Kecamatan Purwonegoro, hasil yang sedikit lebih rendah dari ubi kayu yang dipupuk menggunakan Urea + SP 36, kemungkinan karena pada lahan tersebut selama ini telah dilakukan pemupukan SP 36 (sebagai sumber unsur hara P selain Urea sebagai sumber hara N) secara terus menerus sepanjang musim tanam. Mikoriza sendiri apabila diaplikasikan pada media tanam dengan kandungan P tinggi pertumbuhannya agak terhambat, dan justru optimal fungsinya pada tanah dengan kondisi kekurangan unsur hara (Santoso, 1989). Tetapi hal ini tidak masalah apabila pada lahan tersebut diaplikasikan pupuk

hayati mikoriza (tanpa penambahan pupuk anorganik) secara terus menerus dan berkesinambungan. Pupuk hayati ini justru akan memperbaiki kondisi lahan yang rusak akibat budidaya ubi kayu secara terus menerus di lahan pertanaman tersebut. Pupuk N anorganik sendiri juga telah diklaim mencemari perairan dan merusak lapisan ozon (Kardinan dan Agus, 2002), serta merusak sifat fisik tanah.

Pemaparan materi pelatihan dilakukan dengan sistem dialog dua arah, sehingga akan terlihat respon dari para khalayak sasaran (anggota/ketua kelompok tani, petugas penyuluh pertanian, pemilik lahan sekaligus pengusaha tepung aci). Materi yang disampaikan diupayakan sesuai dengan pemahaman khalayak sasaran pada umumnya, yaitu gambaran singkat tentang apa itu pupuk hayati

mikoriza, dan potensinya pada efisiensi budidaya ubi kayu. Kemudian dilanjutkan dengan tanya jawab yang meliputi antara lain hal-hal sebagai berikut :

- aplikasi pupuk hayati mikoriza pada kondisi lahan yang kritis;
- seputar teknis perbanyak inokulum mikoriza secara langsung di lapang (*on farm production*);
- pemanfaatan pupuk hayati mikoriza untuk tanaman selain ubi kayu;

Berdasarkan pertanyaan-pertanyaan yang diajukan dan tanggapan mereka terhadap pemaparan materi, tampak adanya respon yang cukup positif terhadap kegiatan ini. Bahkan sudah ada yang mengusulkan kegiatan keberlanjutannya, yaitu memproduksi pupuk hayati tersebut untuk skala komersial. Walaupun dari pertanyaan-pertanyaan dan tanggapan

tersebut tampak juga bahwa respon positif mereka lebih pada potensi pupuk hayati mikoriza kaitannya dengan produksi dan kemampuannya diaplikasikan di lahan kritis (reklamasi), tetapi belum sampai pada pemahaman adanya kenyataan dampak negatif penggunaan pupuk anorganik yang selama ini mereka gunakan.

Kegiatan dilanjutkan dengan *demo plot* perbanyakan inokulum mikoriza secara langsung di lapangan. Lahan yang digunakan seluas 20 m², dengan lokasi relatif dekat dengan lahan budidaya ubi kayu. Starter mikoriza yang akan dikembangkan (berupa biakan murni spora mikoriza yang terdiri dari campuran beberapa spesies, yaitu: *Gigaspora sp.*, *Glomus manihotis*, *Glomus etunicum*, *Acaulospora sp.* dalam media zeolit, diperoleh dari Laboratorium Bioteknologi

Kehutanan dan Lingkungan Pusat Penelitian Bioteknologi IPB, Bogor dibutuhkan sebanyak 2 kg inokulum. Inokulum diperbanyak menggunakan tanaman jagung dengan dosis 50 gram/tanaman. Sebelum digunakan lahan untuk perbanyakan disterilisasi menggunakan fumigan Dazomet, dan dibiarkan selama 2 minggu dengan ditutup plastik. Setelah 2 minggu plastik dibuka dan lahan diangin-anginkan selama 1 minggu, baru lahan siap untuk digunakan.

Semua tahapan kegiatan *demo plot* dilakukan oleh petani peserta. Berdasarkan pengamatan tampak bahwa mereka cukup cepat memahami sekaligus menerapkan teori-teori yang disampaikan pada pemaparan materi. Hal ini tentunya karena selain memang teknologi yang diterapkan cukup sederhana, dan mereka sudah mempunyai

kemampuan ketrampilan dan pengalaman yang cukup dalam bidang tersebut. Melihat kondisi tersebut, teknologi yang manfaatnya besar dan berkesinambungan dalam upaya ke arah pertanian berkelanjutan ini dapat diterapkan di Desa Pucungbedug, Kecamatan Purwonegoro, Kabupaten Banjarnegara, bahkan bisa disebarluaskan ke lahan budidaya ubi kayu yang lain.

Tetapi ada satu hal yang mungkin masih sedikit membingungkan mereka, yaitu saat mereka melihat dan mencermati bentuk fisik pupuk hayati mikoriza (berupa campuran spora dan butiran zeolit). Pemahaman mereka yang disebut spora mikoriza adalah butiran zeolitnya. Dalam hal ini masih ada sedikit kendala untuk menjelaskan morfologi mikoriza itu sendiri. Sebenarnya saat

penyampaian teori sudah dijelaskan dengan bahasa yang cukup dipahami mereka (tapi masih menggunakan bahasa Indonesia, untuk beberapa istilah yang harus menggunakan bahasa Banyumas kami dibantu oleh petugas penyuluh pertanian setempat), inokulum mikoriza dicoba dianalogkan dengan inokulum bakteri *Rhizobium* yang sudah lebih dahulu dikenal mereka. Sehingga di sini lebih ditekankan pada penjelasan manfaat dari pupuk hayati mikoriza itu sendiri.

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah kegiatan dilakukan, kemudian dilakukan evaluasi dan pembahasan, sehingga diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penyampaian teknologi pemupukan menggunakan pupuk hayati mikoriza pada budidaya ubi kayu melalui pelatihan dan

demo plot kepada petani cukup mendapatkan respon yang positif.

2. Pemberian pengertian pada petani tentang dampak negatif penggunaan pupuk kimiawi membutuhkan waktu dan bukti yang nyata.
3. Peningkatkan efektifitas dan efisiensi budidaya ubi kayu menggunakan pupuk hayati mikoriza terbukti dengan nilai produksi yang kurang lebih hampir sama dengan produksi menggunakan pupuk kimiawi, terutama bila dilakukan secara berkelanjutan.

Berdasarkan hasil kegiatan dapat disarankan untuk melakukan kegiatan lanjutan berupa pembinaan pada petani Desa Pucungbedug, Kecamatan Purwonegoro, Kabupaten Banjarnegara dalam produksi inokulum pupuk hayati

mikoriza, serta budidaya ubi kayu ke arah pertanian organik dengan memanfaatkan potensi pupuk hayati mikoriza itu sendiri. Selain itu dapat diupayakan memproduksi inokulum mikoriza untuk skala komersial, sekaligus menyebarkan pada petani ubi kayu di wilayah lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2005. *Mycofer*. Laboratorium Bioteknologi Kehutanan dan Lingkungan Pusat Penelitian Bioteknologi IPB, Bogor.
- Bolan, N.S., 1991. *A Critical Review on The Role of Mycorrhizal Fungi in The Uptake of Phosphorus by Plants*. Plant and Soil 134, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, p 189-207.

- Cooper, Karen M. And P. B. Tinker. 1981. *Translocation and Transfer of Nutrients in Vesicular-Arbuscular Mycorrhizas*. New Phytol. 88, 327-339, Department of Plant Sciences, Agricultural Sciences Building, University of Leeds, Leeds LS2 9 T, U.K.
- Gardemann, J.W. 1967. *Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza and Plant Growth*. Department of Plant Pathology, University of Illinois, Urbana, Illinois, p 397-418.
- Gunawan, A.W. 1993. *Mikoriza Arbuskula*. Kartim Kramadibrata (penelaah), Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat Institut Pertanian Bogor, Bogor, 210 h.
- Rusdi., N. 2002. *Pemakaian Pupuk Hayati Mikoriza Pada Budidaya Ubi Kayu*. UPT-EPG-BPPT, Bandar Lampung.
- Santoso, D.A. 1989. *Teknik dan Metode Penelitian Mikoriza Vesikular-Arbuskular*. Laboratorium Biologi Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 59 h.
- Subiksa, IGM. 2002. *Pemanfaatan Mikoriza untuk Penanggulangan Laban Kritis*. Makalah Falsafah Sains, Pasca Sarjana, IPB, Bogor.