PENERAPAN BIOTEKNOLOGI CENDAWAN MIKORRHIZA ARBUSKULA (CMA) UNTUK PENGEMBANGAN MATERI AJAR SAINS DALAM PEMBELAJARAN AKTIF (ACTIVE LEARNING)

Chalimah, S.*

E. Mahajoeno**

ABSTRAK

Salah satu pembelajaran sains yang sesuai dengan pembelajaran aktif dengan melakukan praktikum. Silberman (2006) menyatakan bahwa pembelajaran aktif (*active learning*) adalah pembelajaran yang mengajak siswa untuk melaksanakan kegiatan yang menggunakan koordinasi antara otak kanan dan otak kiri untuk mempelajarai masalah, memecahkan masalah dan menerangkan apa yang telah dipelajari. Pembelajaran aktif adalah fase pembelajaran cepat, menyenangkan, suportif dan melibatkan kemampuan individu dan kelompok. Praktikum adalah suatu bentuk pembelajaran melalui kegiatan praktek, baik dilakukan dalam laboratorium maupun dalam lingkunga atau disebut praktikum lapangan, yang diyakini sebagai strategi pembelajaran yang aktif, kreatif, serta menyenangkan peserta didik. Melalui praktikum dalam bentuk eksperimen, mampu menanamkan konsep-konsep materi yang akan diajarkan. Tujuan yang akan dicapai 1) Mengembangkan model pembelajaran eksperimen dalam materi ajar Sains tentang peranan Bioteknologi CMA (Cendawan Mikorrhiza Arbuskula), 2) memberikan alternatif variasi materi ajar Sains lebih relevan dan berdayaguna,3) memasyarakatkan Bioteknologi CMA melalui pendidikan untuk peningkatan kualitas sumberdaya alam hayati maupun non hayati, sebagai teknologi tepatguna, aman, murah, efisien dan efektif. Metode yang digunakan adalah eksploratif materi ajar, yang disusun dalam model eksperimen, untuk mendukung proses pembelajarn aktif. Hasil yang dicapai menunjukkan bahwa model pembelajaran eksperimen merupakan salah satu strategi pembelajaran dalam kerangka kerja pengajaran. Pengembangan materi ajar sangat penting untuk mendukung proses pembelajaran aktif, dalam bentuk eksperimen, karena peserta didik melakukan aktifitas yang sitematis dengan cara kerja kelompok. Pendidikan sebagai salah satu strategi untuk mengenalkan, mensosialisasikan Bioteknologi CMA yang efektif, dan efisien. Kesimpulan yang diperoleh menunjukkan bahwa pembelajarn aktif melalui model eksperimen dapat mengaktifkan aspek psikomotoik, afektif dan koqnitif.

KeyWord. Bioteknologi cendawan mikorrhiza arbuskula, materi ajar sains, pembelajaran aktif

A. PENDAHULUAN

Peningkatan mutu pengajaran dimulai dengan pembenahan strategi pembelajaran. Strategi pembelajaran berhubungan dengan cara mengajar yang paling efektif dan efisien dalam memberikan pengalaman belajar yang diperlukan untuk mencapai tujuan khusus pembelajaran (Ahmadi 1991). Pembelajaran biologi yang sesuai dengan pembelajaran aktif dengan praktikum. Silberman (2006) menyatakan bahwa pembelajaran aktif (*active learning*) adalah pembelajaran yang mengajak siswa untuk melaksanakan kegiatan yang menggunakan koordinasi antara otak kanan dan otak kiri untuk mempelajarai masalah, memecahkan masalah dan menerangkan apa yang telah dipelajari. Pembelajaran aktif adalah fase pembelajaran cepat, menyenangkan, suportif dan melibatkan kemampuan individu dan kelompok. Praktikum adalah suatu bentuk pembelajaran melalui kegiatan praktek.

Ada dua kelompok model pembelajaran yaitu pasif dan aktif. Kelompok pembelajaran aktif cenderung peserta didik lebih mengingat materi kuliah (*retention rate of knowledge*). Oleh sebab itu

* Dosen tetap yayasan YP-LP PT PGRI Universitas PGRI Ronggolawe Tuban

** Dosen UNS, FMIPA, Prodi Biologi dan Pasca sarjana UNS

apabila kualitas kelulusan ingin diperbaiki, maka pembelajaran aktif harus diterapkan. Penerapan pembelajaran aktif sepenuhnya, maupun pelengkap pembelajaran tradisional akan meningkatkan kualitas pembelajaran (Bonwell 1995). Materi pembelajaran sangatlah penting untuk menentukan strategi pembelajaran, yang dapat mendukung proses pembelajaran aktif. Oleh sebab itu pengembangan materi ajar penting diberikan dalam pembelajaran aktif , sehingga pengembangan materi terus ditingkatkan, salah satunya dengan penggunaan strategi pembelajaran eksperimen. Dengan demikian diharapkan proses pembelajaran secara aktif pada peserta didik.

Menurut Ari Samadhi (2006) pembelajaran aktif adalah pembelajaran yang mengajak siswa untuk melaksanakan kegiatan yang menggunakan koordinasi antara otak kanan dan otak kiri untuk mempelajarai masalah, memecahkan masalah dan menerangkan apa yang telah dipelajari. Pembelajaran aktif adalah fase pembelajaran cepat, menyenangkan, suportif dan melibatkan kemampuan individu dan kelompok.

Materi ajar bioteknologi dengan fokus kompetensi dasar Bioteknologi lingkungan, terutama kegiatan praktek, seperti Teknologi Cendawan Mikorhiza Arbuskula, pengenalan Teknologi CMA dan aplikasinya ini selain perlu disampaikan ke khalayak, baik pendidik maupun non pendidik, guna mendapatkan informasi, dan manfaat penerapan (praktek).

Banyak laporan ilmiah mengungkapkan peran dan manfaat CMA sebagai sarana rehabilitasi dan meningkatkan potensi dan kesuburan tanah serta produktifitas tanaman (Smith *et al.* 2000), meskipun di Indonesia masih sangat sedikit penerapan manfaatnya (Chalimah 2007). Menghadapi situasi demikian diperlukan keterpaduan sarana dan prasarana perbaikan lingkungan dan perilaku masyarakat secara berkelanjutan. Sarana pendidikan masyarakat, perubahan perilaku berbudaya, lebih ramah lingkungan serta berkelanjutan amat penting dan diperlukan untuk mengatasi masalah ini. Salah satu metode *powerfull* dan berdayaguna adalah penyebarluaskan informasi maupun teknologi tepatguna pada muatan ekstra maupun intra kurikuler bidang studi Sains (Biologi)(MenLH 2007).

Bioteknologi CMA adalah teknologi yang memanfaatkan makhluk hidup, yaitu jamur (cendawan). CMA dapat meningkatkan kesuburan tanaman, juga berperan di dalam perlindungan tanaman terhadap hama penyakit (Quarles 1999). CMA juga sebagai biokontrol, terutama yang disebabkan oleh *Phytoptora*, *Rhyzoctonia* dan *Fusarium pathogens* (Vigo *et al.* 2000). Beberapa studi mengungkapkan bahwa CMA sinergi dengan agen biokontrol seperti *Burkholderia cepacia,* Palleroni & Holmes (Ravnskov *et al.* 2002), *Pseudomonas fluorescens,* Migula (Edwards 1998), *Trichoderma harzianum,* Rifai (Datnoff 1995), dan *Verticillium chlamydosporium,* Kamyschko (Rao 1997). Interaksi tersebut dinyatakan bahwa CMA dapat mempengaruhi tanaman dan aktivitas microbial lahan lainnya, merangsang produksi eksudat akar, phytoaleksin, dan campuran phenolik (Norman *et al.* 2000). Peningkatan aktivitas gen pertahanan tanaman terutama untuk produksi chitinase, glucanase, flavonoid biosysthesis, dan phytoaleksins, telah diamati selama pertumbuhan mycorrhizal (Harrison 1997). Sehingga keberadaan CMA sangat penting di dalam lingkungan.

CMA adalah simbion penting dalam perakaran, karena mampu bersimbiosis dengan sebagian besar familia tanaman darat (97%), di antaranya adalah tanaman komersial kelompok tanaman pangan, hortikultura, kehutanan, perkebunan, dan pakan ternak (Smith & Read 1997). Namun demikian infektifitas dan efektifitas teknologi CMA diperoleh didalam lingkungan tanaman target. Selain untuk memacu pertumbuhan tanaman, CMA juga dapat digunakan untuk pengembalian lahan tercemar, maupun rehabilitasi lahan bekas penambangan. Dari uraian tentang pentingnya CMA, maka teknologi tersebut cocok untuk dikembangkan di Kabupaten Tuban, maka perlu adanya kaji tindak tentang penerapan Bioteknologi CMA pada masarakat di Tuban. Brundertt *et al.* (1996) menyatakan bahwa manfaat mikoriza sangat penting dalam ekosistem, yaitu berperan dalam siklus hara, memperbaiki struktur tanah dan menyalurkan karbohidrat dari akar ke organisme tanah yang lain. Mikoriza mengeluarkan enzim fosfatase dan asam organik, khususnya oksalat, yang membantu pembebasan fosfat.

Dengan mempertimbangkan kebutuhan peningkatan kualitas materi ajar lebih sesuai dengan lingkungan, peserta didik dan variasi informasi Bioteknologi lebih beragam, serta manfaat hasil proses belajar mengajar peserta didik dan keuntungan penerapan bioteknologi CMA dalam kegiatan praktek, sebagaimana relevansi materi Teknologi CMA menjadi alternatif lebih baik disampaikan sebagai materi ajar kompetensi dasar Bioteknologi.

B. PERUMUSAN MASALAH

Berbagai macam cara untuk peningkatan sumberdaya manusia, salah satunya adalah peningkatan mutu pendidikan. Peningkatan tersebut tidak hanya pada pendidik, tetapi penyampaian materi dan sumber materi yang umumnya sebagai kendala. Variasi model pembelajaran dan pengembangan materi pembelajaran yang menarik, dapat memberi motivasi belajar, sehingga anak didik dapat mengembangkan potensi, baik sisi kognitif, afektif dan psikomotorik. Oleh sebab itu pembekalan model dan pengembangan materi Biologi perlu diberikan Model pembelajaran dengan pendekatan ketrampilan, salah satu dengan cara eksperimen, merupakan model yang saat ini diterapkan, karena dengan model eksperimen ketiga aspek (kognitif, afektif dan psikomotorik) akan diaktiffan, sehing dapat berkembang secara optimal. Namun umumnya pendidik masih kesulitan dalam menerapkan model eksperimen, dan juga bahan ajar yang akan disampaikan kurang dikuasai. Oleh sebab itu penerapan Bioteknologi khususnya Cendawan Mikorrhiza Arbuskula penting diberikan sebagai pengembangan bahan ajar .

Bioteknologi yang semakin aplikatif masih banyak dan perlu didiseminasikan lebih kepada pengguna termasuk dalam satuan pendidikan, sebagai bagian kurikulum berbasis kompetensi maupun relevansi dengan lingkungan anak didik. Kondisi sumber daya alam di Tuban belum dimanfaatkan dan diberdayakan secara optimal, misalkan pendaya gunaan lahan, disaat musim kemarau banyak lahan yang dibiarkan merana, karena tanaman banyak mengalami ganggun disaat musim kering. Kondisi tanah kapur, tidak akan kekurangan air, namun keberadaan air jauh dibawah, sehingga akar tanaman tidak dapat menjangkaunya. Disatu sisi air adalah bahan baku untuk proses fotosintesis, energi yang dihasilkan digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Proses fotosintesis yang terganggu akan menurunkan kualitas pertumbuhan dan perkembangan tanaman, secara tidak langsung tanaman mudah terserang penyakit akibatnya produksi buah menurun, dan akan merugikan petani. Disatu sisi teknologi pompanisasi air memerlukan biaya yang tinggi, sehingga dapat menekan penghasilan produsen (petani).

Bioteknologi CMA merupakan solusi tepat untuk menanggulangi permasalahan terjadi di Kabupaten Tuban khususnya dan di tempat lain pada umumnya, untuk permasalahan sama. Maka Bioteknologi CMA perlu disosialisasikan pada masyarakat yang menjadi target agar dapat memahami pentingnya Bioteknologi tersebut untuk pemberdayaan sumber daya alam, dan peningkatan produksi secara optimal. Dengan informasi melalui pendidikan sangat tepat, dan sosialisasi Bioteknologi CMA melaui murid dan guru dapat meningkatkan pemahaman kondisi lingkungan, dan pemberdayaan sumberdaya alam secara sinergis, diharapkan memberdayakan sumber daya alam lebih profesional.

Dengan demikian penerapan Bioteknologi CMA bidang studi Sains dapat dilaksanakan. Berkaitan dengan permasalahan tersebut di atas dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengembangan materi ajar untuk pelaksanaan pembelajaran aktif
2. Bagaimanakah model pembelajaran yang akan digunakan dalam penyampaian materi belajar ?
3. Bagaimanakah strategi dalam memasarakatkan Bioteknologi CMA melalui pendidikan ????

C. TUJUAN KEGIATAN

Menerapkan dan menginformasikan Bioteknologi CMA sebagai sumber pengayaan materi, yang sesuai dengan situasi dan kondisi lingkungan di Kabupaten Tuban.

1. Mengembangkan model pembelajaran eksperimen dalam materi ajar Sains tentang peranan Bioteknologi CMA,,

2. Memberikan alternatif variasi materi ajar Sains lebih relevan dan berdayaguna
3. Memasyarakatkan Bioteknologi CMA melalui pendidikan untuk peningkatan kualitas sumberdaya alam hayati maupun non hayati, sebagai teknologi tepatguna aman, murah, efisien dan efektif.

D. MANFAAT KEGIATAN

1. Hasil kegiatan ini diharapkan dapat menjadi masukan dan pertimbangan pendidik, tentang manfaat penerapan Bioteknologi CMA sebagai teknologi efektif untuk pemberdayaan sumber daya alam.
2. Pelaksanaan kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan peran Perguruan Tinggi dan kontribusinya terutama pada peningkatan kualitas pendidikan serta pembangunan masyarakat secara umum.
3. Disamping itu dapat memfasilitasi penerapan hasil penelitian dalam kegiatan pengabdian sebagai wujud nyata pelaksanaan Tridharma Perguruan Tinggi pada pembangunan masyarakat sekitar.

E. METODE PENERAPAN IPTEK

Metode yang digunakan untuk penerapan teknologi CMA sebagai pengembangan materi ajar, dalam bentuk petunjuk praktikum. Diharapkan dengan metode tersebut dapat dengan mudah dilaksanakan, dan diketahuai Apa dan bagaimana Bioteknolgi CMA. Sebagai landasan pemikiran di dalam penerapan pengembangan materi ajar, yang berisikan tentang Bioteknologi CMA, yaitu karakterisasi CMA, perbanyakan CMA, isolasi CMA dan Baku mutu Inokulum CMA. Materi tersebut digunakan sebagai pengkayaan maupun pengembangan materi ajar, menggunakan model eksperimen, yang disajikan dalam bentuk petunjuk praktikum.

Titik tolak dari uraian diatas, dapat memberikan gambaran pentingnya penerapan Bioteknologi melalui pendidikan, agar pengembangan dan penerapan CMA dapat segera tercapai, dan pengembangan materi ajar dapat diterapkan, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas materi ajar, maupun Out put peserta didik

Kegiatan yang akan dilakukan adalah menyusun materi ajar, melalui strategi pembelajaran dengan eksperimen. Diseminasi dalam bentuk pembelajaran, terbatas materi Bioteknologi CMA. praktek khusus untuk tenaga pendidik. Diharapkan dengan penerapan iptek melalui eksplorasi dan cara pemanfaatan melalui inokulasi dengan tanaman holtikultura, dapat membantu dalam pengembangan model dan materi ajar, serta mempermudah cara penerapan Bioteknologi CMA. .

F. HASIL RANCANGAN PENGEMBANGAN MATERI AJAR BIOTEKNOLOGI CMA

1. Gambaran Kegiatan Belajar Mengajar

Hasil penelusuran pustaka menunjukkan bahwa pembelajaran aktif adalah refleksi pengalaman, kemampuan melihat fenomena nyata kehidupan sebagai sumber belajar, kesediaan dan kemampuan untuk belajar dari pengalaman hidup, dan keseddiaan dan kemampuan untuk menjadi pembelajar sepanjang hayat (Wibowo,2009). Dari pernyataan tersebut menunjukkan bahwa pembelajara aktif bisa dilakukan dengan menggunakan model eksperimen dari hasil riset yang pernah dilakukan. Terlebih dulu dibuat Tabel

Tabel 1.1. Gambaran Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) dan kemampuan pengajar yang sesuai.

Kemampuan Pengajar	Kegiatan Belajar Mengajar	Keterangan
Merancang dan mengelola KBM yang mendorong peserta didik ntuk berperan aktif dalam pembelajaran	Pelaksanaan KBM dengan beragai kegiatan yang beragam ,yaitu : Percobaan, diskusi kelompok, memecahkan masalah, mencari informasi, menulis laporan.	KBM dilakukan **didalam kelas** maupun didalam **Laboatorium**
Pendidik memberikan petunjuk untuk melakukan eksplorasi	KBM dilakukan diluar kelas, untuk memberikan konsep, cara eksplorasi CMA di lapang dibawah tegakan tanaman	Tekniknya dituangkan dalam petunjuk praktikum , yang dilengkapi degan sarana dan prasarana KBM, berupa gambar, nara sumber dan studi kasus
Pendidik memberi kesempatan pesertya didik mengembangkan ketrampilan	Melakuka uji coba, dan pengamatan, mengumpulkan data, dan dianalisis, menarik kesimpulan, memecahkan masalah, dan menulis laporan	Diberikan juklak, dalam bentuk buku petunjuk praktikum
Pendidik memberi kesempatan mengungkapkan gagasan secara lesan atau tulisan	Berdiskusi, tanya jawab, berinteraksi, dan berdiskusi antar kelompok	Diskusi hasil yang diperoleh dalam eksperimen
Pendidik menyediakan bahan percobaan, baik dalam bentuk instruksi maupun gambar	KBM dilakukan dengan diskusi kelompok, untuk melakukan pemaparan hasil eksperimen kelompok	Peserta didik diwajibkan eksplorasi bacaan melalui eksplorasi dalam internet
Evaluasi KBM secara kontinew	Pendidik memvasilitasi, memantau kerja siswa dan memberikan umpan balik	Dikondisifkan adanya interaksi antara pendidik dan yang dididik. Pendidik harus mampu menkondisifkan terjadinya interaksi

2 Pelaksanaan Pembelajaran melalui praktikum atau eksperimen

Pertemuan Praktikum	Topik	Substansi	Metode	Fasilitas
1	Cara pengambilan sampel dan Inokulasi CMA pada inang	Penjelasan cara pengambilan sampel, dan inokulasi pada tanaman inang (Jagung)	Eksplorasi di Lapang	Alat untuk pengambilan sampel tanah di tegakan tanaman buah, pangan dan obat. Tanaman inang dan Petunjuk praktikum
2.	Keuntungan simbiosis antara tanaman inang dan CMA	Menjelaskan keuntungan simbiosis anatar inang dan CMA	Ceramah, dengan menggunakan *powerpoin*	proyektor LCD, dan lap-top
3.	Isolasi CMA	Melakukan penyaringan (*sieving*)	*Sieving* (Brundert 1994)	Saringan bertingkat dengan ukuran 450 – 45 μ
4.	Infeksi akar	Melihat persentasi infeksi akar oleh CMA	Histologis (modif. Clap *et al* 1996)	Laboratorium dan zat –zat untuk pembuatan preparat histlogis akar
5	Jumlah propagul	Propagul merupakan salah satu indikator kualitas inokulum CMA	Menghitung jumlah spora CMA. Hifa internal dan eksternal Akar yang terinfeksi	Menyediakan tanaman inang yang telah diinokulasi CMA umur 5 bulan
6	Efektifitas CMA	Mengukur Kemampuan menghasilkan pengaruh menguntungkan (Abbot *et al* 1992)	Mengukur bobot kering dan serapan hara (P)	Oven, dan timbangan
7	Cara Evaluasi CMA efektif	Analisis tanggap pertumbuhan akibat mikoriza	Menghitung bobot kering total bobot kering setiap tanaman yan dikolonisasi CMA dan rerata bobot kering yang tidak diinokulasi CMA	Menggunakan persamaaan : %TPAM = $\frac{W_M W_{NM}}{W_{NM}} \times 100$

3. Metode Pembelajaran dan Bentuk Kegiatan

Kuliah tatap muka diselenggarakan oleh tim an dikoordinasi oleh satu dosen pengampu. Materi diberikan dalam bentuk lekturet menggunakan *powerpoin* dengan alat bantu utama lap-top, LCD projector dan white board.

Mahasisa didibatkan untuk melakukan eksplorasi materi melalui brosing internet, guna memperdalam pemahaman topik yang sudah dibicarakan, sekaligus mendisusikan pokok-pokok yang perlu pendalaman. Pendidik memberikan pancingan dalam bentuk cerita suatu fenomena, ataupun foto atau gambar-gambar yang mendukung topik yang dibicarakan. Diskusi dilaksanakan dalam bentuk kelompok yang sudah dibentuk pada awal perkuliahan. Umpan balik dari diskusi diberikan oleh Dosen pengampu matakuliah.

4. Perencanaan Evaluasi Pembelajaran

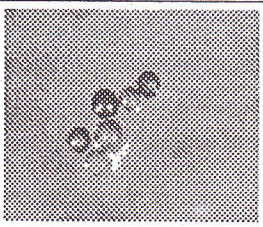
Aspek Penilaian	Unsur Penilaian	Presentase (%)
1. Pemahaman	Tugas mandiri	10
	Tugas kelompok	15
	Ujian tengah semester	10
	Ujian Akhir semester	25
2. *Soft Skills*	Kreatifitas dalam penyajian laporan eksperimen dan diskusi	40
	Kreatifitas dalam membuat resume,	
	Kedisiplinan pengumpulan tugas	
	Presentasi Laporan kelompok (dlm bentuk diskusi)	
	Partisipasi di Kelas	
Jumlah		100

MENGENAL DAN MENGKARAKTERISASI BIOTEKNOLOGI CENDAWAN MIKORRHIZA ARBUSCULA (CMA)

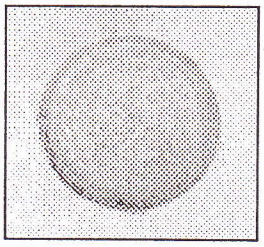
Tujuan : 1. Mengetahui dan mengenal Bioteknologi CMA

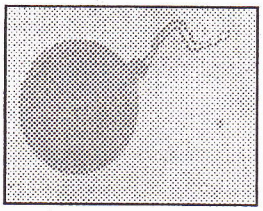
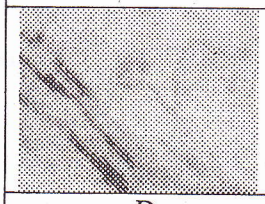
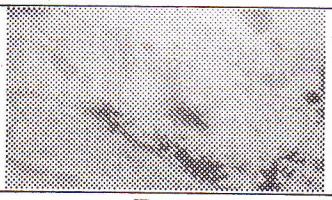
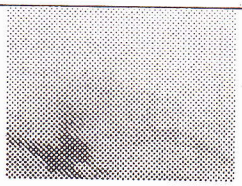
2. Mengkarakterisasi CMA dari Bentuk, ukuran dan warna

3.Mengetahui hifa CMA sebagai salah satu organ penting CMA

<table>
<tr><td>  </td><td>Keanekaragaman CMA

Identifikasi CMA, Hifa internal, hifa eksternal, vesikula dan arbuskula

A</td></tr>
<tr><td>  </td><td rowspan="2">Sebutkan masing-masing organ yang ada (As/dF), dan karakterisasi CMA yang ada (gambat A,B,C)

C</td></tr>
<tr><td>  </td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>D</td><td>E</td><td>F</td></tr>
</table>

A. KESIMPULAN

1. Hasil riset dapat dimanfaatkan sebagai pengembangan pembelajaran untuk materi ajar Bioteknlogi, dengan model eksperimen

2. Hasil riset dapat disosialisasikan melalui pendidikan, yang dimanfaatkan sebagai pengembangan materi ajar

3. Hasil riset dapat dengan mudah disosialisasikan kepada masyarakat melalui bebagai media, dan paling mudah bagi seorang dosen, memasyarakatkan Bioteknologi CMA melalui pendidikan, khususnya diperguruan tinggi yang sesuai dibidangnya untuk peningkatan kualitas sumberdaya alam hayati maupun non hayati, sebagai teknologi tepatguna aman, murah, efisien dan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

Ari Samadhi, TMA 2006. Pembelajaran active. Teaching improvement workshop. Engineering education development project ADB Loan No 142-INO.

Baon JB. 1996. Variation growth respons and nutrient efficiency of coffee cultivars infected by a mycorrhizae fungus. *Pelita Perkembangan* 12, p 36-47

Brundrett MC, Jasper DA, and N. Ashwath. 1999. Glomalean mycorrhizal fungi from tropical Australia. II. The effect of nutrient levels and host species on the isolation of fungi. *Mycorrhiza* 8:315-321.

Bonwell, CC. (1995). Active learning : Creating excitement in the classroom. Center for Teaching and learning,St.Louis College of Pharmacy.

Chalimah, S. 2007. Pemanfaatan Teknologi in vitro untuk Perkembangan spora Gigaspora margarita dan Acaulospora tuberculata. Disertasi. Program Pascasarjana IPB Bogor. Hal.-185

de -Souza FA, and EMR. Silva. 1996. Micorrizas Arbusculares Na Revegetação de Áreas Degradadas. p. 255-290. In: Siqueira JO. Avanços e Aplicações na pesquisa com micorrizas. UFLA, DCS-DCF, Lavras, MG, Brazil.

Edwards SG, Young JPW, and AH. Fitter. 1998. Interactions between *Pseudomonas fluorescens* biocontrol agents and *Glomus mosseae*, an arbuscular mycorrhizal fungus, within the rhizosphere. *FEMS Microbio Lett.* 166:297-303.

Ezawa T, Smith SE, and FA.Smith. 2002. P metabolism and transport in AM fungi. Plant and Soil 244, 221-230.

Harrison MJ. 1997. *The arbuscular mycorrhizal symbiosis*. Pages 1-34 in: *Plant-Microbe Interactions*, Vol. 3. G. Stancey, and N.T. Keen, eds. New York : Chapman and Hall.

Jakobsen I. 2000. Mycorrhizal fungi - a biological resource in plant nutrition. Phosphorus balance and utilization in agriculture towards sustainability, *proceedings of a seminar*, 17-19 March 1997: 113-118.

Jeffries P, Gianinazzi S, Perotto S, Turnau K, and JM. Barea. 2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. *Biology and Fertility of Soils* 37, 1-16.

Johansen A, Jakobsen I, and Jensen ES. 1993. External hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Trifolium subterraneum* L. 3. Hyphal transport of 32P and 15N *New Phytol.* 124: 61-68.

Norman JR, and JE Hooker. 2000. Sporulation of *Phytophthora fragariae* shows greater stimulation by exudates of non-mycorrhizal than by mycorrhizal strawberry roots. *Mycol. Res.* 104:1069-1073.

Rao MS, Kerry BR, Gowen SR, Bourne JM, and RP. Parvatha. 1997. Management of *Meloidogyne incognita* in tomato nurseries by integration of *Glomus deserticola* with *Verticillium chlamydosporium*. *Pflanzenschutz* 104:419-422.

Ravnskov S, Larsen, and Jakobsen I. 2002. Phosphorus uptake of an arbuscular mycorrhizal fungus is not affected by the biocontrol bacterium *Burkholderia cepacia*. *Soil Biol. Biochem.* 34:1875-1881

Smith SE, and Read DJ. 1997. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, San Diego, CA.*Symposium Great Plains Inoculant Forum.*

Vigo C, Norman JR, and JE Hooker. 2000. Biocontrol of the pathogen *Phytophthora parasitica* by arbuscular mycorrhizal fungi is a consequence of effects on infection loci. *Plant Path.* 49:509-514.