



PENERAPAN BIOTEKNOLOGI MIKORIZA UNTUK PENINGKATAN PRODUKSI DAN KUALITAS HIJAUAN PAKAN

PIDATO PENGUKUHAN

Disampaikan pada Upacara Penerimaan Jabatan Guru Besar dalam
Ilmu Tanaman Makanan Ternak pada Fakultas Peternakan
Universitas Diponegoro

Semarang, 22 Maret 2011

Oleh
Dwi Retno Lukiwati

PENERAPAN BIOTEKNOLOGI MIKORIZA UNTUK PENINGKATAN PRODUKSI DAN KUALITAS HIJAUAN PAKAN

Oleh :
Dwi Retno Lukiwati

PIDATO PENGUKUHAN

Disampaikan pada Upacara Penerimaan Jabatan Guru Besar dalam
Ilmu Tanaman Makanan Ternak pada Fakultas Peternakan
Universitas Diponegoro

Semarang, 22 Maret 2011



Diterbitkan oleh
Badan Penerbit Universitas Diponegoro
ISBN : 978-979-097-100-4

Flesh in Grass

The primary form of food is grass. Grass feeds the ox: the ox nourishes man: man dies and goes to grass again; and so the tide of life, with everlasting repetition, in continuous circles, moves endlessly on and upward, and in more senses than one, all flesh is grass.

(Originally printed in the Kansas Magazine in 1872. Sited by Barnes RF., Nelson CJ., Collins M. and Moore KJ. 2003. Forages. Vol.1).

Yang Terhormat:

Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia

Bapak Gubernur Provinsi Jawa Tengah

Rektor / Ketua Senat, Sekretaris Senat, dan Anggota Senat
Universitas Diponegoro

Para Guru Besar dari Luar Universitas Diponegoro

Para Anggota Dewan Penyantun Universitas Diponegoro

Para Pejabat Sipil, Militer maupun Kepolisian

Para Pembantu Rektor, Dekan, Direktur Program
Pascasarjana, Ketua Lembaga, Asisten Direktur Program
Pascasarjana, Pembantu Dekan, Ketua Jurusan, Program
Studi, dan Laboratorium di lingkungan Universitas
Diponegoro

Koordinator Kopertis Wilayah VI

Sivitas Akademika dan Staf Administrasi Universitas
Diponegoro

Para Pengurus Organisasi Kemahasiswaan di lingkungan
Universitas Diponegoro

Para tamu undangan, keluarga, handai taulan dan alumni
Universitas Diponegoro yang saya hormati, serta para
mahasiswa yang saya banggakan.

**Assalamua'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh,
Selamat Pagi dan Salam Sejahtera.**

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan hidayah Nya sehingga saya dapat menyampaikan pidato pengukuhan penerimaan jabatan Guru Besar di hadapan Rapat Senat Terbuka Universitas Diponegoro.

Saya menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada seluruh hadirin yang telah meluangkan waktu untuk hadir pada sidang terhormat ini.

Hadirin yang saya muliakan,

Perkenankan saya dengan segala kerendahan hati berdiri di hadapan hadirin sekalian untuk menyampaikan Pidato Pengukuhan berjudul: **Penerapan Bioteknologi Mikoriza untuk Peningkatan Produksi dan Kualitas Hijauan Pakan.** Judul tersebut selain sesuai dengan bidang ilmu yang saya tekuni yaitu Ilmu Tanaman Makanan Ternak, juga merupakan salah satu teknologi dalam upaya peningkatan produktivitas tanaman pakan di lahan tidak subur, dan pada gilirannya dapat meningkatkan produktivitas ternak ruminansia. Naskah pidato ini disusun berdasarkan hasil-hasil penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, sejak penulis menjadi dosen lebih dari 30 tahun yang lalu, dan beberapa pustaka pendukung.

PENDAHULUAN

Hadirin yang Berbahagia

Hijauan rumput (*Gramineae*) maupun legum (*Leguminoceae*) termasuk pakan utama ternak ruminansia. Namun lahan untuk budidaya tanaman pakan di Indonesia pada umumnya termasuk tidak subur, dicirikan oleh pH asam dan rendahnya ketersediaan unsur hara terutama fosfor (P). Sapi yang digembalakan pada pastura (padang penggembalaan) kekurangan unsur hara P akan menunjukkan gejala afosforosis antara lain pertumbuhan badan terhambat (kerdil) dan pertumbuhan tulang abnormal (Winks, 1990).

Pendahuluan

Tanah masam di Indonesia diklasifikasikan sebagai “upland” atau lahan kering atau lahan tadah hujan. Lahan kering masam saat ini seluas 102 juta hektar, sedangkan lahan kering non-masam 45 juta hektar (Badan Litbang Pertanian, 2010). Kesuburan lahan kering masam pada umumnya lebih rendah dibanding lahan sawah, antara lain dicirikan oleh pH asam ($\text{pH} < 5,5$), potensial keracunan Al dan Fe, serta fiksasi P meningkat, sehingga ketersediaan unsur hara P rendah. Penyebab tanah masam antara lain karena curah hujan tinggi sehingga basa-basa tercuci. Pelapukan bahan organik yang menghasilkan asam organik dan anorganik juga penyebab reaksi masam. Kegiatan mikro organisme terhadap pupuk nitrogen (urea, ZA) melalui proses amonifikasi dan nitrifikasi akan menghasilkan ion H^+ sehingga dapat meningkatkan kemasaman tanah (Dierolf *et al.*, 2001).

Selama ini upaya untuk mengatasi masalah kekurangan unsur hara P pada tanah masam dilakukan dengan pemupukan superfosfat (SP) yang merupakan pupuk kimia atau pupuk anorganik. Namun sejak subsidi pupuk oleh pemerintah dihapus, maka harga pupuk SP menjadi mahal (3 x harga pupuk batuan fosfat) dan bahkan langka ketika dibutuhkan oleh petani-peternak. Oleh karena itu sudah selayaknya dicari upaya lain untuk mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik tersebut, salah satunya adalah dengan penggunaan pupuk fosfat alam hasil tambang batuan fosfat (BP). Harga pupuk BP lebih murah dibanding SP, dan tersedia tambang BP misalnya di Ciamis, Sukabumi, Cirebon, Pati, Tuban dan Magelang. Pupuk BP sebagai salah satu sumber pupuk fosfat alam, relatif lebih murah dan tidak tergantung bahan baku yang harus diimpor seperti halnya pupuk SP. Namun pupuk BP bersifat larut dalam asam dan tidak larut dalam air sehingga lambat tersedia bagi akar tanaman. Masalah tersebut dapat diatasi selain pupuk BP dikombinasikan dengan pupuk ZA (bersifat masam) maupun suspensi fermentasi *Acetobacter – Saccharomyces* (SFAS), dapat juga dengan penerapan bioteknologi mikoriza yang berperan dalam meningkatkan ketersediaan unsur-unsur hara terutama P sehingga dapat diabsorpsi oleh akar tanaman

Hadirin yang saya hormati,

Mikoriza vesikular-arbuskular (MVA) termasuk salah satu kelompok endomikoriza, merupakan cendawan yang membentuk asosiasi simbiotik mutualis dengan akar tanaman rumput maupun legum pakan. Aplikasi bioteknologi mikoriza sangat penting untuk diperhatikan dan dimanfaatkan karena merupakan salah satu pendekatan ekonomis dan ekologis untuk mengatasi defisiensi P pada tanah masam.

**M i k o r i z a
sebagai
Pupuk Hayati**

Berdasarkan uraian tersebut, maka penting dan perlu di informasikan tentang potensi bioteknologi mikoriza sebagai pupuk hayati dikombinasikan dengan pupuk organik dan anorganik untuk meningkatkan produktivitas tanaman pakan di lahan tidak subur. Selain menekan biaya produksi dan meningkatkan pendapatan asli daerah dengan pendayagunaan tambang BP, juga mendukung program pemerintah dalam upaya meningkatkan pemanfaatan sumberdaya alam.

Inokulasi cendawan mikoriza termasuk teknologi murah dan ramah lingkungan serta mudah cara pembuatan maupun penerapannya dilapang. Penelitian mengenai peran mikoriza dikombinasikan dengan pupuk organik dan anorganik dalam upaya meningkatkan produktivitas tanaman pakan pada tanah tidak subur, telah saya lakukan sejak tahun 1991 hingga sekarang dan dipublikasikan di beberapa pertemuan ilmiah nasional maupun internasional,

serta diterbitkan di beberapa jurnal ilmiah maupun sebagai bahan pelatihan bioteknologi mikoriza dalam skala nasional maupun internasional.

PUPUK FOSFAT DAN PRODUKSI TANAMAN

Hadirin yang saya muliakan,

Sumber Pupuk Fosfat

Fosfor merupakan unsur mineral yang diperlukan untuk sintesis ATP (adenosin tri fosfat) sebagai kunci utama dalam reaksi-reaksi energetik pada berbagai proses metabolisme tumbuhan. Tanah tropika pada umumnya kekurangan fosfor, sehingga P merupakan faktor pembatas utama terhadap produksi dan nilai nutrisi pastura tropika (Jones, 1990). Pemupukan P perlu dilakukan untuk mengatasi kekurangan P tersebut. Terdapat dua sumber pupuk P yaitu superfosfat (SP) dan pupuk batuan fosfat (BP). Hingga tahun 1990-an, pupuk P yang beredar adalah TSP-46 (triple superphosphate-46 % P_2O_5). Perkembangan industri pupuk P selanjutnya adalah TSP diganti dengan SP-36 (superphosphate-36), dan kini juga beredar SP-18.

**Fosfor sebagai
P e m b a t a s
Utama Pastura
Tropika**

Pupuk superfosfat (SP) selama ini digunakan untuk mengatasi masalah kekurangan unsur hara P dilahan tidak subur (Lukiwati 2002,

Kasno *et al.*, 2006). Hasil penelitian Lukiwati (1990) menunjukkan bahwa pupuk TSP mampu meningkatkan jumlah anakan rumput setaria gajah (*Setaria splendida*) pada pertanaman monokultur maupun ganda dengan tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis*) pada tanah masam latosol. Pupuk SP merupakan hasil reaksi antara batuan fosfat dengan asam sulfat sebagai berikut $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{CaF}_2 + 7 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3 \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 7 \text{CaSO}_4 + 2 \text{HF}$, larut dalam air, sehingga dapat diabsorpsi oleh akar tanaman. Sedangkan pupuk BP dengan rumus $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ tidak larut dalam air sehingga lambat tersedia bagi akar tanaman. Oleh karena itu tanaman yang dipupuk SP hasilnya lebih tinggi dibanding jika dipupuk BP, sebagai contoh produksi jagung var. Bisma lebih tinggi dengan pemupukan SP dibanding BP pada dosis pemupukan yang sama (Lukiwati, 2002). Namun mahalnnya harga pupuk SP bahkan langka ketika dibutuhkan oleh petani- peternak, menyebabkan perlunya dicari upaya untuk memanfaatkan pupuk P alam yaitu BP (27 % P_2O_5). Harga pupuk BP lebih murah karena tersedia tambang BP misalnya di Ciamis, Sukabumi, Cirebon, Pati, Tuban dan Magelang. Produksi pupuk BP di Indonesia sekitar 1000 ton pada tahun 1988, dan termasuk urutan terakhir dalam skala dunia yaitu nomer 35. Namun pada tahun 1999 tidak ada data produksi pupuk BP di Indonesia. Negara-negara yang termasuk empat besar produsen pupuk BP yaitu Amerika, Soviet,

Maroko dan China (Stowasser, 1990). Penggunaan pupuk BP di Indonesia mencapai 13.000 ton (tahun 1980)

dan 69.000 ton (tahun 1998) terutama dikonsentrasikan pada tanaman perkebunan (Maene, 2001).

Pupuk BP berasal dari fosfat alam digiling halus, mengandung trikalsium fosfat atau $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (Young *et al.*, 1985), dengan kadar 12-27% P_2O_5 dan tidak larut dalam air, tetapi larut dalam asam (Dierolf *et al.*, 2001; Lukiwati *et al.*, 2001). Oleh karena itu untuk meningkatkan kelarutan pupuk BP, lebih sesuai diterapkan pada tanah masam ($\text{pH} < 5,5$) dengan dosis 1 – 1,5 ton BP/ha atau 300 – 450 kg P_2O_5 /ha (Dierolf *et al.*, 2001). Pupuk BP lebih sesuai digunakan untuk mengatasi kekurangan P di tanah-tanah masam (Kerridge & Ratcliff, 1982; Young *et al.* 1985). Pupuk BP menghasilkan produksi bahan kering (Lukiwati *et al.* 1994), dan kadar P (Lukiwati *et al.*, 1995), serapan N dan P hijauan legum pakan (Lukiwati *et al.*, 1996), kadar protein kasar (Lukiwati *et al.*, 2005) hijauan puero lebih tinggi dibanding tanpa pemupukan BP di tanah latosol masam.

Dosis pupuk BP dengan sekali pemberian sebanyak 500 kg P_2O_5 /ha untuk masa tanam 5 tahun, menghasilkan produksi jagung rata-rata meningkat 50 % lebih tinggi dibanding tanpa pemupukan P (Sharma *et al.* 2001). Nassir (2001) juga melaporkan bahwa satu kali pemberian pupuk BP dengan dosis 80-360 kg P_2O_5 /ha, dapat meningkatkan produksi jagung setara atau bahkan lebih tinggi dibanding pemupukan SP. Efisiensi pemupukan P untuk produksi biji jagung tertinggi dicapai pada dosis 66 kg P/ha atau 150 kg P_2O_5 /ha (Lukiwati, 2002).

Pemupukan P dapat meningkatkan pH tanah, tetapi cenderung akan kembali pada pH tanah semula setelah 4 kali musim tanam. Hasil-hasil penelitian lain menunjukkan bahwa pupuk BP dapat meningkatkan nilai nutrisi pastura, konsumsi ternak, dan produksi susu (Casanova, 2001).

Kombinasi Pupuk Fosfat dan Nitrogen

Telah banyak dibuktikan oleh para peneliti bahwa pupuk BP lebih sesuai diberikan pada tanah masam untuk meningkatkan kelarutannya. Pupuk ZA (zwavelzuur amonia) atau amonium sulfat (21 % N dan 24 % S) dengan rumus kimia $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ sebagai salah satu jenis pupuk nitrogen bersifat asam, sehingga dapat membantu meningkatkan kelarutan pupuk BP. Adanya anion sulfat cenderung menyebabkan meningkatnya kemasaman tanah, ketika dilakukan pemupukan dengan ZA (zwavelzuur amonia).

Ragam Pupuk P dan N

Hasil penelitian Lukiwati *et al.* (2001) menunjukkan bahwa kombinasi pemupukan BP + ZA menghasilkan produksi dan kualitas rumput setaria gajah (*Setaria splendida*) setara dengan pemupukan SP + urea. Dilaporkannya pula bahwa kombinasi pemupukan BP + ZA mampu menghasilkan produksi dan kualitas rumput setaria lebih tinggi dibanding tanpa pemupukan maupun pemupukan tunggal urea atau superfosfat. Pemupukan kombinasi BP + ZA diperoleh produksi jagung manis (*Zea mays saccharata*), serapan N dan P serta produksi bahan kering jerami setara dengan pemupukan SP + urea

(Lukiwati *et al.* 2010^a). Pupuk kandang ‘plus’ (BP + tepung cangkang kerang + pupuk kandang) dapat meningkatkan produksi jagung manis dan serapan nutrisi apabila dikombinasikan dengan pupuk anorganik NP (Lukiwati *et al.*, 2010b). Kombinasi pupuk kandang dan pupuk NP mampu meningkatkan produksi jagung manis dan bahan kering jerami serta serapan nutrisi (Lukiwati *et al.*, 2010c).

Efek Sisa Pupuk Fosfat

Tidak semua dosis pemupukan P yang diberikan dapat diabsorpsi oleh akar tanaman, sehingga masih terdapat residu pupuk P di dalam tanah. Hal ini disebabkan karena pemupukan P pada tanah pH <5,5 maka kadar Al^+ dan Fe^+ yang tinggi pada tanah masam, akan menjerap (‘adsorbing’) P menjadi bentuk $Al PO_4$ dan $FePO_4$, sehingga tidak tersedia bagi akar tanaman. Pengaruh residu masih ada selama beberapa tahun (Dierolf *et al.*, 2001). Nilai residu pemupukan BP dengan satu kali pemberian 120 kg P/ha (275 kg P_2O_5 /ha) setara dengan dosis yang sama tetapi terbagi dalam 3 kali pemberian (Friesen *et al.* 1990). Residu pemupukan P pada periode tanam pertama dengan dosis 132 kg P/ha (293 kg P_2O_5 /ha) masih mampu menghasilkan produksi biji dan bahan kering jerami jagung varietas Bisma lebih tinggi pada periode tanam kedua dibanding tanpa pemupukan P. Meskipun hasil pada periode tanam kedua lebih rendah dibanding pada periode tanam pertama. Dilaporkannya pula bahwa pupuk BP menghasilkan produksi biji dan bahan kering jerami jagung

Residu Pupuk P

setara dengan pupuk SP pada periode tanam kedua (Lukiwati & Waluyanti, 2001; Lukiwati *et al.*, 2010d).

Residu pemupukan P pada penanaman jagung secara rotasi dengan gandum masih menghasilkan produksi jagung lebih tinggi dibanding tanpa pemupukan P (Stoyanov, 2001). Dinamika fosfor dalam tanah sangat kompleks, karena melibatkan proses kimia maupun biologi (Bationo & Kumar, 2002). Respon tanaman terhadap aplikasi pupuk P dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jenis tanaman maupun pupuk P yang digunakan serta ada tidaknya mikoriza efektif di dalam tanah (Jones, 1990). Cendawan MVA yang efektif dalam mengkoloni akar tanaman maupun perkembangan hifa eksternalnya sangat berperan dalam meningkatkan serapan P (Howeler *et al.* (1987). Pernyataan ini didukung oleh Smith (1995) bahwa hifa eksternal MVA berperan meningkatkan efisiensi tanaman dalam mengabsorpsi dan translokasi unsur-unsur hara terutama P. Residu Pupuk P

BIOTEKNOLOGI MIKORIZA: SOLUSI LANGKA PUPUK DAN TANAH TIDAK SUBUR

Hadirin yang saya muliakan,

Bioteknologi Mikoriza

Mikoriza adalah suatu struktur yang dibentuk oleh asosiasi simbiotik mutualis antara cendawan tanah dan sel akar tumbuhan (tanaman inang). Dalam asosiasi simbiosis mutualis tersebut, tanaman inang ('host') menerima nutrisi mineral, sedangkan cendawan mikoriza mendapat suplai karbon sebagai derivat fotosintesis dari tanaman inang. Mikoriza vesikular-arbuskular termasuk salah satu kelompok endomikoriza, dan berperan dalam meningkatkan absorpsi unsur-unsur hara terutama P.

Bioteknologi mikoriza dapat diartikan sebagai pemanfaatan aktivitas atau hasil kegiatan cendawan mikoriza untuk meningkatkan produktivitas tanah tidak subur untuk menghasilkan produk yang berguna. Potensi cendawan mikoriza sangat penting untuk diperhatikan dan dimanfaatkan khususnya bagi kepentingan budidaya tanaman terutama pada lahan tidak subur. Cendawan mikoriza terdiri dari dua tipe utama yaitu endomikoriza dan ektomikoriza (Peterson & Bonfante, 1994). Asosiasi ektomikoriza terdapat pada spesies tanaman pohon dari famili *Pinaceae*, *Betulaceae*, *Fagaceae* dan *Dipterocarpaceae* (Smits, 1994). Asosiasi endomikoriza

**M a k n a
Bioteknologi
mikoriza**

meliputi 3 kelompok yaitu famili *Orchidaceae* (mikoriza anggrek), *Ericaceae* (mikoriza ericoid) dan mikoriza vesikular-arbuskular (MVA). Cendawan MVA terdapat pada hampir semua jenis tanah dan tidak memerlukan tanaman inang spesifik sehingga dapat berasosiasi dengan akar tanaman legum maupun rumput.

Mikoriza vesikular-arbuskular dicirikan oleh adanya struktur vesikel, arbuskel dan hifa di dalam akar dan hifa eksternal. Vesikel berbentuk kantung, bulat, terminal atau interkalari, terdapat di dalam sel atau antarsel. Fungsi vesikel sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan. Arbuskel merupakan struktur seperti haustorium dan bercabang banyak, terletak di dalam sel. Fungsi arbuskel sebagai tempat pemindahan nutrisi antara cendawan mikoriza dan tanaman inang. Arbuskel berumur pendek hanya sekitar 4 hari, kemudian mengalami lisis/pecah dan membebaskan P ke tanaman inang (Smith & Smith, 1995). Hifa eksternal MVA berperan meningkatkan efisiensi tanaman dalam mengabsorpsi dan translokasi unsur-unsur hara terutama P. Panjang hifa eksternal mencapai 7-10 m/g tanah pada penelitian di laboratorium, sedangkan di lapang mencapai 5-50 m/g tanah (Allen *et al.*, 1992).

Taksonomi Cendawan MVA

Informasi mengenai taksonomi cendawan MVA sejak tahun 1968 hingga sekarang berkembang terus dan menunjukkan adanya revisi klasifikasi cendawan MVA. Berdasarkan morfologi spora terdapat 6 genus pembentuk

**R a g a m
C e n d a w a n
M i k o r i z a**

arbuskel dan termasuk dalam ordo *Glomales*. Genus-genus tersebut adalah *Glomus*, *Sclerocystis*, *Acaulospora*, *Entrophospora*, *Gigaspora* dan *Scutellospora* (Morton & Benny, 1990; Schenck & Peřrez, 1990). Empat genus yang disebut lebih awal selain arbuskel juga membentuk vesikel, sedangkan *Gigaspora* dan *Scutellospora* tidak membentuk vesikel (Tabel 1).

Tabel 1. Taksonomi Cendawan MVA

Ordo	Sub-ordo	Famili	Genus
<i>Glomales</i>	<i>Glomineae</i>	<i>Glomaceae</i>	<i>Glomus</i>
		<i>Acaulosporaceae</i>	<i>Sclerocystis</i> <i>Acaulospora</i> <i>Entrophospora</i>
		<i>Gigasporaceae</i>	<i>Gigaspora</i>
	<i>Gigasporineae</i>		<i>Scutellospora</i>

Sumber : Morton & Benny (1990) dan Schenck dan Peřrez (1990)

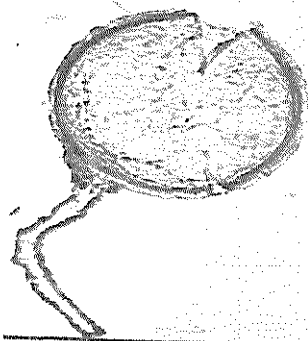
Revisi taksonomi cendawan MVA berikutnya oleh Morton dan Redecker (2001) bahwa *Acaulospora gerdemannii*, *Acaulospora trappei* dan *Glomus leptotichum* masing-masing menjadi *Archaeospora gerdemannii*, *A. Trappei* dan *A. Leptoticha*, termasuk dalam famili baru yaitu *Archaeosporaceae*. *Glomus occultum* dan *G. brasilianum* masing-masing menjadi *Paraglomus occultum* dan *Paraglomus brasilianum* dan ditempatkan dalam famili baru *Paraglomaceae* (Tabel 2).

Tabel 2. Revisi Taksonomi Cendawan MVA

Ordo	Sub-ordo	Famili	Genus
<i>Glomeromycota</i>	<i>Glomineae</i>	<i>Glomaceae</i>	<i>Glomus</i>
		<i>Acaulosporaceae</i>	<i>Acaulospora</i>
<i>Archaeosporaceae</i>		<i>Entrophospora</i>	
<i>Paraglomaceae</i>		<i>Archaeospora</i>	
<i>Gigasporaceae</i>		<i>Paraglomus</i>	
	<i>Gigasporineae</i>		<i>Gigaspora</i>
			<i>Scutellospora</i>

Sumber : Morton & Redecker (2001)

Genus *Glomus*, *Sclerocystis*, *Acaulospora*, *Scutellospora* dan *Gigaspora* banyak ditemukan pada semua ekosistem Setiadi, 2000). Penelitian mengenai identifikasi spesies cendawan MVA dimulai sejak tahun 1988 dan ditemukan sebanyak 120 spesies. Setahun kemudian meningkat menjadi 126 spesies dan tahun-tahun berikutnya dapat diidentifikasi 147 spesies (Schenck & Perez, 1990) dan 150 spesies (Morton & Bentivenga, 1994) didominasi oleh genus *Glomus* (Ilustrasi 1).



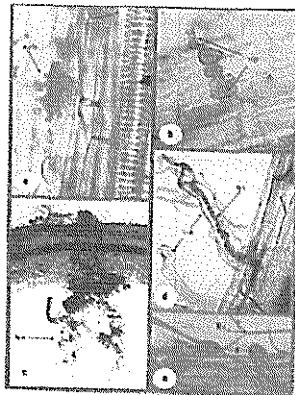
Ilustrasi 1. Spora *Glomus* sp

Kolonisasi Akar oleh Cendawan MVA

Perkembangan kolonisasi MVA dimulai dengan pembentukan suatu *appresorium* pada permukaan akar oleh hifa eksternal yang berasal dari spora atau akar bermikoriza di dalam tanah.

**Ciri-ciri
Asosiasi
Mikoriza**

Hifa dari *appresorium* kemudian menembus sel-sel epidermis dan menjalar di antara sel (interseluler) ataupun di dalam sel (intraseluler) menembus korteks tetapi tidak meluas ke endodermis ataupun stele. Akar bermikoriza dapat membentuk hifa eksternal yang merupakan kelanjutan dari hifa internal, kemudian vesikel terbentuk pada ujung-ujung hifa (Ilustrasi 2). Tiap spesies tanaman dapat mengendalikan luasnya kolonisasi dan aktivitas cendawan MVA dalam sistem akarnya segera setelah mikoriza mantap perkembangannya. Akar bermikoriza dapat diamati dengan mikroskop setelah diwarnai dengan trypanblue atau larutan asam fuchsin-asam laktat (Schenck & Perez, 1990).



Ilustrasi 2. Kolonisasi akar oleh cendawan MVA

- Keterangan :
- a. Arbuskel
 - b. Appresorium
 - c. Hifa eksternal
 - d. Hifa internal
 - e. Vesikel

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pembentukan asosiasi dengan mikoriza dapat berpengaruh terhadap fungsi simbiotik tersebut. Kecepatan pertumbuhan dan fungsi mikoriza tergantung pada suplai karbon sebagai derivat fotosintesis dari tanaman inang (Azcon-Aquilar & Bago, 1994). Hal ini dibuktikan oleh Lukiwati (1996) pada penelitian di rumah kaca maupun dilapang, bahwa jumlah tunas pada stolon *Centrosema pubescens* (centro) lebih banyak dibanding *Pueraria phaseoloides* (puero). Oleh karena itu persentase kolonisasi MVA pada akar centro lebih tinggi dibanding puero, demikian pula jumlah spora yang dihasilkan.

Potensi Cendawan MVA

Famili *Gramineae* dan *Leguminosae* dapat berasosiasi dengan cendawan MVA, dan legum termasuk tanaman yang sangat tergantung pada asosiasi dengan MVA. Oleh karena itu, legum lebih responsif terhadap inokulasi MVA dibanding rumput. Hal ini disebabkan karena tanaman legum mempunyai sedikit bulu-bulu akar (“magnolioid roots”), sehingga sangat tergantung pada asosiasi MVA (Lukiwati, 2000). Produksi bahan kering hijauan centro dan puero dengan inokulasi MVA masing-

**Peran dan
Manfaat
Mikoriza**

masing meningkat 20 kali dan 8 kali dibanding tanpa MVA (Lukiwati *et al.*, 1994). Kadar Ca dan P hijauan legum lebih tinggi dengan inokulasi mikoriza dibanding tanpa mikoriza (Lukiwati & Hardjosoewignjo, 1998). Inokulasi MVA mampu meningkatkan serapan N, P, S dan Zn hijauan kaliandra (*Calliandra calothyrsus*), masing-masing sebesar 902 % (9 x), 1047 % (10 x), 1017 % (10 x), dan 1093 % (10 x) dibanding tanpa inokulasi MVA (Simanungkalit & Lukiwati, 2001).

Setiap spesies MVA berbeda kemampuannya dalam merangsang pertumbuhan tanaman inang. Hal ini telah dibuktikan oleh Hardjosoewignjo *et al.* (1996) bahwa inokulasi *Glomus fasciculatum* menghasilkan produksi bahan kering, serapan N dan P hijauan centro (*Centrosema pubescens*) lebih tinggi dibanding dengan *G. mosseae*. Selanjutnya Lukiwati dan Simanungkalit (1999) menyatakan bahwa serapan N dan P hijauan jagung lebih tinggi dengan inokulasi *Glomus fasciculatum* dibanding *G. manihotis* dan *Scutellospora pellucida*. Menurut Bertham *et al.* (2005), setiap varietas kedelai mempunyai kesesuaian yang berbeda terhadap spesies CMA. Efisiensi serapan hara N dan P kedelai lebih rendah dengan inokulasi *Gigaspora margarita* dibanding *Glomus etunicatum* dan *G. manihotis* maupun *Acaulospora* sp. Namun serapan hara N dan P tersebut tidak berbeda antara *G. etunicatum*, *G. manihotis* dan *Acaulospora* sp. Dinyatakannya pula bahwa kedelai varietas Wilis lebih responsif terhadap inokulasi MVA dibanding varietas Pangrango. Hal ini ditunjukkan dengan

peningkatan serapan N dan P var. Wilis masing-masing sebesar 40,819 vs 3,202 mg/tanaman (12x) dan 3,883 vs 0,236 mg/tanaman (16x), sedangkan var. Pangrango hanya 51,760 vs 19,408 mg/tanaman (2x) dan 4,730 vs 1,433 mg/tanaman (2x) dibanding dosis pupuk rekomendasi. Hal ini diduga disebabkan karena adanya perbedaan ukuran spora dan dikaitkan dengan pembentukan hifa eksternal yang berperan dalam efisiensi penyerapan unsur-unsur hara terutama P. Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa spesies MVA yang berbeda (*G. fasciculatum*, *Entrophosphora columbiana*, *G. fasciculatum* + *E. columbiana*) menghasilkan produksi bahan kering dan serapan N hijauan puero tidak berbeda, namun lebih tinggi dibanding tanpa mikoriza (Lukiwati & Simanungkalit, 2004). Inokulasi *Glomus microagregatum* menghasilkan pertumbuhan dan produksi kedelai setara dengan *G. etunicatum* dan *G. manihotis*, namun lebih tinggi dibanding tanpa inokulasi (Rahmansyah & Suciati, 1999). Dinyatakannya pula bahwa inokulasi MVA mampu meningkatkan pertumbuhan kedelai dan kacang tanah setara dengan dosis pemupukan 100 kg P/ha.

Morfologi dan geometri sistem perakaran tanaman berpengaruh terhadap kemampuan tanaman inang dalam memperoleh unsur hara maupun dalam berasosiasi dengan mikoriza. Data Tabel 3 menunjukkan bahwa inokulasi cendawan mikoriza menghasilkan peningkatan serapan N dan P hijauan legum flemingia (*Flemingia congesta*) lebih tinggi dibanding puero (*Pueraria phaseoloides*) dan stylo (*Stylosanthes guianensis*) (Lukiwati dan

Hardjosoewigno, 1998). Namun peningkatan produksi bahan kering hijauan stylo lebih tinggi dibanding flemingia maupun puero (Lukiwati *et al.*, 1995).

Tabel 3. Peningkatan produksi bahan kering, serapan N dan P hijauan legum pakan dengan inokulasi cendawan mikoriza dibanding tanpa mikoriza

Spesies legum pakan	Produksi bahan kering	Serapan N	Serapan P
<i>Flemingia congesta</i>	5 x	28 x	84 x
<i>Pueraria phaseoloides</i>	12 x	8 x	18 x
<i>Stylosanthes guianensis</i>	22 x	13 x	67 x

Tiga faktor utama yang menentukan keberhasilan inokulasi MVA di lapang maupun pada penelitian di rumah kaca tanpa sterilisasi tanah yaitu (1) ketergantungan tanaman terhadap MVA, (2) efektivitas spora MVA-indigenous maupun inokulum yang di introduksikan serta (3) status hara tanah terutama fosfor. Pemupukan BP (300-400 kg P₂O₅/ha) mampu meningkatkan potensi inokulum MVA dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman legum maupun berkompetisi dengan cendawan MVA-indigenous pada penelitian di lapang (Lukiwati *et al.*, 1997).

Mikoriza dan Pupuk Fosfat

Hasil penelitian Lukiwati dan Simanungkalit (2001) menunjukkan bahwa pupuk BP dapat menggantikan pupuk SP apabila diinokulasi dengan cendawan MVA.

**Batuan Fosfat
s e b a g a i
P e n g g a n t i
Superfosfat**

Kombinasi pemupukan BP dengan inokulasi MVA menghasilkan produksi bahan kering dan serapan P tidak berbeda dibanding dengan pemupukan SP. Produksi BK, serapan N dan P meningkat masing-masing 8, 9 dan 12 kali lebih tinggi dengan kombinasi pemupukan BP dan inokulasi cendawan MVA dibanding tanpa inokulasi MVA. Lukiwati *et al.* (1997) melaporkan bahwa pemupukan BP dikombinasikan dengan inokulasi MVA dapat meningkatkan serapan P legum bermikoriza 22 kali lebih tinggi dibanding tanpa MVA.

Kombinasi pupuk kandang dan BP + ZA dibandingkan dengan kombinasi pupuk kandang dan SP + urea, masing-masing di inokulasi

dengan cendawan MVA, menghasilkan produksi jagung manis tidak berbeda (Lukiwati *et al.*, 2010a). Tinker (1975) menyatakan beberapa kemungkinan tentang mekanisme peningkatan absorpsi P pada akar bermikoriza sebagai berikut : (1) Kolonisasi akar mengakibatkan permukaan akar menjadi lebih luas, sehingga kemampuan mengabsorpsi P meningkat. (2). Kolonisasi akar menyebabkan peningkatan daya absorpsi ('absorbing power') terhadap fosfat. (3). Hifa eksternal (hifa di dalam tanah) menghasilkan enzim fosfatase, dan berperan aktif

dalam meningkatkan absorpsi unsur-unsur hara terutama P.

Tiga fase absorpsi unsur hara hingga transfer ke sel-sel akar tanaman (Rhodes dan Gerdeman (1980) sebagai berikut: (1). Absorpsi hara dari dalam tanah oleh hifa eksternal. (2). Translokasi unsur hara dari hifa eksternal dalam akar tanaman inang. (3). Pelepasan hara dari hifa internal ke sel-sel akar tanaman. Unsur hara P yang diabsorpsi oleh hifa eksternal dalam bentuk polifosfat, dan telah dibuktikan melalui elektron mikroskop bahwa terdapat granul polifosfat dalam vakuola hifa (Cox *et al.*, 1975).

Cendawan MVA selain mampu meningkatkan produksi, dapat juga meningkatkan kualitas hijauan pakan misalnya pencernaan bahan kering. Dilaporkan oleh Lukiwati (2007), pencernaan bahan kering hijauan legum pakan lebih tinggi dengan kombinasi pemupukan 87 kg P/ha (BP) dan inokulasi MVA dibanding tanpa pemupukan P, masing-masing 88,4 % dibanding 67,0 %. Pemberian pupuk organik (pupuk kandang) dan anorganik (BP-ZA) apabila dikombinasikan dengan inokulasi MVA dapat menghasilkan produksi jagung manis, serapan N dan P lebih tinggi dibanding tanpa mikoriza (Lukiwati *et al.*, 2010^a). Keberhasilan inokulasi MVA dilapang sangat dipengaruhi oleh efektivitas cendawan MVA indigenous atau tergantung pada potensi inokulum tersebut.

Sinergi Mikoriza dengan Mikroba Lain

Cendawan mikoriza mampu bersinergi dengan mikroba potensial lainnya dalam meningkatkan produktivitas tanaman, misalnya bakteri *Rhizobium* dan suspensi fermentasi *Acetobacter – Saccharomyces*. Dua asosiasi simbiotik antara tanaman legum dengan mikroorganisme (*Rhizobium* dan MVA) berperan penting dalam meningkatkan produksi tanaman legum di tanah masam. Hasil penelitian Lukiwati dan Simanungkalit (2002) menunjukkan bahwa inokulasi ganda *Glomus manihotis* dan *Bradyrhizobium japonicum* menghasilkan serapan N, P dan produksi bahan kering hijauan kedelai lebih tinggi dibanding apabila di inokulasi masing-masing inokulum tersebut secara terpisah. Inokulasi ganda MVA dan rhizobium, dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, banyaknya fiksasi N dan jumlah nodul pada tanaman lamtoro (*Leucaena leucocephala*)(Cao Jidan *et al.*, 1994). Harmastini *et al.* (2000) melaporkan hasil penelitiannya selama 5 bulan, bahwa inokulasi ganda cendawan MVA-Osaka Gas (impor dari Jepang) dengan beberapa isolat *Rhizobium* mampu meningkatkan pertumbuhan sengon (*Paraserianthes falcataria*) dan mangium (*Acasia mangium*). Inokulasi ganda MVA – *Rhizobium* dapat meningkatkan produksi hijauan *Paraserianthes falcataria* sebesar 600 % atau 6 kali (Mansur, 2000). Menurut Lukiwati *et al.*, (2009) inokulasi ganda cendawan mikoriza (*Glomus manihotis*) dan *Bradyrhizobium japonicum* dikombinasikan dengan pemupukan BP dapat menghasilkan serapan N, P, S

**Inokulasi
Ganda**

hijauan kedelai lebih tinggi dibanding apabila pupuk BP maupun masing-masing inokulum diberikan terpisah.

Pemupukan BP yang direndam dalam suspensi fermentasi *Acetobacter-Saccharomyces* (SFAS) dikombinasikan dengan inokulasi cendawan *Glomus manihotis* mampu meningkatkan produksi bahan kering, serapan N dan P hijauan puero di tanah latosol masam (Lukiwati *et al.*, 2008).

Sebelumnya telah dilaporkan oleh Lukiwati *et al.*, (2005), bahwa pemupukan P (BP, SP) yang direndam dalam SFAS dapat meningkatkan kadar selenium hijauan puero. Sedangkan pemupukan BP dalam suspensi SFAS menghasilkan produksi BK, kadar PK, dan sulfur setara dengan pemupukan SP.

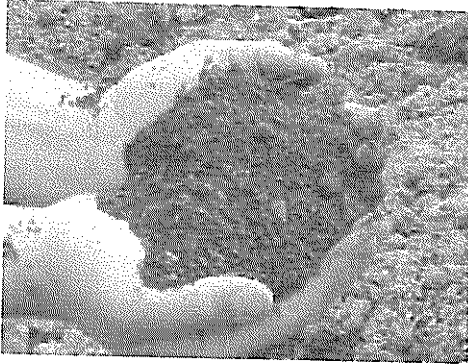
Produksi Inokulum Cendawan MVA

Cendawan MVA dalam keadaan dorman (istirahat) di dalam tanah, dapat diisolasi dengan metoda tuang saring basah (“wet sieving & decanting”). Selanjutnya dengan bantuan mikroskop stereo dan pipet pasteur atau mikrospatula, spora MVA dapat diambil. Spora MVA tersebut dapat diperbanyak secara dikulturkan pada media tumbuh di pot dengan tanaman inang rumput ataupun legum. Hal ini disebabkan karena cendawan MVA termasuk simbiosis obligat, dan hanya dapat diperbanyak secara simbiosis dengan akar tanaman. Produksi inokulum hasil perbanyak spora MVA di pot tersebut, dapat dipanen pada 3 – 4 bulan setelah tanam dan di inokulasi.

**T e k n i k
P e r b a n y a k a n
I n o k u l u m
M i k o r i z a**

Legum centro (*Centrosema pubescens*) dan puero (*Pueraria phaseoloides*) sesuai sebagai tanaman inang untuk perbanyak spora MVA (Lukiwati dan Supriyanto, 1995). Hasil perbanyak spora tersebut dapat digunakan sebagai inokulum tanah ('crude inoculum'), spora maupun inokulum akar. Inokulum tanah dapat dibuat dalam bentuk pellet, tablet maupun granular dan masih dapat dipertahankan efektivitasnya selama 3 tahun apabila disimpan dalam kamar dingin (Howeler *et al.*, 1987). Viabilitas *Glomus mosseae* maupun *G. fasciculatum* lebih tinggi pada suhu penyimpanan 20°C dibanding pada suhu kamar. Namun populasi spora mikoriza menurun apabila digunakan fungisida untuk pengendalian hama dan penyakit tanaman (Lukiwati *et al.* 1998).

Teknik perbanyak inokulum mikoriza di pot dalam skala besar tentu memerlukan waktu lama dan biaya pengangkutan apabila akan digunakan dilapang. Oleh karena itu disarankan agar diterapkan langsung kepada petani untuk memproduksi secara *in situ*, yaitu dilahan petani pada luasan tertentu sebelum waktu tanam dengan menggunakan 'crude inoculum' (Ilustrasi 3, sumber: indonetnetwork.co.id/htm. 8 Maret 2011).



Ilustrasi 3. "Crude inoculum" mikoriza

Telah banyak dibuktikan bahwa 'crude inoculum' lebih efektif untuk kolonisasi akar dan produksi spora di lapang dibanding bentuk inokulum lainnya. Hal ini disebabkan karena 'crude inoculum' adalah tanah media perbanyakan inokulum MVA, mengandung bermacam-macam bentuk propagul (spora dan hifa eksternal) maupun akar yang terkoloni MVA yang mampu meningkatkan persentase kolonisasi akar (Sylvia dan Jarstfer, 1994).

PENUTUP

Hadirin yang berbahagia,

Penerapan bioteknologi mikoriza di-kombinasikan dengan pupuk anorganik dan organik dapat diterapkan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan pada gilirannya meningkatkan produktivitas tanaman. Cendawan mikoriza vesikular-arbuskular (MVA) telah menunjukkan kemampuannya dalam meningkatkan serapan unsur-unsur hara, pertumbuhan dan produksi serta menekan kebutuhan pupuk P bagi tanaman terutama di tanah tidak subur. Demikian juga cendawan MVA mampu bersinergi dengan mikroba lain dalam meningkatkan produktivitas tanaman di lahan tidak subur. Perbanyak inokulum cendawan MVA antara lain dapat dilakukan melalui asosiasi dengan akar tanaman inang, dalam skala laboratoris maupun secara *in situ* langsung di lahan petani.

Penutup

PESAN UNTUK PARA MAHASISWA DAN KOLEGA

Para mahasiswa yang saya banggakan,

Mahasiswa sebagai generasi muda penerus bangsa, beberapa pesan yang dapat saya sampaikan

Pesan kepada Mahasiswa

bahwa: (1) Sukses dapat diraih dengan berani mencoba, berpikir positif, dan pantang menyerah, karena

90 % orang-orang yang merasa gagal sebenarnya belum tentu gagal, hanya saja mereka cepat menyerah. (2) Kita semua selalu dihadapkan pada ribuan kesempatan emas yang tersamarkan dengan baik oleh kesulitan. Dengan kata lain, dibalik segala jenis masalah yang menghadang kita, sebenarnya terdapat banyak sekali kesempatan emas untuk kehidupan sukses kita. (3) Gantungkanlah cita-citamu setinggi langit, karena mereka yang berhenti belajar akan menjadi pemilik masa lalu, sedangkan yang masih terus belajar akan menjadi pemilik masa depan. (4) Masa depan seseorang bergantung pada sikap dan buku-buku yang dibaca. (5) Bangsa yang ingin bertahan dalam kompetisi global, tidak cukup hanya mengandalkan kekuatan data dan informasi, tetapi juga harus mengembangkan tradisi, inovasi dan kreativitas. Kesadaran untuk selalu introspeksi akan diri sendiri akan melahirkan watak 'tepa selira', dan ber 'empati' secara terus menerus kepada sesama umat manusia.

Para kolega dosen muda yang berbahagia

Raihlah puncak karir seorang dosen sebagai guru besar melalui 3 pilar utama yaitu pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Jangan pernah takut gagal sebelum mencoba, karena begitu banyak orang yang tidak pernah gagal – sebab mereka tidak pernah mencoba. Pusatkan pikiran pada hal-hal positif dan kesuksesan, serta jangan biarkan pikiran negatif mencemarinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Hadirin yang saya muliakan

Perkenankan saya mengucapkan terima kasih yang tak terhingga di akhir pidato kepada berbagai pihak yang berperan langsung maupun tidak langsung, sehingga acara ini dapat diselenggarakan.

Ucapan Terima Kasih

Mengenang kembali perjalanan panjang yang telah kutempuh, tahun 1972 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro. Tahun 1975 mulai mengabdikan sebagai Asisten Mahasiswa, dan sejak tahun 1980 menjadi staf pengajar. Awal Desember 2010 Jabatan Guru Besar dapat saya raih atas ijin dan karunia Tuhan Yang Maha Esa.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga saya haturkan kepada Ibunda dan Ayahnda (alm.) tercinta. Ibuku (Soewarni) adalah seorang ibu paling hebat didunia, yang telah mengandung, melahirkan, mendidiknya dan mendampingi dengan penuh kasih sayang hingga menjadi seorang Guru Besar. Ayahku (Soekadi Soerowidjojo, Kapten Purnawirawan TNI – AD) adalah seorang ayah paling hebat didunia, yang telah mendidiknya begitu kuat dalam disiplin ala militer untuk tetap semangat dan tegar dalam kondisi apapun. Semangat '45 ayahku tetap terpatuhi dalam jiwaku meskipun beliau telah tiada tahun 1985 menjelang hari wisudaku meraih gelar magister sains. Juga terima kasih kepada saudara tunggalku mas Sonny

Setiadi Yudo Santosa, AMd yang telah menjadi salah satu penasihat di sepanjang hidupku.

Terima kasih tak terhingga, penuh pujian dan kebanggaan kepada tiga pengawalku, anak-anakku tersayang, Bayu Brojonoto, ANT-2., Bayu Mahendratta, ST dan Bayu Hastinoto. Anak-anakku sumber semangat dan pelita hidupku. Taqwa mu kepada Tuhan Yang Maha Esa, senyum ceriamu dan suksesmu adalah kebahagiaan ibu yang tak ternilai.

Terima kasih kepada keluarga 'besan' (Bpk. Ma'mur Asyari, BA dan Ibu Masrokhah) serta menantuku – Hilda Ma'muroh, S.KM., yang telah melengkapi tugasku sebagai seorang ibu.

Hadirin yang berbahagia

Saya ucapkan terima kasih kepada:

Pemerintah Republik Indonesia up. Menteri Pendidikan Nasional yang telah memberi kepercayaan kepada saya untuk mengemban tugas sebagai Guru Besar dalam bidang Ilmu Tanaman Makanan Ternak pada Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro.

Rektor/ Ketua Senat Universitas Diponegoro Prof. Sudharto Prawata Hadi, MES. PhD, Sekretaris Senat Universitas Diponegoro Prof. Dr. Ir. Sunarso, MS serta seluruh Anggota Senat dan Dewan Guru Besar Universitas Diponegoro yang telah menyetujui dan memproses usulan

saya ke jabatan Guru Besar serta atas perkenannya sehingga saya dapat menyampaikan pidato pengukuhan ini.

Prof. Dr. H. Moelyono S. Trastotenoyo, Prof. Ir. Joetata Hadihardaya, Prof. Dr. H. Muladi, SH., Drs. Darjono Rahardjo, MM.,

Prof.Ir. Eko Budihardjo, MSc., Prof. Sudharto Prawata Hadi, MES., PhD., Prof. Dr.dr. Susilo Wibowo, MS.,Med, Sp.And., Prof.Dr.dr. Ign. Riwanto, SpBD, sebagai pimpinan Universitas Diponegoro pada masanya yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan kemudahan dalam pengembangan karir saya.

Direktur Ditjen DP2M Dikti yang telah memberi kesempatan dan kepercayaan kepada saya sebagai 'reviewer' sejak tahun 2005 hingga sekarang, yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberi dukungan dalam pengembangan karir hingga memperoleh jabatan sebagai Guru Besar.

Para Ketua Lembaga Penelitian (Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat) Universitas Diponegoro terdahulu dan sekarang, berturut-turut Prof. Dr. dr. Ign. Riwanto, SpBD.; Prof. Dra. Indah Susilowati, PhD.; dan Prof. Drs. Imam Ghozali, M.Com, Akt, PhD., disamping telah memberi kepercayaan kepada saya sebagai Staf Ahli berturut-turut sejak tahun 2000 hingga sekarang, juga tak henti-hentinya memberi dorongan kepada saya untuk meraih jabatan Guru Besar.

Para guru besar Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro yang telah memberi rekomendasi dan dukungannya atas pengusulan saya dalam jabatan guru besar, yaitu Prof. Dr.Drh. Soedarsono, MS; Prof. Dr.Ir. C. Imam Sutrisno dan Prof. Dr. Ir. Sumarsono, MS; serta Prof. Dr.Ir. Umiyati Atmomarsono, MS; Prof. Dr.Ir. Sunarso, MS

Prof. Dr.Ir. Isbandi, MS; Prof. Ir. Bambang Suryanto, MS, Psl.; Prof. Dr.Ir. Anang M. Legowo, MSc.; Prof. Dr.Ir. Valentinus Priyo Bintoro, M.Agr.; Prof.Dr.Ir. Vitus Dwi Yuniarto B.I., MS.; Prof.Dr.Ir. Didiék Rahmadi, MS (Alm.), Prof. Dr. Ir. Bambang Sukanto, MS dan Prof.Dr.Ir. Dwi Sunarti, MSc

Para guru besar diluar Universitas Diponegoro yang telah memberi rekomendasi atas pengusulan saya dalam jabatan guru besar, yaitu Prof. Dr. Bernard Dell (Murdoch University, Perth - Australia), Prof. Dr. Ir. Soedarmadi Hardjo-soewignjo, MSc (Institut Pertanian Bogor – Bogor), Prof. Dr.Ir. Lukman Hakim (Universitas Brawijaya – Malang) dan Prof. Ir. Totok Agung Dwi Haryanto, M.S., PhD (Universitas Jenderal Soedirman – Purwokerto).

Ketua dan segenap anggota Peer Group: Prof. Dr. Ir. Sumarsono, MS (Ketua), Prof. Dr. Ir. Sunarso, MS., Prof. Dr. Ir. C. Imam Sutrisno, Prof. Dr. Ir. Syaiful Anwar, M.Si., Prof. Dr. Ir. YS. Darmanto, MSc., Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA., dan Prof. Drs. Soedjarwo, saya

sampaikan terima kasih atas masukan dan saran hingga terwujudnya naskah pidato ini.

Panitia Angka Kredit dan Tim Verifikasi di tingkat Fakultas maupun Universitas, serta Komisi V Senat Universitas Diponegoro, yang telah memeriksa dan menyetujui usulan guru besar saya.

Dekan/ Ketua Senat Fakultas Peternakan (Prof. Dr. Ir. V. Priyo Bintoro, M.Agr); Sekretaris Senat dan Para Anggota Senat Fakultas Peternakan; Ketua/Sekretaris Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak (Ir. Budi Adi Kristanto, MS dan Dr. Ir. Limbang Kustiawan Nuswantoro, MP); Ketua/Sekretaris/Anggota Laboratorium Ilmu Tanaman Pakan yaitu Dr.Ir. Karno, M.AppSc.; Dr.Ir. Didik Wisnu Widjajanto, MSc; Ir. B.Sukamto, MS (purnatugas); Prof. Dr.Ir. Sumarsono, MS; Ir. Endang Dwi Purbayanti, MS; Ir. Widyati Slamet, MP.; Ir. Rahayuning Tri Mulatsih, MS (Almh.); Ir. Budi Adi Kristanto, MS.; Ir. Sutarno, MS; Ir. Adriani Darmawati, MSc.; Ir. Susilo Budiyanto, Msi.; Ir. Florentina Kusmiyati, MSc; dan Ir. Eny Fuskhah, MSi.

Forum Lektor Kepala Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak; Kolega Dosen dan seluruh sivitas akademika Fakultas Peternakan, yang telah memberi dorongan dan motivasi hingga terselenggaranya acara yang sangat terhormat ini.

Para Dekan Fakultas Peternakan terdahulu, berturut-turut drh. RS. Bachoer, Prof.Dr. H. Lachmudin Sya'rani., Drs. Soepharno Hendrosoekarjo, M.Agr.Sc (Alm.),

Kolonel drh. Soetopo Andar, Ir. Soelistyono HS., Prof. Dr. Drh. Soedarsono, MS., Prof. Dr. Ir. Didiék Rahmadi, MS (Alm.), Ir. Bambang Srigandono, MSc (Alm.) dan Prof. Dr. Joelal Achmadi, MSc., berturut-turut telah memberi ijin kepada saya untuk menempuh pendidikan S-1 (Fakultas Peternakan dan Perikanan), S-2 (IPB) dan S3 (IPB Bogor dan UPLB – Philippines), serta telah banyak memberi kemudahan, dorongan dan semangat untuk meraih jabatan Guru Besar.

Para guru ketika saya menempuh pendidikan di Sekolah Rakyat (SR), Sekolah Menengah Pertama (SMP) dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di Kabupaten Karanganyar Surakarta. Jasa para guruku dalam mendidikku tak kan pernah kulupakan.

Para Dosen Pembimbing Skripsi di Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro (Ir. Soelistyono HS dan Ir. Sri Andani Hudoyo, MS); Pembimbing Tesis di IPB (Dr. Ir. Soedarmadi HS, MSc; Prof. Dr. Ir. Achmad Surkati dan Dr. Ir. Justika S Baharsjah), dan Pembimbing Disertasi di IPB dan UPLB-Philippines (Prof. Dr. Ir. Soedarmadi HS, MSc; Dr. Ir. Yahya Fakuara TS. (Alm.), MSc; Dr. Ir. Iswandi Anas, MSc; Dr. Ir. Tantan R. Wiradarya, MSc; Dr. Ir. Abdurrauf Rambe, MSt; dan Prof. Dr. Reynaldo E. Dela Cruz), berturut-turut telah banyak memberi bimbingan hingga pendidikan S1, S2 dan S3 dapat diselesaikan dengan baik.

Para peneliti di luar lingkungan Universitas Diponegoro, yang pernah ber kolaborasi dalam

pelaksanaan kegiatan penelitian, yaitu Fakultas Kehutanan – IPB, Balitbio Tanaman Pangan – Bogor, Laboratorium Silvikultur SEAMEO – BIOTROP Bogor, dan Laboratorium Mikrobiologi LIPI-Bogor, masing-masing berturut-turut Dr. Yadi Setiadi (1990), Dr. R.D.M. Simanungkalit (1998-2003), Dr. Supriyanto (1999), dan Dr. Novik Nurhidayat (2003-2005). Hasil-hasil kerjasama penelitian telah dipublikasikan dalam jurnal maupun konferensi internasional/nasional.

Terima kasih kepada Ibu Drh.Dra. Dwi Yanny Lukitaningsih, M.Psi., Bpk. Didik Sudarsono WN, BA., SE. dan Bpk. Dr. Pujiyono, SH.MHum., atas saran, nasihat dan dukungan moril dikala badai menerpa, hingga akhirnya ‘Habis Gelap Terbitlah Terang’.

Masih banyak kolega, saudara, sahabat, teman dan mahasiswa, yang telah berjasa di sepanjang karir saya sebagai dosen hingga dapat mencapai jabatan Guru Besar. Namun tidak dapat disebut satu persatu, karena keterbatasan waktu dan untuk itu saya ucapkan terima kasih.

Terima kasih kepada segenap Panitia Pengukuhan Guru Besar dan anggota Paduan Suara Universitas Diponegoro, atas segala jerih payah dan kerjasama yang baik sehingga acara yang sangat terhormat ini dapat diselenggarakan.

Hadirin yang saya hormati,

Akhirnya, saya ucapkan terima kasih kepada para hadirin atas perhatian dan kesabarannya mengikuti pidato pengukuhan ini. Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu melimpahkan taufik dan hidayahNya kepada kita semua, Amiin ya Robbal 'alamiin.

Wassalam mu'alaikum Warahmatulahi Wabaro-katuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, M.F., B. Weinbaum, S.J. Morris, & E.B. Allen. 1992. Techniques for following the hyphae of VA mycorrhizal fungi. In: Programme and Abstracts. The International Symposium on Management of Mycorrhizas, in Agriculture, Horticulture and Forestry. Perth. 28 Sept.-20 Oct. hlm.24-25.
- Azcon-Aquilar, C. & B. Bago. 1994. Physiological characteristics of the host plant promoting an undisturbed functioning of the mycorrhizal symbiosis. In: Gianinazzi S, Schuepp H (Ed.). Impact of Arbuscular-mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems. Boston. hlm.47-60.
- Badan Litbang Pertanian. 2010. Teknologi Pupuk dan Pemupukan. Badan Litbang Pertanian. Kementrian Pertanian. Jakarta
- Bationo, A & A.K. Kumar. 2002. Phosphorus use efficiency as related to sources of P fertilizers, rainfall, soil, crop management, and genotypes in the West African semiarid tropics. Proc.of Food Security in Nutrient -Stressed Environments: Exploiting Plant's Genetic Capabilities. International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics (ICRISAT) Patancheru, India. Kluwer Academic Publishers. Printed in Netherlands. hlm.145-154.
- Bertham, Y.H., C. Kusmana, Y. Setiadi, I. Mansur & D. Sopandie. 2005. Introduksi pasangan CMA dan rhizobia indigenous untuk peningkatan pertumbuhan dan hasil kedelai di Ultisol Bengkulu. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia. 7(2): 94-103.

- Casanova, E. 2001. Evaluating the effectiveness of phosphate fertilizers: phosphate rock use and related technology in Venezuela. In: Proc.of an International Meeting "Direct Application of Phosphate Rock and Related Appropriate Technology – Latest Developments and Practical Experiences. Kuala Lumpur. hlm.306-321.
- Cao Jidan, Tang Yugui, Qin Shangmin & Hou Yuanrui. 1994. Dual inoculation of *Mimosaceae* seedlings with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobium. *Aciar Proc.* "Mycorrhizas for Plantation Forestry in Asia. No. 62. hlm.119-121.
- Cox, G., P.B. Tinker & J.A. Wild. 1975. Ultrastructural evidence relating to host endophyte transfer in vesicular-arbuscular mycorrhiza. In: *Endomycorrhizas*. Academic Press London. pp.279-312.
- Dierolf, T., T. Fairhurst & E. Mutert. 2001. *Soil Fertility Kit. A toolkit for acid, upland soil fertility management in Southeast Asia*. First edition. Printed by Oxford Graphic Printers. Singapore
- Friesen, D.K., J.S. Adiningsih, M. Sudjadi & S. Partohardjono. 1990. Reactive phosphate rock as alternative P sources for upland crops on Sumatra soils. *Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan pupuk V. Puslitan dan Agroklimat*. Cisarua. hlm.367-379.
- Harmastini, I., Sukiman, H. Karsono, S. Lekatompessy & E. Sukara. 2000. The effect of double inoculation between selected rhizobia isolate and VAM-OG on the growth of mangium and sengon. *Annales Bogorienses n.s. 6 (2): 71-79*.

- Howeler, R.H., E. Sieverding & S. Saif. 1987. Practical aspects of mycorrhizal technology in some tropical crops and pastures. *Plant and Soil*. 100:249-283.
- Jones, R.J. 1990. Phosphorus and beef production in northern Australia. 1. Phosphorus and pasture productivity. *Trop. Grassld*. 24:131-139.
- Kasno, A., D. Setyorini & E. Tuberkih. 2006. Pengaruh pemupukan fosfat terhadap produktivitas tanah Inceptisol dan Ultisol. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 8(2):91-98.
- Kerridge, P.C. & D. Ratcliff. 1982. Comparative growth of four tropical pasture legumes and guinea grass with different phosphorus sources. *Trop. Grassld*. 16(1): 33-40.
- Lukiwati, D.R. 1990. Pengaruh pupuk TSP terhadap produksi pada pertanaman monokultur dan ganda rumput setaria gajah – kacang panjang. *MEDIA Majalah Pengembangan Ilmu-ilmu Peternakan dan Perikanan*. Edisi 1(15): 11- 14.
- Lukiwati, D.R. 1996. Peningkatan produksi dan nilai nutrisi legum pakan dengan pemupukan batuan fosfat dan inokulasi mikoriza vesikular-arbuskular. Disertasi Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. (tidak dipublikasikan).
- Lukiwati, D.R. 2000. Role of Mycorrhizae in Forage Production. In: Report on Training Course on Biotechnology of Mycorrhizae. Bogor, 1-14 October. hlm. 57-67

- Lukiwati, D.R. 2002. Effect of rock phosphate and superphosphate fertilizer on the productivity of maize var. Bisma. Proc.of International Workshop Food Security in Nutrient-Stressed Environments: Exploiting Plant's Genetic Capabilities. International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics (ICRISAT) Patancheru, India, 27. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. hlm.183-187.
- Lukiwati, D.R. 2007. Dry matter production and digestibility improvement of *Centrosema pubescens* and *Pueraria phaseoloides* with rock phosphate fertilization and VAM inoculation. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia. 9(1): 1-5.
- Lukiwati, D.R., N. Nurhidayat, C.A.H. Wibowo & J.B.T. Nurdewanto. 2005. Peningkatan produksi dan nilai nutrisi hijauan *Pueraria phaseoloides* oleh pemupukan fosfor dalam suspensi fermentasi *Acetobacter* – *Saccharomyces*. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia. 7(2): 82-86.
- Lukiwati, D.R., N. Nurhidayat & P. Puspitasari. 2008. Improvement of production and nutrient uptake of *Pueraria phaseoloides* by rock phosphate fertilization in kombucha suspension and *Glomus manihotis* fungi inoculation. In: Multifunctional Grasslands in a Changing World. The XXI International Grassland and Rangeland Congress. Hohhot-China, 29 June – 5 July. Guangdong People's Publishing House. Vol. I. hlm.326.
- Lukiwati, D.R., N. Nurhidayat & S.H. Winarbie. 2006. Peningkatan kadar sulfur dan selenium hijauan *Zea mays saccharata* oleh pemupukan fosfor dalam suspensi fermentasi *Acetobacter* – *Saccharomyces*. Jurnal Pembangunan Pedesaan. 6(2): 128-132.

- Lukiwati, D.R. & R.D.M Simanungkalit. 1999. Peningkatan produksi bahan kering, serapan N dan P hijauan jagung dengan inokulasi cendawan mikoriza-arbuskular. Pertemuan Ilmiah Tahunan, Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia, Cabang Sumatera Barat. Padang, 2-3 Agustus 1999. Abstr.hlm.32.
- Lukiwati, D.R. & R.D.M. Simanungkalit. 2001. Improvement of maize productivity with combination of phosphorus fertilizer from different sources and vesicular-arbuscular mycorrhizae inoculation. Proc. of International Meeting "Direct Application of Phosphate Rock and Related Appropriate Technology-Latest Developments and Practical Experiences. IFDC/MSSS/ESEAP. Kualalumpur. 16-20 July. hlm. 329-333.
- Lukiwati, D.R. & R.D.M. Simanungkalit. 2002. Dry matter yield, N and P uptake with *Glomus manihotis* and *Bradyrhizobium japonicum*. Abstr. Vol.II Symposium 17. Paper no.17th. The 17th World Congress of Soil Science. Bangkok, 14-21 August. hlm. 696.
- Lukiwati, D.R. & R.D.M. Simanungkalit. 2004. Production and nutritive value of *Pueraria phaseoloides* with vesicular-arbuscular mycorrhizae inoculation and phosphorus fertilization. The 4th International Symposium on Interaction of Soil Minerals with Organic Components and Microorganisms. Wuhan-China, 20-23 September. Abstr. hlm.90.
- Lukiwati, D.R., R.D.M. Simanungkalit, F. Novianto & S. Amalia. 2009^a. Nutrient uptake improvement of soybean by rock phosphate

- fertilization and dual inoculation of *Glomus manihotis* and *Bradyrhizobium japonicum* in acid latosolic soil. International Seminar "Upland for Food Security". Faculty of Agric. General Soedirman University. Purwokerto, 7-8 November. abstr. hlm.19.
- Lukiwati, D.R., R. Ekowati & Karno. 2001. Produksi bahan kering dan kadar protein kasar rumput setaria dengan pemupukan N dan P. Seminar Nasional "Pengembangan Peternakan Berbasis Sumberdaya Lokal". Dies Natalis IPB. Fakultas Peternakan IPB Bogor, 8-9 Agustus. hlm 167-168.
- Lukiwati, D.R. & R. Waluyanti. 2001. Response of maize to the residual effect of phosphorus fertilization in Latosolic soil. In: 37th Croatian Symposium on Agriculture with an International Participation. Opatija-Croatia, 19-23 February. hlm 183.
- Lukiwati, D.R. & Supriyanto. 1995. Performance of three VAM species from India for inoculum production in centro and puero. Proc. of International Workshop on Biotechnology and Development of Species for Industrial Timber Estates. LIPI Bogor. 27-29 June. hlm. 257-265.
- Lukiwati, D.R., Supriyanto & S. Nurdyahaningrum. 1998. Nilai nutrisi hijauan legum pakan dengan inokulasi *Glomus mosseae* dan *Glomus etunicatum* pada tiga level fungisida. Prosiding Seminar "Peranan Mikrobiologi dalam Agroindustri untuk Menunjang Ketahanan Pangan Nasional. Pertemuan Ilmiah Tahunan, Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia. Universitas Lampung. Bandar Lampung, 14-15 Desember. hlm.33-40.

- Lukiwati, D.R., Surahmanto & B.A. Kristanto. 2010a. Production and nutrient uptake improvement of sweet corn by rock phosphate combined with manure and mycorrhiza inoculation. In: International Conference on 'Balanced Nutrient Management for Tropical Agriculture'. Kuantan, Pahang – Malaysia, 12 – 16 th April. Book of Abstr. hlm.80.
- Lukiwati, D.R., T.W. Agustini, B.A. Kristanto & Surahmanto. 2010b. Production and nutrient uptake improvement of sweet corn by manure 'plus' combined with inorganic fertilizers. In: 15th World Fertilizer Congress of the International Scientific Centre for Fertilizers (CIEC). Bucharest – Romania, 29 August – 2 September. Final Program, hlm. 78.
- Lukiwati, D.R., B.A. Kristanto. & Surahmanto. 2010c. Production and nutrient uptake improvement of sweet corn by organic – inorganic fertilizers and AMF inoculation. In: 6th International Phosphorus Workshop (IPW6). Sevilla – Spain. 27 September – 1 October. Book of Abstr. hlm. 38.
- Lukiwati, D.R., M. Handayani & R. Waluyanti. 2010d. Response of *Zea mays* to the residual effect of phosphorus fertilizers in latosolic soil. In: 6th International Phosphorus Workshop (IPW6). Sevilla – Spain. 27 September – 1 October. Book of Abstr. hlm. 39.
- Lukiwati, D.R. & S. Hardjosoewignjo. 1998. Mineral content improvement of some tropical legumes with *Glomus* fungi inoculation and rock phosphate fertilization. Proc. of the International Workshop on Mycorrhiza. Guangzhou – China, 31 August – 6 September. hlm. 77-79
- Lukiwati, D.R., S. Hardjosoewignjo, Y. Fakuara & I. Anas. 1994. Dry matter yield of forage legumes by VAM and rock phosphate fertilizer in the Latosolic soil. In: Bio-Refor Workshop on Plantation

- Forestry and the Application of New Biotechnology. Perlis-Malaysia. 28 November – 1 December. Abstr.hlm. 41
- Lukiwati, D.R., S. Hardjosoewignjo, Y. Fakuara & I. Anas. 1995. Effect of VAM and rock phosphate on productivity of forage legumes. In: Supriyanto, Kartana JT (Ed.). BIOTROP Special Publication. No.56. hlm.127-129.
- Lukiwati, D.R., S. Hardjosoewignjo, Y. Fakuara, I. Anas, T.R. Wiradarya & A. Rambe. 1996. Nutrient uptake improvement of centro and puero by rock phosphate fertilization and VAM inoculation in the Latosolic soil. Proc. of the International Workshop of Bio-Refor. Bangkok, Thailand, 25-29 November. hlm. 152-155.
- Lukiwati, D.R., S. Hardjosoewignjo, Y. Fakuara, I. Anas, T.R. Wiradarya & A. Rambe. 1997. Improvement of phosphorus uptake of forage legumes by rock phosphate fertilization and vesicular-arbuscular mycorrhiza inoculation. Proc. of the XII International Plant Nutrition Qolloquium. Tokyo-Japan. 13-19 September. Kluwer Academic Publishers, London. hlm.945-946
- Maene, L.M. 2001. Direct Application of Phosphate Rock: A Global Perspective of the Past, Present and Future. Proc. of an International Meeting "Direct Application of Phosphate Rock and Related Appropriate Technology – Latest Developments and Practical Experiences". Kuala Lumpur, 16-20 July. hlm.1-9.
- Mansur, I. 2000. Tripartite symbiosis between arbuscular mycorrhizal fungi, rhizobium and forest tree legumes to increase the legumes growth and productivity: Potential and Challenge. In: Report on Training Course on Biotechnology of Mycorrhizae. Bogor, 1-14 October. hlm.115-120.

- Morton, J.B & D. Redecker. 2001. Two news families of *Glomales*, *Archaeosporaceae* and *Paraglomaceae*, with two new genera, *Archaeospora* and *Paraglomus*, based on concordant molecular and morphological characters. *Mycologia* 93: 181-195.
- Morton, J.B. & G.L. Benny. 1990. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (*Zygomycetes*) : A new order, *Glomales*, two new suborders, *Glomineae* and *Gigasporineae*, and two new families, *Acaulosporaceae* and *Gigasporaceae*, with an emendation of *Glomaceae*. *Mycotaxon*. 37: 471-491.
- Morton, J.B. & S.P. Bentivenga. 1994. Levels of diversity in endomycorrhizal fungi (*Glomales*, *Zygomycetes*) and their role in defining taxonomic and non-taxonomic groups. Proc. of an International Symposium on Management of Mycorrhizas in Agriculture, Horticulture and Forestry. 28 Sept.-2 Oct.1992. Kluwer Academic Publishers. London. hlm. 47-59.
- Nassir, A. 2001. IMPHOS experience on direct application of phosphate rock in Asia. In: Proc.of an International Meeting "Direct Application of Phosphate Rock and Related Appropriate Technology – Latest Developments and Practical Experiences. Kuala Lumpur. hlm. 110-122.
- Peterson, R.L. & P. Bonfante. 1994. Comparative structure of vesicular-arbuscular mycorrhizas and ectomycorrhizas. Proc. of an International Symposium on Management of Mycorrhizas in Agriculture, Horticulture and Forestry. 28 Sept.-2 Oct. 1992. Kluwer Academic Publishers. London. hlm. 79-88.
- Rahmansyah, M & Suciati. 1999. Pemberian inokulan campuran beberapa cendawan mikoriza arbuskula pada kacang tanah dan kedelai. *J. Mikrob. Indon.* 4(1): 10-13.

- Rhodes, L.H. & J.W. Gerdemann. 1980. Nutrient translocation in vesicular-arbuscular mycorrhizae. In: Cellular interactions in symbiosis and parasitism. Ohio State Univ. Press. Colombus. hlm. 173-195.
- Schenck, N.C & Y. Perez. 1990. Manual for the Identification of VA Mycorrhizal Fungi. 3rd ed. Synergistic Publications. Gainesville. Florida.
- Setiadi, Y. 2000. Mycorrhizal seedling production for enhancing rehabilitation of degraded forest in Indonesia. In: Report on Training Course on Biotechnology of Mycorrhizae. Bogor, 1-14 October. hlm.84-93.
- Sharma, P.K., S.K. Bhardwaj & H.L. Sharma. 2001. Long-term a studies on agronomic effectiveness of African and Indian phosphate rocks in relation to productivity of maize and wheat crops in mountain acid soils of Western Himalayas (India). Proc.of International Meeting "Direct Application of Phosphate Rock and Related Appropriate Technology- Latest Developments and Practical Experiences. IFDC/MSSS/ESEAP. Kuala Lumpur, Malaysia. 16-20 July. hlm.322-328.
- Sylvia, D.M. & A.G. Jarstfer. 1994. Production of inoculum and inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. In: Proc.of an International Symposium on Management of Mycorrhizas in Agriculture, Horticulture and Forestry Perth, 28 September – 2 October 1992. Kluwer Academic Publishers. London. pp.231-238.
- Simanungkalit, R.D.M & D.R. Lukiwati. 2001. Growth and nutrient uptake of *Calliandra calothyrsus* as affected by arbuscular mycorrhizal inoculation and application of two different phosphate forms. Paper presented at the Third International Conference on Mycorrhizas. Adelaide-Australia, 8-13 October.
- Smith. F.A & S.E. Smith. 1995. Nutrient transfer in vesicular-arbuscular mycorrhizas : A new model based on the distribution of ATP uses on fungal and plant membranes. BIOTROPIA. 8:1-10.

- Smits, W.T.M. 1994. *Dipterocarpaceae: Mycorrhizae and Regeneration*. The Tropenbos Foundation Wageningen. The Netherlands.
- Stowasser, W.F. 1990. Phosphate Rock, Annual Report, Bureau of Mines, U.S. Department of the Interior, Washington, D.C.
- Stoyanov, I. 2001. Systematic mineral fertilization of maize, cultivated in a 4-field crop rotation. 37th Croatian Symposium on Agriculture with an International Participation. Collection of Summaries. Opatija, Croatia. February 19-23. Abstr. hlm.195.
- Tinker, P.B.H. 1975. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizas on higher plants. Symp. Soc. Expt. Biol. 29: 325-349
- Winks, L. 1990. Phosphorus and beef production in northern Australia. 2. Responses to phosphorus by ruminants – a review. Trop. Grassld. 24:140-158.
- Young, R.D., D.G. Westfall & G.W. Colliver. 1985. Production, Marketing, and Use of Phosphorus Fertilizers. In: O.P. Engestad (Ed.). Fertilizer Technology and Use. Third Ed. Published by Soil Soc. of Am., Inc. Madison, Wisconsin. hlm.323-376.

II. RIWAYAT PENDIDIKAN FORMAL

Lulus :

1. SR Negeri Bromantakan - Surakarta (Kelas I-III) dan SR Negeri II Kabupaten Karanganyar - Surakarta (Kelas IV-VI) 1965
2. SMP Negeri I Kabupaten Karanganyar - Surakarta 1968
3. SMA Negeri I Kabupaten Karanganyar - Surakarta 1971
4. Fakultas Peternakan dan Perikanan UNDIP Semarang (S1-Peternakan) 1979
5. Fakultas Pascasarjana IPB Bogor (S2-Agronomi/Fisiologi Tumbuhan) 1985
6. Fakultas Pascasarjana IPB Bogor (S3-Ilmu Ternak/ITMT) 1996

III. RIWAYAT PENDIDIKAN TAMBAHAN (KURSUS/ TRAINING/PELATIHAN/WORKSHOP)

1. Training on Pasture Management. School of Agric.and Forestry. Univ.of Melbourne, Australia, Agustus 1987 – Desember 1988.
2. Kursus Singkat Teknologi Mikoriza. PAU Bioteknologi IPB-Bogor, 11 Des.1989 - 7 Januari 1990.
3. Training on Mycorrhizae Biotechnology. Mycorrhiza Laboratory, BIOTECH, UPLB-Philippines. 28 September – 25 November 1994.
4. Training on Pasture Plant Improvement. Department of Agriculture and Resource Management, University of Melbourne-Australia. 7 Juli – 1 Agustus 1997.
5. International Workshop on Mycorrhiza. Chinese Academy of Forestry (CAF), CSIRO, Murdoch University. Guangzhou-China, 30 August – 6 September 1998.
6. Workshop Manajemen Komersialisasi Hasil-Hasil Riset dan Teknologi “Bringing Good Research and Technology into Good Business”. Kementerian Riset dan Teknologi. Jakarta, 9 Desember 2003.

Jabatan Fungsional	TMT
1. Pelaksana Laboratorium	1-01-1979
2. Asisten Ahli Madya	1-04-1980
3. Asisten Ahli	1-10-1982
4. Lektor Muda	1-10-1986
5. Lektor Madya	1-12-1990
6. Lektor Kepala Madya	1-11-2000
7. Lektor Kepala	1-01-2001
8. Guru Besar	1-12-2010

V. RIWAYAT JABATAN

A. Jabatan Struktural/ Non-Struktural

1. Sekretaris Jurusan, Fakultas Peternakan UNDIP	1989-1991
2. Kepala Lab. Ilmu Benih, Fakultas Peternakan UNDIP	1997-2000
3. Dosen Wali Program S1 Reguler Fakultas Peternakan UNDIP	1997-2003
4. Ketua Panitia Ujian Akhir Program S1 Jurusan NMT Fakultas Peternakan UNDIP	2000
5. Ketua Panitia Ujian Akhir Program S1 Ekstensi Fakultas Peternakan UNDIP	2001
6. Staf Ahli Lembaga Penelitian UNDIP	2001-2005
7. Dosen Wali Program S1 Ekstensi Fakultas Peternakan UNDIP	2004-2007
8. Reviewer DP2M Ditjen Dikti	2005 – skr
9. Staf Ahli LPPM UNDIP	2008 – skr

B. Kegiatan dalam Manajemen Pendidikan dan Manajemen Institusi

1. Moderator pada Seminar Nasional Mikrobiologi Kelautan dan Bioremediasi. Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia. Ujung Pandang (Makassar), 6-7 Desember 1995.

17. Panitia Pelaksana Workshop dan Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian. Balitbang Propinsi Jateng. Semarang, 31 Agustus 2004.
18. Tim Pembahas Laporan Hasil-Hasil Penelitian Tahap II. Kegiatan Penelitian di Jawa Tengah. Balitbang Propinsi Jateng. Semarang, 22 September – 28 November 2004.
19. Pendamping Diskusi pada Pelatihan Penulisan Artikel Ilmiah Training of Trainers (TOT). Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro. Semarang, 29-30 November 2004.
20. Tim Pembahas Laporan Hasil-Hasil Penelitian Tahap III, Kegiatan Penelitian di Jawa Tengah. Balitbang Propinsi Jateng. Semarang, 6 Desember – 27 Desember 2004.
21. Tim Pengarah Ekspose Hasil-Hasil Penelitian Bidang Ekonomi dan Teknologi. Balitbang Propinsi Jateng. Semarang, 18 Januari 2005.
22. Tim Pembahas Proposal Riset Unggulan Daerah Tahun 2005. Balitbang Propinsi Jateng. Semarang, 13 Mei 2005.
23. Moderator pada Sidang Kelompok Bidang Ekonomi dan Teknologi. Workshop Hasil Litbang dan Penerapan Iptek Tahun 2007. Balitbang Propinsi Jateng. Semarang, 2 Agustus 2007.
24. Moderator pada Kajian Strategis “Mewujudkan Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat di Sekitar Hutan Melalui Sistem Pengelolaan Hutan Bersama Masyarakat Secara Terpadu”. Balitbang Propinsi Jawa Tengah.. Semarang, 4 Oktober 2007.
25. Moderator Seminar Internasional “Upland for Food Security”. Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto, 7-8 November 2009.
26. Koordinator review proposal penelitian dan monitoring hasil-hasil penelitian hibah multitalahun dana DP2M Ditjen Dikti. Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro. Februari-November 2009.
27. Panitia Penjaringan Calon Kepala dan Sekretaris Pusat di Lingkungan LPPM UNDIP. 29 Desember 2009 - 29 Februari 2010.
28. Koordinator Pelatihan Penulisan Proposal Penelitian Unggulan. LPPM UNDIP. Semarang, 25 Maret 2010.
29. Koordinator review proposal penelitian dan monitoring hasil-hasil penelitian hibah multitalahun dana DP2M Ditjen Dikti. Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro. Februari-November 2010.

VI. KEANGGOTAAN DAN KEPENGURUSAN DALAM ORGANISASI PROFESI

1. Ikatan Sarjana Ilmu-ilmu Peternakan Indonesia (ISPI), Cabang Jawa Tengah. (Anggota) 1986 sekarang
2. Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia Cabang Bogor, 1992-1996 (Anggota).
3. Perhimpunan Bioteknologi Pertanian Indonesia (PBPI) 1997-2000 Cabang Semarang. (Koordinator Fakultas Peternakan UNDIP).
4. Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia Cabang Semarang. 2000-2004 (Ketua)
5. Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia, Pusat-Jakarta. 2001-2005 (Seksi publikasi dan hubungan luar negeri).
6. Perhimpunan Bioteknologi Pertanian Indonesia (PBPI) 2001-2004 Cabang Semarang. (Sekretaris).
7. Jaringan Penelitian (JARLIT) Propinsi Jawa Tengah 2002-2007 (Koordinator bidang sains dan teknologi)
8. Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK), 2004- sekarang (Anggota).
9. Indonesian Searca Fellows Association (ISFA) 2001- sekarang (Anggota)
10. World Association of Soil and Water Conservation (WASWAC). 2006 - sekarang (Anggota)
11. Himpunan Masyarakat Perkelincian Indonesia (HIMAKINDO) 2006 - sekarang Pusat – Bogor (Seksi Ilmiah)
12. World Rabbit Science Association (WRSA), 2007 - sekarang (Anggota)
13. Asian Rabbit Production Association (ARPA). (Anggota) 2009 – sekarang
14. Translator Association of WASWAC Newsletter (Anggota) 2008 – sekarang
15. Himpunan Masyarakat Perkelincian Indonesia (HIMAKINDO), 2010-2013 Cabang Semarang (Ketua)

VII. PENELITIAN KERJASAMA & KOMPETITIF:

1. Pengaruh pupuk TSP terhadap produksi polong muda dan bahan kering jerami kacang panjang. (Dibiayai oleh Proyek Peningkatan Perguruan Tinggi. DIP UNDIP: 1988/1989. DIP Suplemen: 461/XXIII/SPL-SL/1988). (Ketua Peneliti)
2. Produktivitas pastura campuran king grass-centro di upland dan low and Jawa Tengah. (Dibiayai oleh Proyek P3M No. 221/P4M/DPPM/BD XXI/1990. DP2M Ditjen DIKTI). (Ketua Peneliti).
3. Produksi dan nilai nutrisi hijauan legum dengan pemupukan batuan fosfat dan inokulasi cendawan endomikoriza. Kerjasama Penelitian dengan Laboratorium Silvikultur Fakultas Kehutanan IPB (Dr. Yadi Setiadi) tahun 1990. (Ketua Peneliti).
4. Hasil dan kualitas hijauan legum pakan sebagai tanaman pakan dalam hubungannya dengan stress air untuk pertanian lahan kering. (Dibiayai oleh DIP Proyek Operasi dan Perawatan UNDIP. No. 458/XXIII/3/-/1992 Tanggal 14 Maret 1992). (Anggota Peneliti).
5. Pengaruh mikoriza vesikular-arbuskular dan pupuk batuan fosfat terhadap produksi dan nilai nutrisi hijauan leguminosa makanan ternak. (Dibiayai oleh Proyek Hibah Bersaing I/1 – I/4 periode tahun 1992-1996, Nomor kontrak: 004/P4M/DP2M/91-95/PHBI/1-1/4/1991-1995). (Anggota Peneliti).
6. Performance of three VAM species from India for inoculum production in centro and puero. Kerjasama Penelitian dengan Lab. Silvikultur SEAMEO-BIOTROP Bogor (Dr. Supriyanto) tahun 1995. (Ketua Peneliti)
7. Produksi dan nilai nutrisi legum pakan ternak dengan inokulasi mikoriza pada tiga level fungisida. Kerjasama Penelitian dengan Lab. Silvikultur SEAMEO-BIOTROP Bogor (Dr. Supriyanto) tahun 1997. (Ketua Peneliti).
8. Produksi dan nilai nutrisi hijauan pakan dengan inokulasi cendawan mikoriza vesikular-arbuskular dan pemupukan P dari sumber pupuk yang berbeda. Kerjasama Penelitian dengan Lab. Mikrobiologi Balitbangtan dan Sumberdaya Genetik. Bogor (Dr. R.D.M. Simanungkalit) tahun 1998-2000. (Ketua Peneliti).
9. Produksi dan nilai nutrisi hijauan legum pakan dengan inokulasi ganda cendawan mikoriza-bakteri rhizobium dan pemupukan P dari sumber

- pupuk yang berbeda. Kerjasama Penelitian dengan Lab.Mikrobiologi Balitbangtan dan Sumberdaya Genetik. Bogor (Dr. R.D.M. Simanungkalit) tahun 2001-2003. (Ketua Peneliti).
10. Produksi dan nilai nutrisi hijauan pakan dengan pemupukan P dan suspensi fermentasi *Acetobacter-Saccharomyces*. Kerjasama Penelitian dengan Laboratorium Mikrobiologi LIPI Bogor (Dr. Novik Nurhidayat) periode 2002-2004). (Ketua Peneliti).
 11. Pengembangan sapi perah di Jawa Tengah. Kerjasama Penelitian antara Badan Penelitian dan Pengembangan Propinsi Jawa Tengah dengan Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro, sesuai Surat Perjanjian Kerjasama Nomor SPK PL1/070/0464 tanggal 2 Juni 2004, Juni-November 2004). (Ketua Peneliti).
 12. Produksi dan nilai nutrisi hijauan pakan dengan pemupukan P dalam suspensi *Acetobacter-Saccharomyces* dan inokulasi cendawan *Glomus manihotis*. Kerjasama Penelitian dengan Laboratorium Mikrobiologi LIPI Bogor (Dr. Novik Nurhidayat) tahun 2005. (Ketua Peneliti).
 13. Potensi hijauan pakan unggul untuk mendukung pengembangan sapi peranakan *American Brahman* di Kabupaten Rembang. (Dibiayai DIPA UNDIP No.061.0/23-4.0/XIII/2005. Kode 5584-0036 MAK 521114, Perjanjian No 07A/J07.11/PG/2005, 10 Mei 2005). (Anggota Peneliti).
 14. Potensi jerami padi sebagai pakan sapi peranakan *American Brahman* di Kabupaten Rembang. (Dibiayai DIPA UNDIP No.061.0/23-4.0/XIII/2005. Kode 5584-0036 MAK 521114, Perjanjian No 07A/J07.11/PG/2005, 10 Mei 2005). (Anggota Peneliti).
 15. Potensi Kabupaten Wonosobo dalam pengembangan ternak domba Texel. (Dibiayai DIPA UNDIP No.061.0/23-4.0/XIII/2005. Kode 5584-0036 MAK 521114, Perjanjian No 07A/J07.11/PG/2005, 10 Mei 2005). (Anggota Peneliti).
 16. Potensi pengembangan domba Batur di Kabupaten Banjarnegara. (Dibiayai DIPA UNDIP No.061.0/23-4.0/XIII/2005. Kode 5584-0036 MAK 521114, Perjanjian Tugas Pelaksanaan Penelitian No 07A/J07.11/PG/2005, 10 Mei 2005). (Anggota Peneliti).
 17. Komposisi botani dan potensi hijauan pakan ternak rusa di Karimunjawa. (Dibiayai DIPA UNDIP No.061.0/23-4.0/XIII/2005.

- Kode 5584-0036 MAK 521114, Perjanjian Tugas Pelaksanaan Penelitian No 07A/J07.11/PG/2005, 10 Mei 2005). (Anggota Peneliti).
18. Penerapan teknologi mikoriza dan pemupukan berimbang dalam sistem integrasi tanaman – ternak berbasis tanaman pangan. (Dibiayai DIPA UNDIP Tahun 2009 No.124C.19/H7.2/PG/2015). (Ketua Peneliti)
 19. Pemanfaatan fosfat alam dan limbah hasil laut sebagai sumber mineral dalam pupuk organik pada sistem integrasi tanaman – ternak berbasis pemupukan berimbang. (Dibiayai Dinas Pendidikan Provinsi Jawa Tengah Tahun Anggaran 2009). (Ketua Peneliti)
 20. Penerapan sistem integrasi tanaman – ternak bebas limbah berbasis tanaman pangan di Jawa Tengah. (Dibiayai DIPA UNDIP Tahun 2010 No. 0363/023-04.2/XIII/2010). (Ketua Peneliti).

VIII. DAFTAR PUBLIKASI

A. JURNAL NASIONAL

1. **Dwi Retno Lukiwati.** 1981. Penggunaan pestisida (insektisida) pada tanaman makanan ternak. *Bulletin Peternakan & Perikanan.* Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. 5: 1-8.
2. **Dwi Retno Lukiwati.** 1989. Kemungkinan pengembangan tagasaste sebagai tanaman pakan di Indonesia. *MEDIA Majalah Pengembangan Ilmu-ilmu Peternakan dan Perikanan.* Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Edisi II Tahun XIV: 24-26. ISSN 0215-9317.
3. **Dwi Retno Lukiwati.** 1990. Pengaruh pupuk TSP terhadap produksi pada pertanaman monokultur dan ganda rumput *Setaria* gajah – kacang panjang. *MEDIA Fakultas Peternakan.* Edisi I No. 1 Th.XV. Halaman 11-14. (ISSN 0215-9317)
4. **Dwi Retno Lukiwati.** 1993. Penerapan bioteknologi mikoriza pada tanaman pakan ternak. *MEDIA Majalah Pengembangan Ilmu-ilmu Peternakan dan Perikanan.* Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Edisi II Tahun XVIII: 15-19. ISSN 0215-9317
5. **Dwi Retno Lukiwati.** 1998. Peningkatan produktivitas hijauan legum pakan dengan pemupukan batuan fosfat dan inokulasi cendawan *Glomus* sp. *Jurnal Sains & Matematika.* 6: 175-179. (ISSN 0854-0675)

6. **Dwi Retno Lukiwati**. 1998. Mineral content improvement of some tropical legumes with *Glomus* sp fungi inoculation and rock phosphate fertilization. *Majalah Penelitian*. Lembaga Penelitian. Tahun X, 40:72-77. (ISSN 0215-2584)
7. **Dwi Retno Lukiwati**. 1999. Peningkatan produksi bahan kering hijauan legum dengan pemupukan batuan fosfat dan inokulasi mikoriza vesikular-arbuskular. *SAIN TEKS Majalah Ilmiah Universitas Semarang*. VI (2): 59-63. (ISSN 0854-736X)
8. **Dwi Retno Lukiwati**, dan Simanungkalit RDM. 1999. Peningkatan produksi bahan kering, serapan N dan P hijauan jagung dengan inokulasi cendawan mikoriza arbuskular. *SAIN TEKS Majalah Ilmiah Universitas Semarang*. VI (4): 99-106. (Terakreditasi SK No. 53/Dikti/Kep/1999).
9. **Dwi Retno Lukiwati**. 1999. Pengaruh inokulasi mikoriza vesikular-arbuskular dan pemupukan batuan fosfat terhadap hasil dan serapan unsur hara centro dan puero di rumah kaca. *Jurnal Pengembangan Peternakan Tropis*. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. 24(4):129-136. (ISSN 0410-6320)
10. **Dwi Retno Lukiwati**, Hardjosoewignjo S, Fakuara Y, Anas I, Wiradarya TR, dan Rambe A. 2000. Nutrient uptake improvement of forage legumes by rock phosphate fertilization and arbuscular mycorrhizal fungi inoculation. *Indonesian Journal of Tropical Agric*. 9(1):10-13. (ISSN: 0852-5927)
11. **Dwi Retno Lukiwati**, dan Simanungkalit RDM. 2003. Produksi dan nilai nutrisi *Pueraria phaseoloides* dengan inokulasi mikoriza vesikular-arbuskular dan pemupukan P. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*. 1(1):68-74. (ISSN 1412-9833)
12. **Dwi Retno Lukiwati**, Nurhidayat N, Wibowo CAH, dan Nurdewanto JBT. 2005. Peningkatan produksi dan nilai nutrisi hijauan *Pueraria phaseoloides* oleh pemupukan fosfor dalam suspensi fermentasi *Acetobacter-Saccharomyces*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. Lembaga Penerbitan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. 7(2):82-86. (Terakreditasi SK No.39/Dikti/Kep/2004)
13. **Dwi Retno Lukiwati**, Nurhidayat N, dan Winarbie SH. 2006. Peningkatan kadar sulfur dan selenium hijauan *Zea mays saccharata* oleh pemupukan fosfor dalam suspensi fermentasi *Acetobacter-Saccharomyces*. *Jurnal*

Pembangunan Pedesaan. Lembaga Penelitian Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto, 6(2): 128-132. (Terakreditasi SK No.23a/Dikti/Kep/2004)

14. **Dwi Retno Lukiwati.** 2007. Dry matter production and digestibility improvement of *Centrosema pubescens* and *Pueraria phaseoloides* with rock phosphate fertilization and VAM inoculation. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. Lembaga Penerbitan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. 9(1):1-5. (Terakreditasi SK No.39/Dikti/Kep/2004)

B. SEMINAR NASIONAL

1. **Dwi Retno Lukiwati.** 1988. Pengaruh pupuk TSP terhadap produksi hijauan pada pertanaman ganda dan monokultur rumput setaria gajah dan kacang panjang. Makalah disampaikan pada Seminar Hasil-Hasil Penelitian Pengajar dan Peneliti. Himpunan Pengajar dan Peneliti Indonesia di Australia Cabang Victoria (HPPIA), Melbourne-Australia, 26 Maret 1988.
2. **Dwi Retno Lukiwati, Setiadi Y, dan Nur H.** 1992. Produksi bahan kering hijauan centro dan puero pada berbagai dosis pupuk rock phosphat dengan inokulasi mikoriza vesikula-arbuskula. Prosiding Seminar "Optimalisasi sumberdaya pembangunan peternakan menuju swasembada protein hewani". Ikatan Sarjana Ilmu-Ilmu Peternakan Indonesia (ISPI). Bogor, 26-27 Januari 1992. Hlm. 9-11
3. **Dwi Retno Lukiwati, Setiadi Y, dan Istiani C.** 1992. Pengaruh inokulasi mikoriza vesikula-arbuskula dan pupuk rock phosphat terhadap kualitas hijauan centro dan puero. Prosiding Seminar Nasional "Teknologi Bioreproduksi dalam Mendukung Peternakan yang Tangguh". Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto, 8 Februari 1992. Hlm. 321-325.
4. **Dwi Retno Lukiwati, Setiadi Y, Nur H, dan Istiani C.** 1992. Produksi dan kualitas hijauan centro dan puero pada berbagai dosis batuan fosfat dengan inokulasi mikoriza vesikula-arbuskula. Kumpulan Abstr. Halaman 75. Pertemuan Ilmiah Tahunan. Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia. Bandung, 31 Juli – 1 Agustus 1992.

5. **Dwi Retno Lukiwati**, Sumarsono, Soelistyono HS, Rahmadi D, Widjanto DW, dan Darmawati A. 1992. Produktivitas pastura campuran king grass – centro di upland dan lowland Jawa Tengah. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Perguruan Tinggi. Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat. DIKTI. Cisarua-Bogor, 5-9 Februari. Hlm. 297-313
6. **Dwi Retno Lukiwati**, Hardjosoewignjo S, Fakuara Y, Anas I, dan Sastradipradja D. 1993. Produksi hijauan leguminosa makanan ternak dengan pemupukan batuan fosfat dan inokulasi MVA. Buku Panduan dan kumpulan Abstrak hlm.111. Konggres Nasional VI Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia, Surabaya 2-4 Desember.
7. **Dwi Retno Lukiwati**, Hardjosoewignjo S, Fakulara Y, Anas I, Wiradarya T, dan Rambe A. 1995. Produksi hijauan centro dan puero dengan inokulasi mikoriza vesikular-arbuskular dan pemupukan batuan fosfat pada sistem silvopastura. Prosiding Simposium Nasional Kemitraan Usaha Ternak. Ikatan Sarjana Ilmu-Ilmu Peternakan Indonesia (ISPI) - Balai Penelitian Ternak (BPT) Ciawi. Bogor, 30-31 Agustus. Hlm. 257-267
8. **Dwi Retno Lukiwati**, Hardjosoewignjo S, Fakuara Y, Anas I, Wiradarya TR, dan Rambe A. 1996. Peningkatan produksi dan nilai nutrisi hijauan centro dan puero dengan pemupukan batuan fosfat dan inokulasi mikoriza arbuskular. Ringkasan hlm.23. Seminar Nasional I – Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan IPB. Bogor, 3-4 Juli.
9. **Dwi Retno Lukiwati**, Hardjosoewignjo, Fakuara Y, Sastradipradja D, Anas I, Wiradarya TR, dan Rambe A. 1996. Konsumsi dan pencernaan bahan kering serta produksi protein mikroba rumen dengan ransum mycorrhizal pellet. Seminar Nasional Mikrobiologi & Pertemuan Ilmiah Tahunan, Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia. Malang, 12-13 Nopember 1996. Abstr. hlm. 56.
10. **Dwi Retno Lukiwati**. 1998. Peningkatan produktivitas lahan perkebunan dengan penerapan teknologi mikoriza pada sistem agrosilvopastura. Prosiding Lokakarya “Kemitraan Pertanian dan Ekspose Teknologi Mutakhir Hasil Penelitian Perkebunan”. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Ungaran bekerjasama dengan Sekretariat Dewan Pembina Pusat Penelitian Tanaman Perkebunan Bogor. Semarang, 20-21 Oktober 1998. hlm.61-65.

11. **Dwi Retno Lukiwati**, Supriyanto, dan Nurdyahaningrum S. 1998. Nilai nutrisi hijauan legum pakan dengan inokulasi *Glomus mosseae* dan *Glomus etunicatum* pada tiga level fungsida. Prosiding Seminar "Peranan Mikrobiologi dalam Agroindustri untuk Menunjang Ketahanan Pangan Nasional. Pertemuan Ilmiah Tahunan, Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia. Universitas Lampung. Bandar Lampung, 14-15 Desember. hlm.33-40.
12. **Dwi Retno Lukiwati**, dan Simanungkalit RDM. 1999. Peningkatan produksi bahan kering, serapan N dan P hijauan jagung dengan inokulasi cendawan mikoriza arbuskular. Kumpulan Abstrak hlm.32. Pertemuan Ilmiah Tahunan. Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia. Universitas Andalas, Padang, 2-3 Agustus.
13. **Dwi Retno Lukiwati**. 1999. Peningkatan produktivitas lahan perkebunan dengan penerapan teknologi mikoriza pada sistem agrosilvopastura. Prosiding Lokakarya Kemitraan Pertanian dan Ekspose Teknologi Mutakhir Hasil Penelitian Perkebunan. Buku I. Semarang, 20-21 Oktober 1998. hlm. 61-65.
14. **Dwi Retno Lukiwati**. 1999. Teknologi mikoriza untuk meningkatkan produksi hijauan pakan. Seminar Hasil-hasil Penelitian Fakultas Peternakan UNDIP. Semarang, 4 November.
15. **Dwi Retno Lukiwati**, dan Simanungkalit RDM. 2000. Peningkatan produksi bahan kering, serapan N dan P kedelai dengan *Glomus manihotis* dan *Bradyrhizobium japonicum* di tanah latosol. Kumpulan Abstrak hlm.29. Pertemuan Ilmiah Tahunan. Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia. Denpasar-Bali, 27-28 Juni 2000.
16. **Dwi Retno Lukiwati**, dan Simanungkalit RDM. 2001. Produksi bahan kering, serapan N dan P hijauan jagung dengan pemupukan P dari sumber yang berbeda dan inokulasi *Glomus fasciculatum*. Abstr.hlm.147. Konggres Nasional Bersama PETRI, PERPARI, PERMI, PKWI. Yogyakarta, 11-15 Juli.
17. **Dwi Retno Lukiwati**, Ekowati R, dan Karno. 2001. Produksi bahan kering dan kadar protein kasar rumput setaria gajah dengan pemupukan N dan P. Abstr.hlm.167. Seminar Nasional "Pengembangan Peternakan Berbasis Sumberdaya Lokal. Fakultas Peternakan IPB-Bogor, 8-9 Agustus.

18. **Dwi Retno Lukiwati**, dan Simanungkalit RDM. 2002. Produksi dan nilai nutrisi hijauan *Pueraria phaseoloides* dengan inokulasi mikoriza vesikular-arbuskular dan pemupukan P. Abstr.hlm.14. Pertemuan Ilmiah Tahunan dan Seminar Nasional Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia. Medan, 1-2 Oktober.
19. **Dwi Retno Lukiwati**, dan Simanungkalit RDM. 2003. Produksi dan nilai nutrisi hijauan jagung manis (*Zea mays saccharata*) dengan pemupukan fosfat dan inokulasi mikoriza pada kondisi tanah berbeda. Prosiding Vol. I. Pertemuan Ilmiah Tahunan. Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia. Bandung, 29-30 Agustus 2003. hlm. 24-30.
20. **Dwi Retno Lukiwati**, Nurhidayat N, Wibowo CAH, dan Nurdewanto JBT. 2005. Produksi dan nilai nutrisi hijauan *Pueraria phaseoloides* dengan pemupukan P dalam suspensi fermentasi *Acetobacter-Saccharomyces*. Buku Panduan Hlm.17. Kongres III dan Seminar Nasional Perhimpunan Bioteknologi Pertanian Indonesia. Malang, 12-13 April 2005.
21. **Dwi Retno Lukiwati**. 2005. Potensi Produksi dan Nilai Nutrisi Hijauan Pakan dengan Pemupukan Fosfat dan Inokulasi Mikoriza. Prosiding Lokakarya Nasional "Potensi dan Peluang Pengembangan Usaha Kelinci. Pusat Penelitian Pengembangan Peternakan Balitbangtan - Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran. Bandung, 30 September. hlm.162-167
22. **Dwi Retno Lukiwati**, Nurhidayat N, dan Puspitasari P. 2007. Peningkatan produksi dan serapan nutrisi hijauan *Pueraria phaseoloides* oleh pemupukan batuan fosfat dalam suspensi fermentasi *Acetobacter-Saccharomyces* dan inokulasi *Glomus manihotis*. Prosiding Seminar Nasional Asosiasi Ahli Nutrisi dan Pakan Indonesia (AINI) VI. Fakultas Peternakan UGM. Yogyakarta, 26-27 Juli 2007. hlm.148-152.
23. **Dwi Retno Lukiwati**, Simanungkalit RDM, dan Novianto F. 2007. Peningkatan serapan sulfur dan seng hijauan kedelai oleh pemupukan batuan fosfat dan inokulasi ganda *Glomus manihotis* - *Bradyrhizobium japonicum*. Buku Panduan Program & Abstrak hlm.III-7. Pertemuan Ilmiah Tahunan. Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia. Banjarmasin-Kalimantan Selatan, 31 Agustus - 1 September 2007.

C. SEMINAR INTERNASIONAL

1. **Dwi Retno Lukiwati**, Hardjosoewignjo S, Fakuara Y, and Anas I. 1994. Dry matter of forage legumes by VAM and rock phosphate fertilizer in the Latosolic soil. Programme and Abstract, BIO-REFOR Workshop on Plantation Forestry and the Application of New Biotechnology. Kangar, Perlis **Malaysia**, 28 November-1 December. Abstr.p.41
2. **Dwi Retno Lukiwati**, and Supriyanto. 1995. Performance of three VAM species from India for inoculum production in centro and puero. Proceedings of the International Workshop on "Biotechnology and Development of Species for Industrial Timber Estates. The R & D Centre for Biotechnology LIPI, Cibinong. Organized by RDCB-LIPI in collaboration with UNDP and UNESCO. **Bogor**, 27-29 June. pp.257-255.
3. **Dwi Retno Lukiwati**, Hardjosoewignjo S, Fakuara Y, Anas I, Wiradarya TR, and Rambe A. 1996. Nutrient uptake improvement of centro and puero by rock phosphate fertilization and VAM inoculation in the Latosolic soil. Abstracts of Invited and Poster Papers, the FORTROP'96 International Conference on Tropical Forestry in the 21st Century. Symposium IV, Biotechnology and Reforestration (the 5th Workshop of BIO-REFOR). **Bangkok-Thailand**, 25-29 November. Abstr.p.182
4. **Dwi Retno Lukiwati**, Hardjosoewignjo, Fakuara Y, Anas I, Wiradarya TR, and Rambe A. 1997. Improvement of phosphorus uptake of forage legumes by rock phosphate fertilization and vesicular-arbuscular mycorrhiza inoculation. Proceedings of XII International Plant Nutrition Qolloquium. Tokyo-**Japan**, 13-19 September 1997. Kluwer Academic Publishers. pp. 945-946.
5. **Dwi Retno Lukiwati**, Hardjosoewignjo, Fakuara Y, Anas I, Wiradarya TR, and Rambe A. 1997. Nutrient uptake improvement of centro and puero by rock phosphate fertilization and VAM inoculation in the latosolic soil. Proceedings of the International Workshop of BIO-REFOR. Kasetsart University, **Bangkok-Thailand** 25-29 November 1996. pp.152-155.

6. **Dwi Retno Lukiwati**, and Hardjosoewignjo S. 1998. Mineral content improvement of some tropical legumes with *Glomus* sp fungi inoculation and rock phosphate fertilization. Proceedings of the International Workshop on Mycorrhiza. The Research Institute of Tropical Forestry. Guangzhou, P.R. China. 31 August- 6 September pp.77-79.
7. **Dwi Retno Lukiwati**, and Waluyanti R. 2001. Response of maize to the residual effect of phosphorus fertilization in the latosolic soil. Collection of Summaries. 37th Croatian Symposium on Agricultural with an International Participation. Faculty of Agriculture of J.J. Strossmayer University in Osijek. Opatija, Croatia, 19-23 February. Summary p.183
8. **Dwi Retno Lukiwati**, and Simanungkalit RDM. 2001. Improvement of maize productivity with combination of phosphorus fertilizer from different sources and vesicular-arbuscular mycorrhizae inoculation. Proceedings of an International Meeting "Direct Application of Phosphate Rock and Related Technology - Latest Developments and Practical Experiences. IFDC/MSSS/ESEAP/PPI-PPIC. Kuala Lumpur, Malaysia 16-20 July 2001. pp.329-333
9. **Dwi Retno Lukiwati**, and Simanungkalit RDM. 2002. Dry Matter yield, N and P uptake of soybean with *Glomus manihotis* and *Bradyrhizobium japonicum*. Abstr. Vol.II, Symposia No.17. The 17th World Congress Soil Science Bangkok; Thailand. 13-21 August 2002. p.91.
10. **Dwi Retno Lukiwati**. 2002. Effect of rock phosphate and superphosphate fertilizer on the productivity of maize. Proceedings of International Workshop Food Security in Nutrient-Stressed Environments: Exploiting Plant's Genetic Capabilities. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT). Patancheru India, 27-30 September 1999. Kluwer Academic Publishers. pp.183-187.
11. **Dwi Retno Lukiwati**, Herawati K, and Sumarsono. 2003. Nitrogen and phosphorus uptake of *Sesbania grandiflora* with phosphorus fertilizer from different sources. Proceedings of XXXVIII Croatian Symposium on Agric. with International Participation. Opatija-Croatia. pp.389-390

12. **Dwi Retno Lukiwati**, and Simanungkalit RDM. 2004. Production and nutritive value of *Pueraria phaseoloides* with vesicular-arbuscular mycorrhizae inoculation and phosphorus fertilization. Abstract p.90. The 4th International Symposium on Interactions of Soil Minerals with Organic Components and Microorganisms (ISMOM 2004). Wuhan **China**, 20-23 September.
13. **Dwi Retno Lukiwati**. 2005. Dry matter production and digestibility of *Centrosema pubescens* and *Pueraria phaseolides* with rock phosphate fertilization and mycorrhizae inoculation in a latosolic soil. Program & Abstract. Session 5. The First International Symposium on the Management of Tropical Sandy Soils for Sustainable Agriculture. Khon Kaen, **Thailand** 27 November – 2 December 2005. p.64.
14. **Dwi Retno Lukiwati**. 2008. Teak Caterpillars as Plant Disease for Food Source and Selected other Edible Insects. Abstract p.21. A Workshop Focused on Asia-Pacific Resources and Their Potential for Development. "Forest Insects as Food: Human Bite Back". Chiang Mai-**Thailand**, 19-21 February.
15. **Dwi Retno Lukiwati**, Nurhidayat N, and Puspitasari P. 2008. Improvement of production and nutrient uptake of *Pueraria phaseoloides* by rock phosphate fertilization in Kombucha suspension and *Glomus manihotis* fungi inoculation. XXI International Grassland Congress & VIII International Rangeland Congress "Multifunctional Grasslands in a Changing World". Volume I. Edited by Organizing Committee of IGC/IRC Congress. Publisher: Guangdong People's Publishing House. Hohhot-**China**. 29 June – 5 July. p. 326.
16. **Dwi Retno Lukiwati**, Ristiarso P, and Wahyuni HI. 2008. *Azolla microphylla* as protein source for rabbit feed. Abstr. p.37. International Workshop "Organic Rabbit Farming Based on Forages". Cantho University-**Vietnam**, 25-27 November.
17. **Dwi Retno Lukiwati**, and Simanungkalit RDM. 2009. Nutrient uptake improvement of soybean by rock phosphate fertilization and dual inoculation of VAM and rhizobium. 12th Annual Meeting and Scientific Conference of the Philippine Society of Soil Science and Technology. Inc.(PSSST), Davao City, **Philippines**. 20-23 May.

18. **Dwi Retno Lukiwati**. 2009. Forages for Rabbit in Indonesia. Proc.of The First Conference on Asian Rabbit Production Development. Changchun, **China**. 10-13 September. hlm. 140-146.
19. **Dwi Retno Lukiwati**, Surahmanto dan B.A. Kristanto. 2010. Production and nutrient uptake improvement of sweet corn by rock phosphate combined with manure and mycorrhiza inoculation. In: International Conference on 'Balanced Nutrient Management for Tropical Agriculture'. Kuantan, Pahang – **Malaysia**, 12 – 16 th April. Book of Abstr. hlm.80.
20. **Dwi Retno Lukiwati**, T.W. Agustini, B.A. Kristanto & Surahmanto. 2010. Production and nutrient uptake improvement of sweet corn by manure 'plus' combined with inorganic fertilizers. In: 15th Woprlrd Fertilizer Congress of the International Scientific Centre for Fertilizers (CIEC). Bucharest – **Romania**, 29 August – 2 September. Final Program, hlm. 78.
21. **Dwi Retno Lukiwati**, B.A. Kristanto. & Surahmanto. 2010. Production and nutrient uptake improvement of sweet corn by organic – inorganic fertilizers and AMF inoculation. In: 6th International Phosphorus Workshop (IPW6). Sevilla – **Spain**. 27 September – 1 October. Book of Abstr. hlm. 38.
22. **Dwi Retno Lukiwati**, D.R., M. Handayani & R. Waluyanti. 2010. Response of Zea mays to the residual effect of phosphorus fertilizers in latosolic soil. In: 6th International Phosphorus Workshop (IPW6). Sevilla – **Spain**. 27 September – 1 October. Book of Abstr. hlm. 39.

IX. DAFTAR KARYA DIKTAT /BUKU / MENTERJEMAHKAN BUKU

- 1 Purbayanti ED, **Dwi Retno Lukiwati**, dan Trimulatsih R. 1995. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. (Terjemahan : Fundamentals of Soil Science, Henry D. Foth). Gajah Mada University Press.
2. **Dwi Retno Lukiwati**, dan Budiyanto S. 1991. Petunjuk Praktikum Ilmu Tanaman Makanan Ternak. Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro

3. **Dwi Retno Lukiwati.** 1999. Pengelolaan Pastura. Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro
4. **Dwi Retno Lukiwati.** 1999. Ekologi dan Tipe Pastura. Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro.
5. Sumarsono, Widyati S, Fuskhah E, Sutarno, Widjajanto DW, Sukamto B, Darmawati A, dan **Dwi Retno Lukiwati.** 2002. Ilmu Tanaman Makanan Ternak. Buku Pegangan Kuliah. Program Semi Que IV. Dirjen Dikti. Diknas – Fakultas Peternakan UNDIP. Semarang.
6. Ketut Gorde Y.M., Nasoetion MH, Sumarsono, dan **Dwi Retno Lukiwati.** 2002. Metoda Ilmiah. Buku Pegangan Kuliah. Program Semi Que IV. Dirjen Dikti. Diknas – Fakultas Peternakan UNDIP. Semarang.
7. Widjajanto DW, Sukamto B, **Dwi Retno Lukiwati,** Sumarsono, Sutarno, dan Widyati S. 2007. Usaha Pemenuhan Hijauan Pakan Sapi Potong melalui Pastura tanpa Limbah. Modul KWU – Proyek PHK A3 Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fak. Peternakan UNDIP. Semarang.

X. DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH-POPULER

A. MAJALAH

1. **Dwi Retno Lukiwati.** 1982. Suket gajah & benggala minangka pakan rajakaya. Majalah Panyebar Semangat, 20 Februari 1982, No.8.
2. **Dwi Retno Lukiwati.** 1982. Cara-carane migunaake pestisida. Majalah Panyebar Semangat, 24 April 1982. No.17.
3. **Dwi Retno Lukiwati.** 1982. Bedane sapi American Brahman karo Ongole. Majalah Panyebar Semangat, 10 Juli 1982. No.28.
4. **Dwi Retno Lukiwati.** 1990. Carane milih daging ayam sehat. Majalah Panyebar Semangat, 12 Mei 1990. No.20.
5. **Dwi Retno Lukiwati.** 1992. Suket unggul “King grass”. Majalah Panyebar Semangat, 22 Februari 1992. No.8.
6. **Dwi Retno Lukiwati.** 1994. Pengalaman Melahirkan di Melbourne. Bulletin Unit Dharma Wanita Universitas Diponegoro. Th.ke XVIII No.16. hlm.38-39

7. **Dwi Retno Lukiwati.** 1995. Menjadi Wanita Karir yang Efektif dan Perkasa. Bulletin Unit Dharma Wanita Universitas Diponegoro. Th.ke XIX No.18. hlm.9-11.
8. **Dwi Retno Lukiwati.** 1997. Makanan Haram. Bulletin Unit Dharma Wanita Universitas Diponegoro. Th.ke XXI No.23. hlm.3-5.
9. **Dwi Retno Lukiwati.** 1997. Sekilas Kenangan di Kota Suci Mekah & Medinah. Bulletin Unit Dharma Wanita Universitas Diponegoro. Th.ke XXI No.24. hlm.4-6.

B. KORAN

1. **Dwi Retno Lukiwati.** 1978. Sapi American Brahman Berkembang di Rembang. Harian Suara Karya, 3 April 1978.
2. **Dwi Retno Lukiwati.** 1979. Gejala, pencegahan dan pemberantasan hama tanaman padi. Harian Suara Karya, 28 Mei 1979.
3. **Dwi Retno Lukiwati.** 1979. Ransum unggul: cara menanam rumput gajah dan rumput benggala. Harian Suara Karya, 9 Juli 1979.
4. **Dwi Retno Lukiwati.** 1979. Urea sebagai perangsang pembentukan protein hijauan makanan ternak. Harian Suara Karya, 13 Agustus 1979.
5. **Dwi Retno Lukiwati.** 1979. Kemungkinan penggunaan bungkil jarak sebagai bahan makanan ternak. Harian Suara Karya, 29 Agustus 1979.
6. **Dwi Retno Lukiwati.** 1979. Ratu Inggris terpaksa pindah dari London ke Nottingham. Harian Suara Karya, 29 Oktober 1979.
7. **Dwi Retno Lukiwati.** 1979. Peranan leguminosa dalam padang penggembalaan campuran di daerah tropika. Harian Suara Karya, 10 Desember 1979.
8. **Dwi Retno Lukiwati.** 1982. Kemungkinan usaha terpadu antara pertanian dan peternakan dalam pengadaan makanan ternak. Harian Suara Karya, 19 Mei 1982.
9. **Dwi Retno Lukiwati.** 1989. King grass rumput unggul tapi manja. Harian Suara Merdeka, 12 November 1989.
10. **Dwi Retno Lukiwati.** 1990. Silase pucuk tebu untuk pakan. Harian Suara Karya, 19 Juni 1990.
11. **Dwi Retno Lukiwati.** 1997. Kembali ke Alam: Pertanian Organik. Harian Suara Merdeka, 18 Februari 1997.

12. **Dwi Retno Lukiwati.** 2003. Skripsi Gairahkan Mahasiswa Menulis Ilmiah. *Harian Suara Merdeka*, 26 Februari 2003.
13. **Dwi Retno Lukiwati.** 2006. Daging Kelinci Rendah Kolesterol. *Harian Suara Merdeka*, 2 Agustus 2006.
14. **Dwi Retno Lukiwati.** 2007. Alfalfa, Sembuhkan Berbagai Penyakit. *Harian Suara Merdeka*, 27 September 2007.
15. **Dwi Retno Lukiwati.** 2008. Kombucha, Minuman Kesehatan Dinasti Qin. *Harian Suara Merdeka*, 14 Februari 2008.

C. NEWSLETTER UNDIP

1. **Dwi Retno Lukiwati.** 2002. The International Workshop in ICRISAT-India. *UNDIP Newsletter*. IV (5): 8.
2. **Dwi Retno Lukiwati.** 2005. First International Symposium on the Management of Tropical Sandy Soils for Sustainable Agriculture in Khon Kaen - Thailand. *UNDIP Newsletter*. VII (14): 3.
3. **Dwi Retno Lukiwati.** 2007. ISMOM, Interaction of Soil Minerals with Organic Components and Microorganisms. Wuhan-China. *UNDIP Newsletter*. XI (19): 7.
4. **Dwi Retno Lukiwati.** 2008. Sixth National Seminar of AINI in Yogyakarta. *UNDIP Newsletter*. XII (20): 4.
5. **Dwi Retno Lukiwati.** 2008. Forest Insects as Food: Human Bite Back. *UNDIP Newsletter*. XII (21): 7

XI. KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT/ KERJASAMA

A. PEMBICARA / PENGAJAR / PENATAR / NARASUMBER, pada :

1. Kursus singkat pemanfaatan limbah lignoselulolitik untuk media semai tanaman kehutanan. PAU-IPB Bogor, 6 Oktober-2 November 1992.

2. Training course on the biology and technology of mycorrhizae. SEAMEO-BIOTROP, Bogor 4-23 April 1994.
3. Pelatihan teknis pembibitan/perawatan tanaman. Dinas Pertamanan DKI, Jakarta 10-31 Januari 1995
4. Training course on biotechnology of mycorrhizae. SEAMEO-BIOTROP, Bogor 2-13 October 2000.
5. Pelatihan penyusunan proposal Hibah Bersaing DIKTI, Lembaga Penelitian dan Pengembangan Universitas Pancasakti (UPASAKTI) Tegal, 3-4 Maret 2001.
6. Pelatihan Pengantar dan metodologi penelitian ilmiah. Unit Penelitian Mahasiswa, Innovation Science and Technology (INSET) UNDIP, Semarang 17 Maret 2001.
7. Pelatihan Metode Penelitian. Unit Penelitian Mahasiswa Innovation Science and Technology (INSET) UNDIP. Semarang, 6 April 2002.
8. Pelatihan penulisan artikel ilmiah. Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang) Propinsi Jawa Tengah. Semarang 7 Agustus 2002.
9. "Pelatihan metodologi penelitian". Universitas Muhammadiyah (UNMUH) Magelang, 13-14 dan 22 Februari 2003.
10. Pelatihan penulisan proposal penelitian. Fakultas Teknik UNDIP. Semarang, 17 Maret 2003.
11. Pelatihan penulisan proposal penelitian. Fakultas Hukum UNDIP. Semarang, 19 Maret 2003.
12. Pelatihan metodologi penelitian dosen tetap PTS Kopertis Wilayah VI. Bandungan-Ambarawa, 22-24 April 2003.
13. Pelatihan penulisan artikel ilmiah bagi dosen. FISIP UNDIP. Semarang, 21 Oktober 2003.
14. Pelatihan penulisan artikel ilmiah bagi dosen Fakultas Teknik UNDIP. Semarang, 23 Oktober 2003
15. Pelatihan metodologi penelitian dan pembentukan jaringan penelitian Kabupaten Temanggung. Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang), Kabupaten Temanggung. 22-24 Desember 2003.
16. Penyerapan Aspirasi Stakeholders dalam Penyusunan Repetada 2005. BAPPEDA Propinsi Jawa Tengah-Semarang, 19-21 Januari 2004.

17. Pelatihan Metodologi Penelitian dan SPSS. Program Studi Ilmu Keperawatan Fakultas Kedokteran UNDIP. Semarang, 30-31 Juli 2004.
18. Pelatihan penulisan artikel ilmiah hasil penelitian. Politeknik Negeri Semarang (POLINES). Semarang, 12 Agustus 2004.
19. Penataran dan Lokakarya Metodologi Penelitian. Universitas Islam Bandung (UNISBA)-Bandung, 22-24 September 2005.
20. Workshop penyusunan proposal penelitian dan pengabdian masyarakat. Universitas Muhammadiyah Semarang (UNIMUS). Semarang, 2 Februari 2006.
21. Lokakarya Pembuatan Proposal Penelitian & Pengabdian yang Kompetitif. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Jogjakarta (INSTIPER). Jogjakarta, 22-23 Februari 2006.
22. Pelatihan Penyusunan Proposal Dosen Muda & SKW, dan Pendampingan Program Proposal Penelitian Dasar. Universitas Pancasakti Tegal (UPASAKTI), Tegal 14 November dan 21 November 2006.
23. Penataran dan Lokakarya Penulisan Proposal Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat. Universitas Pekalongan (UNIKAL). Pekalongan, 22-23 November 2006.
24. Pelatihan Peningkatan Kemampuan Reviewer Hibah Penelitian. Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED). Purwokerto, 8 Desember 2007.
25. Workshop Penelitian Dosen Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Al-Irsyad Al-Islamiyyah". STIKES-Cilacap, 27-28 Agustus 2008.
26. Pengkajian dan Pengembangan Kediklatan dan Seminar Hasil Penelitian Tim Widyaiswara. Badan Pendidikan dan Pelatihan Provinsi Jawa Tengah. Semarang, 18 Desember 2008.
27. Diseminasi "Teknologi Budidaya Ternak Kelinci Berbasis Pakan Hijauan". Ditjen Peternakan Departemen Pertanian. Magelang, 5-6 Mei 2009.
28. Focus Group Discussion "Optimalisasi Pemanfaatan Hasil Penelitian Perguruan Tinggi bagi Industri dan Masyarakat". LPPM Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga, 7 Agustus 2009.

29. Temu Ilmiah “Perkembangan Riset Sosial Politik dan Kemasyarakatan di Provinsi Jawa Tengah”. Ristek-Lemlit Universitas Diponegoro. Semarang, 19 Oktober 2009.
30. Pelatihan Penulisan Proposal Penelitian Unggulan. LPPM Undip. Semarang, 25 Maret 2010.

B. PEMBAHAS / PENELAHAH / REVIEWER / JURI, pada :

1. Jurnal Pengembangan Peternakan Tropis (Bidang Pastura & Hijauan Pakan). Fakultas Peternakan UNDIP. Periode 1999-2001.
2. Project proposal SEAMEO-BIOTROP Bogor, Periode 2000-2002..
3. Temu Informasi Teknologi Pertanian “Pembahasan Program Pengkajian dan Diseminasi Tahun 2003. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Tengah. Soropadan, 6-7 Mei 2002.
4. Jurnal Litbang Provinsi Jateng, sejak 2002 – sekarang.
5. Jurnal Pengembangan Peternakan Tropis. Fakultas Peternakan UNDIP. Periode 2003-2006.
6. Pekan Ilmiah Perguruan Tinggi Propinsi Jawa Tengah Tahun 2005. Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga, 20-22 November 2005.
7. Review Proposal dan Monev Laporan Penelitian Kompetitif Multitahun di lingkungan Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DP2M DIKTI), sejak 2005- sekarang.
8. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI). Diterbitkan oleh Lembaga Penerbitan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Terbit 2006, 2007
9. Jurnal Media Peternakan. Diterbitkan oleh Fakultas Peternakan IPB Bogor. Terbit 2007, 2008, 2009, 2010.
10. Proposal penelitian proyek A-3 Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Pertanian, Universitas Bengkulu. Agustus 2008.
11. Review Proposal dan Monev Laporan Penelitian Hibah Kompetitif Multitahun. Lembaga Penelitian Undip, sejak 2007-sekarang
12. Monev Hibah Multitahun. UNS Surakarta. 15 Oktober 2008
13. Review Proposal Penelitian Hibah Strategis Nasional. Univ. Andalas, Padang. 12- 13 Maret. 2009.
14. Review Proposal Penelitian Hibah Strategis Nasional Unsoed Purwokerto. 17-18 Maret 2009.

15. Monev Laporan Hasil Penelitian Hibah Strategis Nasional. Univ. Lampung. 14-15 Oktober 2009.
16. Monev Laporan Hasil Penelitian Hibah Kompetensi. Univ. Airlangga, Surabaya, 7-8 Desember 2009
17. Monev Laporan Hasil Penelitian Hibah Kompetensi. Univ. Hasannudin, Makassar, 9-10 Desember 2009
18. Review Proposal Penelitian Disertasi Doktor Tahun Anggaran 2010. DP2M Dikti. Jakarta, 6-8 Mei 2010.
19. Desk Evaluasi Proposal Penelitian Hibah Strategis Nasional Tahun Anggaran 2010. DP2M Dikti. Jakarta, 7-9 Juni 2010.
20. Review Proposal Penelitian Hibah Strategis Nasional Tahun Anggaran 2010. DP2M Dikti. Jakarta, 28-29 Juni 2010.

XII. KEGIATAN LAIN-LAIN :

A. NARASUMBER ACARA TV dan RADIO

1. Narasumber dalam acara “talk show” di **Radio Female** Semarang, dengan tema “Serangga sebagai salah satu sumber protein hewani. Semarang, 14 Maret 2008.
2. Narasumber dalam acara “Dialog Pagi” di **TV Cakra** dengan tema “Serangga sebagai pengganti sumber protein hewani alternatif”. Semarang, 21 Maret 2008
3. Narasumber dalam acara “Dialog Pagi” di **TV Cakra** dengan tema “Mengatasi langka pupuk di Jawa Tengah”. Semarang, 25 April 2008.
4. Narasumber dalam acara “Dialog Interaktif” di **TV Cakra** dengan tema “Bahan pangan bermasalah”. Semarang, 18 September 2008.

B. TIM PADUAN SUARA

1. Anggota Paduan Suara Mahasiswa Universitas Diponegoro. Tahun 1972-1976.

2. Anggota Paduan Suara Chandrakirana, KODAM VII Diponegoro. Tahun 1973-1978
3. Anggota Paduan Suara Dharma Wanita UNDIP. Tahun 1981 - 1990

C. PENGURUS DALAM ORGANISASI OLAH RAGA

1. Yayasan Jantung Indonesia, Cabang Utama Jawa Tengah (Periode Tahun 2000 - sekarang).
2. Yayasan Asma Indonesia. Klub Senam Asma Sasana RRI Semarang (Periode Tahun 2004 - sekarang)
3. Persatuan Olah Raga Pernafasan Indonesia (PORPI), Sasana Simpang Lima Semarang (Periode Tahun 2003 - sekarang)
4. Persatuan Wanita Olah Raga Seluruh Indonesia (PERWOSI) (Periode Tahun 2009-2012).

XIII. TANDA PENGHARGAAN

1. Satyalancana Karya Satya 20 tahun. (SK Presiden RI, 11 Juli 2000)
2. Piagam penghargaan 25 tahun. (SK Rektor UNDIP, 14 Oktober 2004)
3. Dosen Berprestasi I Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro (SK Rektor Undip, 2 Juni 2009)

Semarang, 22 Maret 2011

Prof. Dr. Ir. Dwi Retno Lukiwati, MS