

JAGA DAN PERGUNAKAN LAH KOLEKSI
INI DENGAN BAIK

SUATU SAAT ANAK DAN CUCU ANDA
SANGAT MEMBUTUKANNYA

LAPORAN PENELITIAN

PEMANFAATAN BAHAN ORGANIK DAUN *Gliricidia sepium* DAN
MIKORIZA VESIKULER ARBUSKULER PADA TANAH PODZOLIK
MERAH KUNING TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT KAKAO
(*Theobroma cacao* L.)



MILIK PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG
DITERIMA TGL. : 31-10-2001
SUMBER/HARGA : Hadiah
KOLEKSI : K
NO. INVENTARIS : 579/K/2001-p2/2
KLASIFIKASI : 633.74 Zci-1/2

Oleh :

Drs. Anizam Zein, M.Si
(Ketua Peneliti)

Penelitian ini dibiayai oleh :
Dana Rutin Universitas Negeri Padang
Tahun Anggaran 1999/2000
Surat Perjanjian Kerja Nomor : 2751/K12/KU/Rutin/1999
Tanggal 9 Agustus 1999

UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2000



PEMANFAATAN BAHAN ORGANIK DAUN *Gliricidia sepium* DAN MIKORIZA
VESIKULER ARBUSKULER PADA TANAH PODZOLIK MERAH KUNING
TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT KAKAO (*Theobroma cacao L.*)

Oleh :

Drs. Anizam Zein, M.Si

Drs. Azwir Anhar, M.Si

Drs. Sudirman

PEMANFAATAN BAHAN ORGANIK DAUN *Gliricidia sepium* DAN MIKORIZA ARBUSKULER VESIKULER TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT KAKAO (*Theobroma Cacao* L.) PADA TANAH PODZOLIK MERAH KUNING

Abstrak

Telah dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan bahan organik daun *Gliricidia sepium* dan mikoriza arbuskuler vesikuler (MVA) terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L) pada tanah podzolik merah kuning. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkapkan manfaat hasil dekomposisi bahan organik daun *gliricidia* dan mikoriza arbuskuler vesikuler terhadap pertumbuhan bibit kakao pada tanah podzolik merah kuning. Penelitian ini dilaksanakan menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial dengan 4 ulangan. Faktor pertama yaitu hasil dekomposisi bahan organik (S) yaitu S_0 =tanpa dekomposisi, $S_1=15\%$, $S_2=20\%$, dan $S_3=25\%$. Faktor kedua yaitu mikoriza arbuskuler vesikuler (M) yaitu M_0 =tanpa MVA, $M_1=2$ g, $M_2=4$ g, dan $M_3=6$ g. Analisis data menggunakan sidik ragam, uji lanjut dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil dekomposisi bahan organik dan MVA berpengaruh positif terhadap tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, infeksi MVA, berat basah dan kering, kandungan air relatif, nilai kekokohan, top root ratio, indeks kualitas bibit, dan kandungan P total bibit.

Kata kunci : bahan organik, mikoriza, pertumbuhan

PENGANTAR

Kegiatan penelitian merupakan bagian dari darma perguruan tinggi, di samping pendidikan dan pengabdian kepada masyarakat. Kegiatan penelitian ini harus dilaksanakan oleh Universitas Negeri Padang yang dikerjakan oleh staf akademiknya ataupun tenaga fungsional lainnya dalam rangka meningkatkan mutu pendidikan, melalui peningkatan mutu staf akademik, baik sebagai dosen maupun peneliti.


Kegiatan penelitian mendukung pengembangan ilmu serta terapannya. Dalam hal ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang berusaha mendorong dosen untuk melakukan penelitian sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari kegiatan mengajarnya, baik yang secara langsung dibiayai oleh dana Universitas Negeri Padang maupun dana dari sumber lain yang relevan atau bekerja sama dengan instansi terkait. Oleh karena itu, peningkatan mutu tenaga akademik peneliti dan hasil penelitiannya dilakukan sesuai dengan tingkatan serta kewenangan akademik peneliti.


Kami menyambut gembira usaha yang dilakukan peneliti untuk menjawab berbagai permasalahan pendidikan, baik yang bersifat interaksi berbagai faktor yang mempengaruhi praktek kependidikan, penguasaan materi bidang studi, ataupun proses pengajaran dalam kelas yang salah satunya muncul dalam kajian ini. Hasil penelitian seperti ini jelas menambah wawasan dan pemahaman kita tentang proses pendidikan. Walaupun hasil penelitian ini mungkin masih menunjukkan beberapa kelemahan, namun kami yakin hasilnya dapat dipakai sebagai bagian dari upaya peningkatan mutu pendidikan pada umumnya. Kami mengharapkan di masa yang akan datang semakin banyak penelitian yang hasilnya dapat langsung diterapkan dalam peningkatan dan pengembangan teori dan praktek kependidikan.

Hasil penelitian ini telah ditelaah oleh tim pereviu usul dan laporan penelitian Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang, yang dilakukan secara "blind reviewing". Kemudian untuk tujuan diseminasi, hasil penelitian ini telah diseminarkan yang melibatkan dosen/tenaga peneliti Universitas Negeri Padang sesuai dengan fakultas peneliti. Mudah-mudahan penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pada umumnya, dan peningkatan mutu staf akademik Universitas Negeri Padang.

Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu terlaksananya penelitian ini, terutama kepada pimpinan lembaga terkait yang menjadi objek penelitian, responden yang menjadi sampel penelitian, tim pereviu Lembaga Penelitian dan dosen senior pada setiap fakultas di lingkungan Universitas Negeri Padang yang menjadi pembahas utama dalam seminar penelitian. Secara khusus kami menyampaikan terima kasih kepada Rektor Universitas Negeri Padang yang telah berkenan memberi bantuan pendanaan bagi penelitian ini. Kami yakin tanpa dedikasi dan kerjasama yang terjalin selama ini, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan sebagaimana yang diharapkan dan semoga kerjasama yang baik ini akan menjadi lebih baik lagi di masa yang akan datang.

Terima kasih.

Padang, Maret 2000
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang,

Prof. Drs. Kumaidi, MA., Ph.D.
130605231



DAFTAR ISI

	halaman
ABSTRAK	i
PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Hipotesis	5
E. Defenisi Operasional	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Keadaan Umum Tanaman Kakao	7
B. Bahan Organik dan Peranannya	8
C. Mikoriza Vesikuler Arbuskuler dan Peranannya	12
BAB III METODE PENELITIAN	15
A. Tempat dan Waktu Penelitian	15
B. Populasi dan Sampel	15
C. Bahan dan Alat	15
D. Rancangan Penelitian	15
E. Pelaksanaan Penelitian	16
F. Pengambilan Data	17
G. Analisis Data	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
A. Hasil Penelitian	20
B. Pembahasan	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	33
A. Kesimpulan	33
B. Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	37

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
1.	Tinggi bibit tanaman kakao (cm) umur 1, 2 ,dan 3 bulan setelah tanam	21
2.	Rerata diameter batang (mm) bibit umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanam	22
3.	Rerata jumlah daun bibit umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanamn	23
4.	Rerata infeksi MVA (%) bibit umur 3 bulan setelah tanam	23
5.	Rerata berat basah dan kering (g) bibit umur 3 bulan setelah tanam	24
6.	Rerata kandungan air relatif bibit (%) setelah tanam	25
7.	Rerata nilai kekokohan bibit umur 3 bulan setelah tanam	25
8.	Rerata top root ratio bibit (g) umur 3 bulan setelah tanam	26
9.	Rerata indeks kualitas bibit umur 3 bulan setelah tanam	26
10.	Rerata kandungan P total (%) daun bibit umur 3 bulan setelah tanam	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
A.	Sidik ragam tinggi bibit (mm) umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanam	37
B.	Sidik ragam diameter batang bibit (mm) umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanam.	38
C.	Sidik ragam jumlah daun bibit umur 1, 2 dan 3 bulan setelah tanam	39
D.	Sidik ragam infeksi MVA (%) bibit umur 3 bulan setelah tanam	40
E.	Sidik ragam berat basah dan kering (%) bibit umur 3 bulan setelah tanam	40
F.	Sidik ragam kandungan air relatif (%) bibit umur 3 bulan setelah tanam	41
G.	Sidik ragam nilai kekokohan bibit umur 3 bulan setelah tanam	41
H.	Sidik ragam top root ratio bibit umur 3 bulan setelah tanam	41
I.	Sidik ragam indeks kualitas bibit umur 3 bulan setelah tanam	42
J.	Sidik ragam kandungan P total (%) daun bibit umur 3 bulan setelah tanam	42

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Komoditas tanaman perkebunan mempunyai peranan besar dalam program pembangunan pertanian. Sehubungan dengan peranannya sebagai penghasil devisa negara di luar migas, menciptakan lapangan pekerjaan, meningkatkan taraf kehidupan petani dan sekalipun melestarikan sumber daya alam, maka kedudukan dan masa depan sub sektor perkebunan dalam perekonomian Indonesia semakin penting (Departemen Pertanian, 1983:150).

Pada akhir Pelita V pengembangan tanaman kakao mencapai luas 311.000 ha (Badrun, 1991:23). Sedangkan pada tahun 1993 mencapai 458.000 ha dengan komposisi 69 % perkebunan rakyat dan 31 % perkebunan besar negara dan swasta, produksi mencapai 220.000 ton biji kering, dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 21 % per tahun selama lima tahun terakhir (Disbun Kaltim, 1994:17).

Produksi yang optimal merupakan salah satu tujuan usaha efisiensi pengelolaan tanaman perkebunan, tersedianya bibit tanaman kakao yang baik merupakan salah satu penentu dari tujuan tersebut. Bibit tanaman yang baik diharapkan mempunyai kemampuan untuk beradaptasi pada lingkungan di lapangan. Dalam penguasaan tanaman kakao dimulai dari tahap pembibitan, dan tahapan ini sangat menentukan langkah selanjutnya, karena bibit yang mempunyai mutu baik akan berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman di lapangan, yang pada gilirannya nanti akan menentukan kualitas dan kuantitas produksi (Soeratno, 1980:85).

Untuk mendapatkan bibit yang bermutu baik, maka pelaksanaan pembibitan

perlu mendapat perhatian secara serius, mulai dari perkecambahan sampai pada pembitan dan seterusnya bibit disalurkan ke lapangan. Kendala yang sering dihadapi dalam pelaksanaannya sebagian diakibatkan oleh tingginya biaya yang antara lain dapat berasal dari mahalnya biaya pemupukan. Hal ini semakin berat dirasakan mengingat tanah yang diusahakan atau yang masih tersisa untuk pengembangan areal tanaman tergolong marginal (Goenadi, 1994:17), dengan demikian timbul masalah yaitu ketidak mampuan tanah sebagai medium pembibitan dalam menyediakan unsur hara yang diperlukan tanaman.

Salah satu alternatif yang ditawarkan untuk memecahkan permasalahan tersebut yaitu pemanfaatan sisa daun tanaman sebagai pupuk oraganik dan menekankan pada aspek biologi mikroba dengan mengaplikasikan bioteknologi khususnya penggunaan jamur pembentuk mikroriza perlu dicobakan pada pembibitan kakao.

Tanaman gliricidia (*Gliricidia sepium*), yang keberadaannya cukup banyak baik sebagai pagar hidup atau penghijauan, makan ternak dan lain-lain. Pada perkebunan-perkebunan kakao, gliricidia merupakan salah satu jenis tanaman penaung tetap (Abdoellah dan Soedarsono, 1988:132). Tanaman gliricidia termasuk jenis *Leugominocae*, merupakan sumber bahan organik yang mudah terdekomposisi dan masih belum banyak dimanfaatkan sebagai sumber hara pada medium pembibitan kakao. Sebagai sumber bahan organik daun gliricidia dapat memperbaiki sifat fisik tanah dan kimia tanah terutama penambahan unsur nitrogen (Dirdjosoemarto, 1988:23). Selanjutnya Joetono (1992:10), menyatakan bahwa bahan organik mempunyai peranan dalam memperbaiki sifat fisik tanah melalui stabilitas struktur, infiltrasi air, kadar air, drainase, suhu, aktivitas mikrobia tanah

dan penetrasi akar. Terhadap sifat kimia tanah, secara umum bahan organik berpengaruh terhadap penyediaan hara tumbuhan dan merupakan sumber hara N, P dan S.

Penyerapan hara oleh tanaman dapat diperbesar dengan adanya simbiosis antara akar tumbuhan dengan jamur tertentu, dan berdasarkan fakta bahwa hampir semua jenis tanaman dapat mengadakan asosiasi dengan jamur pembentuk mikoriza, yaitu suatu simbiosis yang bersifat saling menguntungkan. Mikoriza vesikuler arbuskuler merupakan salah satu mikoriza yang penting bagi tanaman pertanian dan kehutanan. Adanya infeksi mikoriza dan tersedianya hara yang sesuai dengan bibit kakao akan menjamin bibit tersebut tumbuh dengan baik dan akan memberi hasil yang optimal.

Kemungkinan untuk meningkatkan budidaya tanaman masih terbuka luas dengan tersedianya areal lahan kering. Umumnya lahan kering didominasi Podzolik Merah Kuning yang luasnya mencapai 48,3 juta hektar. Sekitar 20,6 juta hektar terdapat di Sumatera. Kebanyakan tanah tersebut tersebar pada daerah dengan curah hujan di atas 2000 mm. Selain itu tanah Podzolik Merah Kuning tanggap terhadap pemupukan sehingga punya potensi besar untuk dikembangkan dan diolah menjadi areal pertanian yang produktif (Somaatmadja dan Sadakin, 1993:35).

Banyak laporan yang menyatakan bahwa tanaman bermikoriza dapat tumbuh dan menyerap P lebih tinggi dari pada tanaman yang tak bermikoriza terutama pada tanah yang kesuburannya rendah. Dengan demikian diharapkan dari hasil penelitian nanti akan diperoleh teknik pembibitan kakao yang baik terutama yang berhubungan dengan pemanfaatan bahan organik daun *Gliricidia sepium* dan mikoriza vesikuler arbuskuler, sehingga dalam tiap periode pelaksanaan pembibitan akan diperoleh

semakin besar persentase bibit yang bermutu, dengan sendirinya akan berpengaruh positif terhadap peningkatan produksi tanaman kakao.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :
Apakah pemberian bahan organik daun *Gliricidia sepium* dan Mikoriza Vesikuler Arbuskuler pada tanah Podzolik Merah Kuning dapat mempengaruhi pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.). Untuk menjawab permasalahan tersebut akan dilakukan penelitian mengenai Pemanfaatan bahan organik daun *Gliricidia sepium* dan Mikoriza Vesikuler Arbuskuler pada tanah Podzolik Merah Kuning terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L).

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh bahan organik daun *Glyricidia sepium* terhadap pertumbuhan bibit kakao.
2. Mengetahui pengaruh mikoriza vesikuler arbuskuler terhadap infeksi akar, penyerapan P, dan pertumbuhan bibit kakao.
3. Mengetahui interaksi antara bahan organik daun *Glyricidia sepium* dan mikoriza vesikuler arbuskuler terhadap infeksi akar, penyerapan P, dan pertumbuhan bibit kakao.
4. Mencari dosis bahan organik daun *Glyricidia sepium* dan mikoriza vesikuler arbuskuler yang tepat untuk pertumbuhan bibit kako yanbiak.

D. Hipotesis

1. Hipotesis Utama :

Bahan organik daun *Gliricidia sepium* dan Mikoriza Vesikuler Arbuskuler dapat mempengaruhi pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.).

2. Hipotesis Penunjang

- a. Perlakuan dosis bahan organik daun *Gliricidia sepium* yang berbeda akan memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan bibit kakao.
- b. Perlakuan dosis MVA yang berbeda memberikan pengaruh terhadap infeksi akar, penyerapan P, dan pertumbuhan bibit kakao.
- c. Terdapat interaksi antara kombinasi perlakuan bahan organik daun *Gliricidia sepium* dan MVA, dan berpengaruh terhadap infeksi akar, penyerapan P dan pertumbuhan bibit kakao.
- d. Pemberian dosis bahan organik daun *Gliricidia sepium* dan MVA yang tepat memberikan pengaruh terbaik pada pertumbuhan bibit kakao.

E. Defenisi Operasional

Agar tidak terjadi kesalahan pahaman dalam memahami penelitian ini maka perlu diberikan definisi dari beberapa istilah yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Dekomposisi adalah proses pelapukan, dalam hal ini adalah pelapukan bahan organik daun *Glyricidia sepium* yang terurai menjadi unsur-unsur kimia yang dapat digunakan oleh tumbuhan sebagai sumber nutrisi.
2. Mikoriza Vesikuler Arbuskuler : merupakan simbiosis akar dengan jamur yang bersifat saling menguntungkan (mutualisme), dimana dapat memacu pertumbuhan tanaman, merupakan salah satu jenis endomikoriza yang antinya diinokulasikan pada tanah pembibitan dalam bentuk butiran.

3. Pertumbuhan : yang dimaksud disini adalah penambahan tinggi, diameter batang, jumlah daun, berat basah, dan berat kering bibit.
4. Bibit kako yang dimaksud disini adalah benih kakao lindak yang telah dikecambahkan sampai berumur tiga bulan siap untuk dipindahkan.
5. Tanah Podzolik Merah kuning : merupakan salah satu jenis tanah yang miskin akan unsur hara yang diambil dari tanah Limau Manis Kecamatan pauh Kotamadya Padang yang digunakan dalam pembibitan kakao.

BAB. II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Keadaan Umum Tanaman Kakao

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) tergolong dalam famili Sterculiaceae, dengan sifat pertumbuhan dimorphous, tinggi tanaman dapat mencapai 4-10 m (Opeke, 1982:231). Dalam keadaan normal cabang-cabang mulai tumbuh pada ketinggian 0,90-1,4 dari permukaan tanah, daun muda berwarna hijau pucat, kemerahan sampai merah tua (tergantung jenisnya), daun dewasa berwarna hijau dengan panjang sekitar 30 cm dan lebar 7,5 cm.

Menurut Siswoputranto (1978:47), terdapat tiga jenis tanaman kakao yang diusahakan secara besar-besaran yaitu:

1. Criollo : Tanaman ini menghasilkan biji kakao sangat bermutu (fine/flavour cacao), buah berwarna merah atau kuning, kulit tipis dan berbentuk meruncing, biji berukuran besar dengan kotiledon berwarna putih atau jingga, memberi rasa lezat dan aroma yang harum.
2. Forastreo : Tanaman ini menghasilkan biji coklat bermutu sedang (bulk cacao), buah bergerigi dengan ujung buah bulat, kulit buah tebal dan berwarna kuning yang cukup masak, biji buah tipis atau gepeng berwarna ungu, rasa kesat dan pahit.
3. Trinitario : Merupakan hasil persilangan antara jenis Criollo dan Forastreo.

Tanaman kakao dapat tumbuh baik pada daerah dengan curah hujan 1000-3000 mm/tahun dengan penyebaran merata sepanjang tahun, suhu optimal rata-rata 25,5 C, kelembaban udara di atas 80 %.

Kebutuhan cahaya tanaman kakao untuk efisiensi fotosintesis maksimum adalah 75 % dari cahaya matahari penuh, penyinaran 20 % menghasilkan 0,10 g bahan kering/

dm² luas daun/jam, penyinaran 75 % menghasilkan 0,19 g bahan kering/dm² luas daun/jam, sedangkan penyinaran 100 % menghasilkan 0,04 g bahan kering/dm² luas daun/jam. Banyaknya cahaya matahari juga berpengaruh terhadap luas dan, ukuran menjadi lebih lebar pada tempat-tempat yang kurang cahaya tetapi lebih kecil pada tempat yang banyak cahaya (Sunarjo dan Situmorang, 1978:22).

Kadar unsur hara dalam daun kakao menurut hasil penelitian Prawoto dan Abdullah (1990:111), dilaporkan terdapat perbedaan antara tipe kakao (Trinitario dan Forestreo), dijumpai perbedaan kadar K, Mg, Cu dan Mn yang nyata. Hasil analisis daun kakao, misalnya kultivar Scavina diperoleh 2,1789 % N, 0,2044 % P, 2,4789 K, 0,8533 % Ca, 0,4477 % Mg, 61,66 ppm Mn, 6,11 ppm dan 22,22 ppm Zn.

Bibit tanaman yang mempunyai potensi produksi yang tinggi akan teraliris bila didukung dengan tingkat kesuburan tanah yang sesuai. Tanah yang dikehendaki untuk pertumbuhan kakao yang baik adalah banyak mengandung humus, drainase baik, pH tanah 6,1-7,0 dan air tanah cukup (Sunarjo dan situmorang, 1978:23).

Adanya benih kakao hibrida menyebabkan perbanyak tanaman kakao cenderung dengan benih (generatif), dari segi kultur teknik lebih mudah dan biaya lebih murah. Menurut Situmorang (1985:22), bibit kakao yang baik untuk dipindahkan ke lapangan adalah mempunyai pertumbuhan yang seragam, tidak diserang hama penyakit yang berat, sudah berdaun dua belas dan tidak saat tumbuh daun muda (flush).

B. Bahan Organik dan Peranannya

Bahan organik meliputi semua benda hidup, benda mati yang berasal dari benda hidup dan berbagai senyawa organik yang terdapat dipermukaan tanah. Daun-daun, ranting dan cabang tumbuhan yang belum terurai pada permukaan tanah disebut serasah/litter (Joetono, 1995:22).

Sebagai sumber utama bahan organik, seresah tumbuhan dapat mengembalikan unsur hara ke dalam tanah melalui dekomposisi. Jordan (1985:230) menyatakan, sumbangan hara tergantung pada jumlah dan macam seresah, macam dan aktivitas dekomposer, macam kandungan senyawa kimia dalam seresah dan iklim. Daun tanaman gliricidia menghasilkan berat kering lebih besar dari pada ranting dan batang sehingga menyumbang unsur N, P, K, Ca dan Mg per kg/ha/tahun lebih banyak dari pada jaringan lainnya (Ling, 1994:452).

Produksi biomassa guguran daun gliricidia yang berumur satu tahun yang ditanaman dengan jarak 1x2 m rata-rata 5,53 ton/ha/tahun, sedangkan pada pohon dewasa yang dipangkas 4-6 kali setahun, menghasilkan lebih kurang 19 ton/ha/tahun (Dirjosoemarto, 1979:45). Selanjutnya Chadhokar (1982:54) menambahkan bahwa 61 % biomassa tanaman gliricidia yang dihasilkan berupa daun, dengan kadar protein kasar daun 23,36-27-60 % dari bahan kering dan serat kasarnya 16,38-23,08 %.

Hasil analisis daun gliricidia yang telah dikomposisi selama satu bulan mempunyai kandungan 43,68 % C, 3,85 % N, 0,43 % P, 2,91 % K, 0,62 % Ca, 0,34 % Mg, 0,05 % Na, 0,50 % Fe, 1,69 % SO₄, 4 ppm Cu, 44 ppm Zn, 105 ppm Mn, dan pH 8,0, C/N ratio 11,4 (Eriana Munandar, 1995:13).

Dekomposisi bahan organik tanah oleh mikroba tanah terutama dilakukan oleh bakteri, aktinomycetes dan fungi. Kondisi yang mendukung terhadap kecepatan dekomposisi yaitu tergantung pada rendahnya kandungan lignin dan lilin, ukuran bahan sehalus mungkin, pasokan hara N mencukupi, aerasi dan lengas harus memadai, pH tidak terlalu rendah, temperatur cukup tinggi (30-45°C), dan bahan organik yang bercampur dengan bahan organik jenis lain akan lebih cepat terdekomposisi dari pada yang tunggal (Russell, 1953:234).

Penambahan seresah yang masih segar ke dalam tanah dapat memacu atau bahkan dapat menghambat peruraian humus asli tanah. Perubahan laju peruraian ini yang dikenal sebagai priming dan umumnya positif, hal ini karena penambahan seresah segar dapat meningkatnya populasi mikroba tertentu sebagai akibat tersedianya sumber energi baru dari bahan segar yang ditambahkan ke dalam tanah. Selanjutnya peningkatan populasi mikroba yang cepat akan menghasilkan enzim-enzim yang akan menguraikan bahan organik tanah aslinya (Joetono, 1995:15).

Pengaruh bahan organik terhadap sifat fisik tanah adalah memberi warna gelap, mempertahankan struktur dan stabilitas dan membantu agregasi tanah. Secara kimia, bahan organik berfungsi sebagai sumber hara tanaman karena selama mineralisasi akan dilepaskan unsur N, P dan S, mencegah pelindian, penyangga terhadap perubahan pH tanah, meningkat pertukaran kation, kelasi, bahan organik merupakan sumber energi utama bagi aktivitas mikroorganisme tanah, dengan demikian dapat meningkatkan populasi mikroorganisme tanah yang bermanfaat misalnya mikoriza untuk peningkatan ketersediaan P tanah (Hsieh dan Hsieh, 1990:46).

Nitrogen merupakan komponen asam amino, protein dan asam nukleat penyusun protoplasma. Dengan demikian nitrogen bagi tanaman dapat merangsang pertumbuhan tanaman khususnya batang, cabang dan daun (Sarief, 1985:182 dan Lingga, 1986:90). Bersama-sama Mg nitrogen sebagai penyusun klorofil sehingga menjadikan tanaman lebih hijau, pengatur terhadap penggunaan unsur P dan K (Sadjad, 1976:60). Nitrogen organik dalam tanaman terdiri atas 1,5-5 % atau 2-4 % dari berat kering tanaman (Haynes, 1986:360; Mengel dan Kirkby, 1987:195). Kekurangan nitrogen menunjukkan gejala pertumbuhan yang kerdil, sistem perakaran terbatas, daun bagian bawah menjadi kuning atau hijau kekuningan (klorosis) dan cenderung mudah jatuh (Buckman dan Brady, 1982:788).

Phosphor (P), diserap tanaman dalam bentuk H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} (Tisdale dan Nelson, 1975:430), jumlah masing-masing bentuk ion tersebut dipengaruhi oleh pH tanah. Pada tanah yang rendah anion lebih H_2PO_4^- lebih dominan diserap, sedangkan bila pH tinggi anion HPO_4^{2-} diserap lebih banyak oleh tanaman (Stevenson, 1986:345; Hakim et.al, 1986:120). Pada pH 7 proporsi kedua anion ini terdapat dalam jumlah yang sama (Mengel dan Kirkby, 1987:78). Fosfat diserap secara difusi oleh tanaman sekitar 90 %, yaitu hara bergerak ke daerah perakaran karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan tanah dengan akar tanaman (Donahue, et.al. 1977:340).

Mengel dan Kirkby (1987:190), menyatakan P banyak mengisi bagian-bagian sel terutama nukleus, sitoplasma, kloroplas dan vakuola. Fosfat penyusun inti sel yang penting dalam pembelahan sel, pembentukan fosfolipid dan nukleoprotein. Fosfat dapat merangsang pertumbuhan akar tanaman muda sehingga berpengaruh terhadap penyerapan hara dalam tanah (Rinsema, 1985:233 dan Sarief, 1985:182). Kekurangan P menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, rasio berat kering trubus dan akar berkurang dan secara umum warna daun lebih hijau tua, batang pada tanaman semusim berwarna kemerahan dan secara bertahap menjadi kecoklatan, daun muda banyak yang gugur (Tisdale dan Nelson, 1978:400; Mengel dan Kirkby, 1987:191). Kelebihan unsur P menyebabkan penyerapan unsur-unsur seperti Zn, Fe dan Cu menjadi terhambat (Devlin dan Witham, 1983:360).

Pertumbuhan stek kakao akan sangat terganggu apabila kadar P di dalam tanah kurang dari 32 ppm dengan ekstraksi Bray I (Abdoellah dan Prawoto, 1986:110). Selanjutnya Wesel (1985:526), menyatakan tanaman kakao akan memberikan tanggapan terhadap pemberian pupuk P apabila kadar P dalam tanah kurang 12 ppm, dan dianggap cukup mengandung P apabila kadar hara dalam daun minimal 0,2 %.

Kompos daun gliricidia mengandung nitrogen lebih tinggi dibanding dengan pupuk kandang. Beberapa hasil penelitian dilaporkan bahwa pemberian kompos daun gliricidia 20 % memberikan nitrogen yang lebih tinggi dari pada pemberian pupuk kandang dengan dosis 50 % dan mampu menyerap lengas lebih banyak dari pada dosis pupuk kandang yang sama.

Hasil penelitian Eriani munandar (1995:48) dilaporkan pemberian bahan organik gliricidia dalam meningkatkan pertumbuhan bersifat linier positif, sampai dosis 20 % berat tanah, meningkatkan volume akar, berat kering dan segar, kadar klorofil bibit kakao dan efisiensi penggunaan air. Semakin tinggi bahan organik yang diberikan dapat meningkatkan total porositas dan permiabilitas tanah sejalan dengan menurunnya berat volume tanah.

C. Mikoriza Vesikuler Arbuskuler dan Peranannya

Cendawan mikoriza vesikuler arbuskuler (MVA) dapat berasosiasi dengan sebagian besar tumbuhan. Meyer (1973:20) menyebutkan bahwa sebagian besar tumbuhan berasosiasi dengan mikroriza vesikuler arbuskuler dan hanya 3 % saja tumbuhan berasosiasi dengan ektomikoriza, juga sebagian besar infeksi MVA ditemukan pada akar-akar halus tumbuhan (Hayman, 1970:71).

Asosiasi MVA dengan tanaman inang ini dengan cara penyediaan hara yang berupa hasil fotosintat oleh inang untuk jamur dan sebaliknya MVA dapat meningkatkan kemampuan akar tanaman inang dalam menyerap air dan hara dari tanah (Brown et.al, 198:84).

Mikoriza vesikuler arbuskuler sesuai dengan namanya, membentuk karakteristik khusus yang disebut arbuskel dan visikel. Arbuskel membantu dalam mentransfer nutrea

(terutama fosfat) dari tanah ke sistem perakaran. Jamur ini hidup di dalam sel-sel akar (intraseluler) dan membentuk hubungan langsung antar sel-sel akar dengan tanah. Berbeda dengan ektomikoriza yang seluruhnya menyelubungi masing-masing cabang akar dalam selubung atau mantel hifa, dan hifa-hifa itu hanya menembus antar sel korteks akar (Interseluler) (Rao, 1994:239).

Pengaruh MVA terhadap penyerapan nutreïn bagi tanaman yaitu dengan cara mengurangi jarak penyerapan dari nutrien yang masuk dengan cara difusi ke dalam akar tanaman, meningkatkan rata-rata penyerapan nutrien dan konsentrasi pada permukaan penyerapan dan merubah secara kimia sifat-sifat nutrien sehingga memudahkan penyerapan nutrien tersebut ke dalam akar tanaman (Suhardi, 1990:20).

Fukura, T.S, (1988:65) lebih lanjut menyatakan bahwa penyerapan berbagai hara mineral dapat dilakukan dengan baik oleh tanaman yang bermikoriza, hal ini karena tanaman yang bermikoriza mempunyai permukaan akar yang lebih luas jika dibandingkan dengan yang tidak bermikoriza serta dapat mengeluarkan suatu enzim yang dapat menguraikan dari keadaan yang tidak tersedia diubah ke dalam bentuk yang tersedia yaitu diantaranya hara P, N dan hara lainnya seperti Zn, K, mencegah pencucian hara, juga dapat meningkatkan ketahanan semai terhadap serangan penyakit karena di sekeliling akar terbungkus oleh lapisan hifa atau miselium dan meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan.

Faktor lingkungan seperti tanah, suhu dan sinar menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap aktivitas dan infeksi MVA pada tanaman inang, antara jumlah spora dengan tingkat infeksi kadang-kadang ditemui berkorelasi positif (Hayman, 1974:53). Schenk dan Schroder (1974 dalam Suhardi (1990:4444), meyatakan suhu terbaik untuk perkembangan arbuskuler yaitu 30°C, tetapi untuk koloni mycelia terbaik berada pada

suhu 28-34°C. sedangkan perkembangan bagi visikel terbesar pada suhu 35°C.

Umumnya jamur dapat tumbuh baik pada tanah-tanah masam, tetapi dapat pula tumbuh pada tanah-tanah netral atau alkalis. Disamping itu jumlah bahan organik dan aerasi tanah dapat mempengaruhi jumlah jamur dalam tanah, jumlah jamur ini akan meningkat dengan meningkatnya kandungan bahan organik dan semakin baiknya aerasi tanah. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa mikoriza akan banyak dijumpai pada tanah-tanah yang banyak mengandung bahan organik, beraerasi baik dan ditumbuhi oleh tumbuhan (Waksman, 1952 dalam santoso. 1994:36).

Peningkatan kadar inokulum yang diberikan dapat meningkatkan persentase dari koloni sampai titik optimum tertentu, untuk kemudian tidak ada pengaruhnya lagi, walaupun kadar inokulum terus ditingkatkan. Hasil penelitian Daft dan Nicolson (1972:287), dilaporkan bahwa terdapat pengaruh kadar inokulum (inoculum density) terhadap rata-rata kolonisasi. Dengan meningkatnya inokulum density pada berbagai stadia pertumbuhan maka tanaman akan terinfeksi lebih awal (Suhardi, 1990:43).

Kebutuhan tanaman akan unsur P secara fisiologi dapat mempengaruhi kepekaan terhadap infeksi. Tanaman yang kebutuhan P-nya tinggi biasanya lebih peka dan tanggap terhadap infeksi MVA (Gianizzi Pearson dan Diem, 1982:209). Sebaliknya kadar P yang tinggi menurut Mosse (1981:82, dapat menghambat infeksi jamur MVA, pada perakaran tanaman. Hal ini menurut Ratnayaki (1987:522) dikarenakan tingginya P di dalam tanah menyebabkan permeabilitas dan eksudasi akar menurun, dan hal ini diduga sebagai penyebab terhambatnya perkembangan mikoriza pada akar tanaman.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini direncanakan selama enam bulan terhitung mulai dari persiapan pembibitan sampai akhir penelitian, yaitu mulai bulan Nopember 1998 sampai dengan April 1999, bertempat di Rumah Plastik, dan Laboratorium Fisiologi tumbuhan Jurusan pendidikan Biologi FPMIPA IKIP Padang.

B. Populasi dan sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah bibit kakao sebanyak 48. Sampel dalam penelitian ini adalah satu bibit tanaman kakao yang ditanaman pada setiap poly bag.

C. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah bibit kakao diperoleh dari PT.Perkebunan Nusantara VI Padang, inokulum mikoriza vesikuler arbuskuler dari Laboratorium Endomikoriza IPB, tanah Podzolik Merah kuning. Daun gliricidia, zat-zat yang digunakan untuk analisis tanah, jaringan tanaman dan akar yang terinfeksi mikoriza, pestisida (Supracid dan Dithane-M45), poly bag ukuran 12x12 cm, meteran, kalifer, oven, autoklaf, spektrofotometer, pH meter, timbangan analitik, dan alat-alat lain yang dipergunakan dalam penelitian ini.

D. Rancangan penelitian

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan percobaan faktorial yang disusun dalam rancangan Rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan sebagai berikut ;

1. Dosis bahan organik daun gliricidia (S) terdiri atas empat aras yaitu :

S₀ : Tanpa daun gliricidia (kontrol)

S₁ : 15 % daun gliricidia/poly bag

S₂ : 20 % daun gliricidia/poly bag

S₃ : 25 % daun gliricidia/poly bag

2. Dosis inokulum MVA (M) terdiri dari empat aras yaitu :

M₀ : tanpa inokulum MVA (kontrol)

M₁ : 2 g inokulum MVA/poly bag

M₂ : 4 g inokulum MVA/poly bag

M₃ : 6 g inokulum MVA/poly bag

Dengan demikian terdapat 4x4 atau 16 kombinasi perlakuan, jika masing-masing kombinasi perlakuan menggunakan tiga ulangan, maka penelitian ini menggunakan bibit kakao sebanyak 48 bibit (Gomez dan Gomez, 1995:344). Tata letak atau denah penelitian disajikan pada lampiran 2.

Berikut adalah kombinasi perlakuan :

Perlakuan		Bahan organik			
		S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
M	M ₀	S ₀ M ₀	S ₁ M ₀	S ₂ M ₀	S ₃ M ₀
V	M ₁	S ₀ M ₁	S ₁ M ₁	S ₂ M ₁	S ₃ M ₁
A	M ₂	S ₀ M ₂	S ₁ M ₂	S ₂ M ₂	S ₃ M ₂
	M ₃	S ₀ M ₃	S ₁ M ₃	S ₂ M ₃	S ₃ M ₃

E. Pelaksanaan penelitian

1. Persiapan medium pembibitan; tanah sebagai medium tumbuh bibit diambil dari tanah Podzolik Merah Kuning Limau Manis Kecamatan Pauh Kotamadya Padang, selanjutnya dibersihkan dari sisa-sisa akar tanaman atau kotoran lainnya, digemburkan lalu dikering anginkan selama dua minggu dan diayak dengan mata saringan 5 mm. Kemudian mengambil sampel untuk dianalisis (Lambert, K, 1993). Tanah dimasukkan ke dalam poly bag sebanyak 2,5 kg kemudian disusun di tempat penelitian sesuai dengan tata letak penelitian dengan jarak antar poly bag 30 x 40 cm.
2. Pengkomposan; daun gliricidia dalam keadaan segar ditanam (dikomposkan)

633.74
201
P(2)

579/K/2001-p2(2)

3. pada medium dengan cara mencampurkan dengan medium tanah pembibitan sesuai dengan dosis masing-masing perlakuan, selama tiga bulan. Untuk mempertahankan kelengasan tanah, disiram air dua kali sehari.
4. Perkecambahan benih; sebelum benih kakao dikecambahkan diseleksi terlebih dahulu dan diusahakan dalam keadaan seragam. Perkecambahan dilakukan dengan menyusun secara merata benih di atas lembaran karung goni yang telah dibasahi dengan air, kemudian ditutup dengan lembaran karung goni yang lain. Untuk menjaga kelembaban karung goni selama perkecambahan berlangsung, dilakukan penyiraman secukupnya.
5. Penanaman kecambah; setelah benih berkecambah kurang lebih selama 3-5 hari yang ditandai dengan keluarnya radikula sekitar 2 cm, maka dilakukan penanaman pada medium pembibitan sebanyak satu kecambah tiap poly bag. Kecambah kakao ditanam dengan kedalaman dua pertiga bagian kecambah, yang sebelumnya kecambah dilakukan seleksi lagi sampai diusahakan seragam mungkin.
6. Inokulasi mikoriza; mikoriza vesikuler arbuskuler diinokulasikan pada medium pembibitan dengan cara ditanamkan dengan kedalaman 5 cm sebanyak sesuai dengan perlakuan. Inokulasi ini dilakukan bersamaan dengan penanaman.
7. Pemeliharaan; pemeliharaan meliputi penyiraman dilakukan satu kali sehari untuk bulan pertama, sedangkan pada bulan kedua dan ketiga dilakukan penyiraman dua kali sehari pada pagi hari. Penyiangan dilakukan apabila ada gulma yang tumbuh di sekitar bibit, penyemprotan pestisida dilakukan apabila terdapat gejala serangan hama/penyakit pada bibit.

F. Pengambilan Data

Parameter yang akan diamati dan diukur (dihitung) dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tinggi bibit (cm): diukur menggunakan meteran setelah bibit berumur satu, dua dan tiga bulan. Batas pengukuran 1 cm mulai dari batang yang muncul di atas permukaan tanah sampai pada titik tumbuh, agar batas pengukuran tetap maka pada batas munculnya batang diberi tanda dengan spidol warna hitam.
2. Diameter batang bibit (mm): diukur menggunakan kalifer setelah bibit berumur satu, dua dan tiga bulan. Batas pengukuran 1 cm di atas permukaan tanah dan dari baris tersebut batang bibit diberi tanda dengan spidol warna hitam.
3. Jumlah daun bibit (helai): dihitung setelah bibit berumur satu, dua dan tiga bulan yaitu mulai daun pertama sampai daun terakhir atau kuncup yang telah membuka.
4. Infeksi MVA (%): jumlah yang terinfeksi dihitung dengan menggunakan metode sistematik (Setyadi, et.al, 1992).

$$\text{Infeksi MVA (\%)} = \frac{\text{Jumlah contoh akar yang terinfeksi} \times 100 \%}{\text{Jumlah seluruh contoh akar yang diamati}}$$

Pengamatan akar yang terinfeksi MVA dengan metode Clearing dan Staining, yaitu mula-mula akar diambil secara acak pada lima bagian sistem akar dan dicuci dengan air sampai bersih, selanjutnya dipotong-potong dengan ukuran 1 cm dan dilakukan penjernihan dalam larutan KOH 10 % yang dipanaskan pada suhu 90°C selama 30-60 menit. Kemudian akar dibilas dengan KOH 10 % dingin dan dibilas lagi dengan air dingin. Langkah berikutnya akar dinetralkan pH nya dengan larutan HCL 1 % selama 3-5 menit. Pengecatan dengan merendam akar dalam laktofenol blue dan dibilas dengan larutan destaining. Selanjutnya hasil preparasi di atas diamati dibawah mikroskop untuk melihat penetrasi dan adanya vesikula dan arbuskula.

5. Berat basah total bibit (g): ditimbang setelah bibit berumur tiga bulan dari seluruh bagian bibit, yang sebelumnya akar dibersihkan dengan air dan ditiriskan.
6. Berat kering total bibit (g): ditimbang setelah bibit berumur tiga bulan dari

seluruh bagian bibit, yang sebelumnya bibit telah dikeringkan dalam pengering (oven) pada suhu 65°C sampai mempunyai berat yang konstan.

7. Kandungan air relatif (KAR): dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{KAR} = \frac{(\text{berat basah total bibit} - \text{berat kering total bibit}) \times 100 \%}{\text{Berat kering total bibit}}$$

8. Nilai kekokohan bibit: dihitung dengan membagi tinggi bibit (cm) dengan diameter batang bibit (mm).

9. Top Root Rasio: yaitu perbandingan berat kering (g) bagian bibit di atas permukaan tanah (trubus) dengan bagian bibit di bawah permukaan tanah (akar) (g).

10. Indek Kualitas Bibit (IKB): dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{IKB} = \frac{\text{Berat kering bibit (g)}}{\frac{\text{Tinggi bibit (cm)}}{\text{Diameter bibit (mm)}} + \frac{\text{berat kering bagian atas bibit (g)}}{\text{berat kering akar bibit (g)}}}$$

11. Kandungan P total (5): dihitung persentase P total dalam daun bibit (Deptan, 1978).

G. Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan atau kombinasi perlakuan terhadap parameter yang diukur, digunakan analisis dengan sidik ragam (anava). Untuk membedakan rerata pengaruh antar perlakuan antara kombinasi perlakuan dilakukan uji lanjut dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada alpa 0,05 yaitu untuk mengetahui letak perbedaan antar perlakuan (Gomez dan Gomez, 1995).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Parameter yang diamati dikelompokkan atas : A (Tinggi bibit), B (diameter batang bibit), C (jumlah daun bibit), D (Infeksi MVA), E (Berat basah dan kering bibit), F (kandungan air relatif bibit), G (nilai kekokohan bibit), H (Top root ratio), dan I (indeks kualitas bibit), dan J (Kandungan P total Bibit).

Perlakuan adanya dosis bahan organik daun gliricia dengan notasi S_0, S_1, S_2, S_3 , dan Mikoriza Vesikuler Arbuskuler (MVA) dengan notasi : M_0, M_1, M_2 , dan M_3 . Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah latosol (Podzolik Merah Kuning). Analisis awal tanah menunjukkan pH (H_2O) = 4,58 dan bahan organik = 1,12.

A. Tinggi bibit

Parameter yang digunakan untuk mengukur tinggi tanaman adalah pertumbuhan tinggi tanaman umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanam, reratanya yang disajikan pada tabel 1, menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman tertinggi pada $S_3 M_3$, terendah pada $S_0 M_0$.

Data rerata tinggi bibit umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanam, kisaran reratanya menunjukkan :

Tabel I. Tinggi bibit tanaman kakao (cm) umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanam

Tinggi bibit kakao (cm) umur	Perlakuan	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	Rerata
		M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	Rerata
1 bulan HST	M ₀	13,93c	15,00b	15,36b	18,00a	15,57p
	M ₁	15,93b	16,93b	17,26b	19,83a	17,48q
	M ₂	14,96c	17,90b	17,00b	18,56a	17,10q
	M ₃	16,60b	16,70b	17,80b	21,46a	18,14p
	Rerata	15,36s	16,63s	16,85s	19,46r	
2 bulan HST	M ₀	15,33d	16,33d	17,26c	18,66b	16,89o
	M ₁	17,00c	17,60c	20,00a	20,80a	18,85p
	M ₂	17,46c	18,13b	18,80b	19,36b	18,43p
	M ₃	19,13b	19,86b	20,10a	23,13a	20,55q
	Rerata	17,23s	17,98s	19,29r	20,48r	
3 bulan HST	M ₀	17,13c	19,30b	18,13c	19,33b	18,47o
	M ₁	18,26c	21,60b	22,56b	26,73a	22,28p
	M ₂	21,76b	25,33a	26,73a	23,60b	24,35p
	M ₃	25,36a	25,63a	26,73a	27,10a	26,45q
	Rerata	20,62s	22,96s	23,56r	24,19r	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$ DMRT

B. Diameter Batang

Diameter batang bibit umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanam yang disajikan pada tabel 2 menunjukkan bahwa diameter batang tertinggi pada S₁M₃, terendah pada S₀M₀ untuk umur 1 bulan, pada umur 2 bulan tertinggi pada S₃ M₃, terendah pada S₀ M₀, sedangkan umur 3 bulan tertinggi pada S₃M₃ dan terendah pada S₀M₀. Data rerata diameter batang bibit umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanam kisaran reratanya menunjukkan :

Tabel 2. Rerata diameter batang (mm) bibit umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanam

Diameter batang bibit (mm) umur		1 bulan HST			Rerata	
		S ₀	S ₁	S ₂		S ₃
Perla Kuan	M ₀	0,19d	0,27c	0,32b	0,31b	0,27o
	M ₁	0,35b	0,45a	0,47a	0,47a	0,43q
	M ₂	0,29c	0,37b	0,37b	0,38b	0,35p
	M ₃	0,32b	0,47a	0,42a	0,42a	0,40q
	Rerata	0,28s	0,39r	0,39r	0,39r	
	M ₀	0,31e	0,35d	0,41c	0,45b	0,38p
	M ₁	0,40c	0,43c	0,46b	0,59a	0,47q
	M ₂	0,36d	0,40c	0,48b	0,58a	0,45q
	M ₃	0,40c	0,41c	0,50b	0,59a	0,47q
	Rerata	0,36t	0,39t	0,46s	0,56r	
3 bula HST	M ₀	0,46d	0,53c	0,54c	0,59c	0,53o
	M ₁	0,57c	0,64b	0,69b	0,69b	0,64p
	M ₂	0,55c	0,66b	0,67b	0,72a	0,65p
	M ₃	0,64b	0,70a	0,73a	0,74a	0,70q
Rerata	0,55s	0,63r	0,65r	0,68r		

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada

$\alpha = 0,05$ DMRT

C. Jumlah Daun

Data rerata jumlah daun bibit umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanaman yang disajikan pada tabel 3, analisisnya menunjukkan bahwa jumlah daun bibit tertinggi pada S₃M₃ dan terendah pada S₀M₀, sedangkan umur 3 bulan setelah tanam tertinggi pada S₃M₃, terendah pada S₀M₀. Data jumlah daun bibit umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanaman kisaran reratanya menunjukkan :

Tabel 3. Rerata Jumlah daun bibit umur 1, 2, 3 bulan setelah tanam

Jumlah daun bibit umur	1 bulan HST	Perlakuan	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	Rerata
		M ⁰	3,6e	5,0c	6,0b	6,0b	5,1o
M ¹	3,0e	5,0c	5,0c	6,0b	6,0p		
M ²	4,0d	5,0c	6,0b	7,0a	5,5o		
M ³	5,0c	6,0b	6,0b	7,0a	6,0p		
Rerata	3,9s	5,2r	5,7r	6,5r			
2 bula HST	M ₀	5,6d	5,6d	7,0c	7,3c	6,3o	
	M ₁	7,0c	7,6c	8,3c	11,6b	8,6o	
M ₂	9,0b	9,6b	10,6	12,3b	10,3p		
M ₃	10,0b	11,0b	12,6b	15,6a	12,3p		
Rerata	7,9s	8,4s	9,5r	11,7r			
3 bula HST	M ₀	7,0d	7,6d	9,6c	9,6c	8,5o	
	M ₁	8,0d	8,0d	11,3c	12,3c	9,9o	
M ₂	9,0c	10,3c	12,0c	15,3b	11,5p		
M ₃	10,6c	11,3c	14,6b	20,0a	14,12p		
Rerata	8,42s	9,3s	11,8r	14,3r			

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$ DMRT

D. Infeksi MVA

Data rerata infeksi MVA bibit umur 3 bulan setelah tanam yang disajikan pada tabel 4, analisisnya menunjukkan bahwa infeksi MVA tertinggi pada S₃M₃ dan terendah pada S₀M₀. Data rerata infeksi MVA bibit umur 3 bulan setelah tanam kisarannya menunjukkan :

Tabel 4. Rerata infeksi MVA (%) bibit umur 3 bulan setelah tanam

Perlakuan	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	rerata
M ₀	0	0	0	0	0
M ₁	31,55e	52,66d	57,66d	72,44b	53,57o
M ₂	55,00d	75,55b	83,77a	84,44a	74,69p
M ₃	64,40c	72,99b	83,89a	91,33a	78,15p
Rerata	50,31u	67,06t	75,10s	82,73r	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$ DMRT

E. Berat Basah dan Kering Bibit

Data rerata berat basah dan kering bibit umur 3 bulan setelah tanam yang disajikan pada tabel 5, analisisnya menunjukkan bahwa berat basah tertinggi pada S_3M_3 , terendah pada S_0M_0 , sedangkan untuk berat kering tertinggi pada S_3M_3 sedangkan terendah pada S_0M_1 . Data rerata berat basah dan kering bibit umur 3 tiga bulan setelah tanam menunjukkan :

Tabel 5. Rerata berat basah dan kering (g) bibit umur 3 bulan setelah tanam

Berat basah dan kering (g)	Perlakuan	S_0	S_1	S_2	S_3	Rerata
		Berat basah	M_0	5,20c	6,40c	7,10b
M_1	5,50c	7,00b	7,10b	8,10b	6,92o	
M_2	9,10b	11,20a	12,00a	13,00a	11,32p	
M_3	9,20b	11,10a	12,70a	13,00a	11,50p	
Rerata	7,25s	8,87s	9,72r	10,30r		
Berat kering	M_0	2,23e	3,10e	2,60e	2,70e	2,65q
M_1	1,96f	2,50e	5,00c	6,16a	3,90o	
M_2	4,30d	4,48d	5,50b	5,17c	5,10p	
M_3	5,10c	5,23c	5,60b	5,63b	5,39p	
Rerata	3,39u	3,92t	4,67s	5,06r		

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$ DMRT

F. Kandungan Air relatif

Data rerata kandungan air relatif bibit umur 3 bulan setelah tanam yang disajikan pada tabel 6, analisisnya menunjukkan bahwa tertinggi pada S_1M_2 , dan terendah pada S_0M_3 . Data kisaran rerata kandungan air relatif bibit umur 3 bulan setelah tanam menunjukkan :

Tabel 6. Rerata Kandungan air relatif bibit (%) umur 3 bulan setelah tanam

Perlakuan	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	Rerata
M ₀	1,15c	1,37b	1,59a	1,51a	1,40p
M ₁	1,53a	1,66a	1,43b	1,26b	1,47p
M ₂	1,03c	1,27b	1,19c	1,21c	1,17o
M ₃	1,55a	1,08c	1,23b	1,28b	1,28o
Rerata	1,31r	1,34r	1,36r	1,32r	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$ DMRT

G. Nilai kekokohan bibit

Data rerata nilai kekokohan bibit umur 3 bulan setelah tanam yang disajikan pada tabel 6 analisisnya menunjukkan tertinggi pada S₁M₃, terendah pada S₃M₂. Data nilai kekokohan bibit umur 3 bulan setelah tanam kisaran reratanya menunjukkan :

Tabel 7 Rerata nilai kekokohan bibit umur 3 bulan setelah tanam

Perlakuan	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	Rerata
M ₀	35,1b	33,8b	31,6c	30,9c	32,8o
M ₁	36,7b	37,8b	37,0b	34,2b	36,4p
M ₂	30,8c	31,1c	32,4b	30,6c	31,2o
M ₃	38,4b	55,8a	34,0b	33,8c	40,5q
M ₃	35,2s	39,6r	33,7s	32,3s	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$ DMRT

H. Top Root Ratio Bibit

Data rerata top root ratio bibit umur 3 bulan setelah tanaman yang disajikan pada tabel 7, menunjukkan bahwa tertinggi pada S₃ M₃, sedangkan yang terendah pada S₂M₁. Data top root ratio bibit umur 3 bulan setelah tanam kisaran reratanya adalah :

Tabel 8 Rerata Top Root ratio bibit (g) umur 3 bulan setelah tanam

Perlakuan	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	Rerata
M ₀	2,5c	2,9c	2,9c	2,6c	2,7o
M ₁	2,4c	2,9c	2,3c	5,1a	3,7p
M ₂	3,6b	3,2b	3,5b	3,6b	3,4p
M ₃	2,6c	2,6c	2,7c	2,5c	2,6o
Rerata	2,7s	2,9s	2,8s	3,4r	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$ DMRT

I. Indeks Kualitas bibit

Data rerata indeks kualitas bibit umur 3 bulan setelah tanaman yang disajikan pada tabel 8, analisisnya menunjukkan bahwa tertinggi pada S₃M₀, terendah pada S₀M₃. Data indeks kualitas bibit umur 3 bulan setelah tanam kisaran reratanya menunjukkan :

Tabel 9 Rerata Indeks kualitas bibit umur 3 bulan setelah tanam

Perlakuan	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	Rerata
M ₀	0,16a	0,17a	0,17a	0,18a	0,17p
M ₁	0,17a	0,16a	0,15a	0,15a	0,16p
M ₂	0,13b	0,15a	1,15a	0,16a	0,13o
M ₃	0,12b	0,13b	0,15a	0,15a	0,13o
Rerata	0,14r	0,15r	0,16r	0,16r	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$ DMRT

J. Kandungan P Total

Dari rata-rata kandungan P total (%) bibit umur 3 bulan setelah tanam yang disajikan pada tabel 9 menunjukkan tertinggi pada S₃ M₃ dan terendah pada S₀ M₀. Data kandungan P total (%) bibit umur 3 bulan setelah tanam menunjukkan :

Tabel 10. Rerata Kandungan P Total (%) daun bibit umur 3 bulan setelah tanam

Perlakuan	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	Rerata
M ₀	0,10c	0,10c	0,11b	0,11b	0,10o
M ₁	0,13b	0,13b	0,15a	0,15a	0,14p
M ₂	0,11b	0,13b	0,14b	0,16a	0,14p
M ₃	0,13b	0,15a	0,17a	0,18a	0,15p
Rerata	0,11s	0,12s	0,14r	0,15r	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris tidak berbeda nyata pada $\alpha = 0,05$ DMRT

B. Pembahasan

A. Tinggi Tanaman

Sidik ragam tinggi tanaman umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanam yang disajikan pada lampiran A, menunjukkan bahwa hasil dekomposisi bahan organik, mikoriza vesikuler arbuskuler berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman dan interaksi antara bahan organik dengan MVA berbeda nyata pada umur 2 bulan. dan berpengaruh tidak nyata terhadap umur 1 dan 2 bulan setelah tanam. Hasil analisis data rerata tinggi tanaman umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanaman menunjukkan kecenderungan naik, karena pertumbuhan akan meningkat terus sampai menghasilkan buah. Adanya unsur hara N, P, dan K tanah dari hasil dekomposisi bahan organik mendorong pertambahan tinggi tanaman. Peranan Nitrogen dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman sangat luas, baik sebagai komponen struktural maupun saebagai komponen molekul fungsional (Marchner, 1986). Dalam kaitannya dengan pertambahan tinggi tanaman, nitrogen diperlukan sebagai bahan struktural pada lamela tengah, dinding sel primer, membran plasma, dan sebagai enzim dan hormon.

B. Diameter Batang

Sidik ragam diameter batang umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanam yang disajikan pada lampiran B, menunjukkan bahwa hasil dekomposisi bahan organik berpengaruh

sangat nyata terhadap diameter batang umur, dan MVA berpengaruh sangat nyata terhadap diameter batang umur 1 dan 3 bulan dan berpengaruh tidak nyata pada umur 2 bulan. Interaksi antara hasil dekomposisi bahan organik dengan MVA berpengaruh nyata terhadap diameter batang umur 2 bulan, dan berpengaruh tidak nyata pada umur 1 dan 3 bulan. Hasil analisis menunjukkan bahwa perkembangan diameter batang belum begitu berkembang, secara statistik sudah menunjukkan adanya perkembangan batang karena tanaman menunjukkan meningkatnya pertambahan tinggi tanaman. Pertambahan diameter batang memang secara kasat mata belum memperlihatkan perkembangan yang nyata. Hal ini diduga karena MVA juga mampu menyerap unsur P dan unsur hara lainnya. Diketahui bahwa unsur P berperan dalam proses pembelahan sel dengan demikian mempercepat pertambahan jumlah sel dan ukuran sel yang terlihat dari bertambahnya diameter batang bibit. Ditambahkan oleh Sitompul dan Guritno (1995) menyatakan bahwa pertambahan ukuran tubuh secara keseluruhan merupakan hasil dari pertambahan ukuran bagian-bagian akibat pertambahan jaringan sel yang dihasilkan oleh pertambahan ukuran sel.

C. Jumlah daun

Sidik ragam jumlah daun bibit umur 1, 2, dan 3 bulan yang disajikan pada lampiran C, menunjukkan bahwa hasil dekomposisi bahan organik dan MVA berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah daun umur 1 dan 3 bulan sedangkan berpengaruh tidak nyata pada umur 2 bulan. Interaksi antara hasil dekomposisi bahan organik dan MVA berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah daun umur 1 dan 3 bulan dan berpengaruh tidak nyata pada umur 2 bulan. Menurut Adisarwanto (1994) bahwa unsur hara diperlukan oleh tanaman bagi pembentukan karbohidrat, protein, lemak yang nantinya berguna untuk pembentukan jaringan tanaman seperti daun, batang dan akar.

Dengan demikian tercukupinya unsur hara dengan bantuan MVA mempercepat pembentukan daun baru.

Ditambahkan oleh Lakitan (1996) bahwa faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan daun antara lain intensitas cahaya, suhu udara, ketersediaan air dan unsur hara.

D. Infeksi Mikoriza Vesikuler arbuskuler

Sidik ragam infeksi MVA bibit umur 3 bulan setelah tanam pada lampiran D, menunjukkan bahwa hasil dekomposisi bahan organik, MVA, dan interaksi antara hasil dekomposisi bahan organik dan MVA berpengaruh sangat nyata terhadap Infeksi MVA. Dalam penelitian ini perkembangan mikoriza ada akar bibit sangat baik pada tanah podzolik merah kuning yang bersifat masam dan kandungan haranya rendah. Infeksi mikoriza pada akar tanaman sangat berhubungan erat dengan kandungan karbohidrat pada akar (Marshner, 1986) dan exudat gula akar. Dengan demikian keberadaan mikoriza pada akar selain ditentukan oleh intensitas cahaya juga oleh hasil, fotosintesis dalam bentuk kelebihan karbohidrat pada akar. Suhardi et al (1993), diketahui bahwa ektomikoriza meningkatkan unsur hara $-P$ tersedia pada tanah sehingga mudah diserap oleh tanaman. Selain itu mikoriza juga membantu akar menyerap hara khususnya fosfat dan air (Mengel dan Kirby, 1987), juga meningkatkan unsur hara yang tersedia di tanah sehingga kebutuhan cahaya yang digunakan untuk perkembangan dan pembentukan sel juga meningkat.

E. Berat Basah dan Berat Kering Bibit

Sidik ragam berat basah dan kering bibit umur 3 bulan setelah tanam yang ditunjuk pada lampiran E, menunjukkan bahwa hasil dekomposisi dan MVA berbeda sangat nyata. Interaksi antara hasil dekomposisi bahan organik dan MVA tidak berbeda

nyata terhadap berat basah bibit umur 3 bulan setelah tanam. Sedangkan interaksi antara hasil dekomposisi bahan organik dan MVA sangat berbeda nyata terhadap berat kering bibit umur 3 bulan setelah tanam. Berat kering suatu tanaman merupakan jumlah seluruh berat kering bagian tanaman mulai dari akar, batang dan tajuk (daun). Gardner (1991) menyatakan bahwa dengan perubahan sinar matahari proses fotosintesis juga akan meningkat sampai tingkat kompensasi cahaya yaitu suatu tingkat cahaya pada saat pengambilan CO_2 sama dengan pengeluaran O_2 .

F. Kandungan Air Relatif Bibit

Sidik ragam kandungan air relatif bibit umur 3 bulan setelah tanaman yang ditunjukkan pada lampiran F, hasil dekomposisi bahan organik tidak berbeda nyata, MVA dan interaksi antara hasil dekomposisi bahan organik dan MVA sangat berbeda nyata terhadap kandungan air relatif bibit. Air merupakan salah satu komponen utama dalam proses fotosintesis, dengan meningkatnya kandungan air dan unsur hara pada bibit tidak saja meningkatkan berat kering bibit tetapi akibat lebih jauh peningkatan pertumbuhan juga terjadi.

G. Nilai kekokohan Bibit

Sidik ragam nilai kekokohan bibit umur 3 bulan setelah tanam yang ditunjukkan pada lampiran G, hasil dekomposisi bahan organik, MVA, dan interaksi antara hasil dekomposisi bahan organik dengan MVA berbeda sangat nyata terhadap nilai kekokohan bibit. Nilai kekokohan bibit yang dihitung dengan membagi tinggi bibit dengan diameter batang, semakin tinggi bibit semakin besar diameter batang, hal ini berkaitan dengan penambahan jumlah sel yang mengakibatkan bertambahnya tinggi tanaman dan menambah diameter batang.

H. Top Root Ratio

Sidik ragam Top root ratio bibit umur 3 bulan setelah tanam yang ditunjukkan pada lampiran H, hasil dekomposisi dan MVA, interaksi antara hasil dekomposisi bahan organik sangat berbeda nyata terhadap bibit. Top root ratio adalah perbandingan bagian atas tumbuhan dengan bagian bawah terutama akar, hal ini menunjukkan bahwa penambahan akar akan meningkatkan pertumbuhan bagian atas tumbuhan, dan juga hasil bersih hasil asimilasi yang dibuat dibagian atas tumbuhan berupa karbohidrat, protein, dan lemak akan memberi bahan dasar untuk pertumbuhan bagian bawah tumbuhan sehingga perkembangan bagian bawah tumbuhan juga akan meningkat.

I. Indeks Kualitas Bibit

Sidik ragam indeks kualitas bibit umur 3 bulan setelah tanam yang ditunjukkan pada lampiran I, hasil dekomposisi bahan organik, MVA, dan interaksi antara hasil dekomposisi bahan organik dengan MVA sangat berbeda nyata terhadap indeks kualitas bibit. Indeks kualitas bibit yang diperoleh berdasarkan perbandingan berat kering bibit dengan nilai kekokohan bibit dan Top Root ratio. Dengan demikian faktor yang mempengaruhi IKB adalah komponen diameter, tinggi, dan berat kering bibit (pucuk dan akar) sehingga IKB merupakan resultante dari kesemua faktor pertumbuhan, baik faktor lingkungan media pembibitan maupun faktor fisiologis tanaman yang bersangkutan. Sehingga besar IKB dan berat kering total diduga karena adanya pembentukan jamur mikoriza pada akar bibit.

J. Kandungan P total Bibit

Sidik ragam kandungan P total bibit umur 3 bulan setelah tanam yang ditunjukkan pada lampiran J, hasil dekomposisi bahan organik, MVA berbeda sangat nyata, dan interaksi antara hasil dekomposisi bahan organik dan MVA tidak berbeda nyata terhadap

kandungan P total bibit. Hal ini diduga karena kemampuan MVA dalam menyerap unsur hara terutama P dengan bantuan enzim polyphosphatase sehingga mampu mengambil dan menyerap P yang tidak tersedia bagi tanaman atau terfiksasi oleh tanah. Seperti ditambahkan oleh Young dalam Widiastuti (1992) bahwa jamur MVA mampu menggunakan P yang terfiksasi oleh partikel tanah.

Disamping itu tingginya kandungan P total bibit juga disebabkan karena kemampuan MVA dengan adanya miselium eksternal yang memperluas daerah penyerapan akar tanaman dan mampu menyerap P yang berada di luar daerah perakaran.

BAB. V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini disimpulkan bahwa:

1. Hasil dekomposisi bahan organik dan MVA meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang. Jumlah daun, Infeksi MVA, Berat basah dan kering bibit, kandungan air relatif, nilai kekokohan bibit, top root ratio, indeks kualitas, dan kandungan P total bibit.

B. Saran

1. Memakai hasil dekomposisi bahan organik dan MVA sebagai salah satu alternatif untuk memenuhi ketersediaan unsur hara dan perlu penelitian lebih lanjut dengan dosis bahan organik dan MVA yang lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdoellah, S dan A.A.Prawoto. (1993). *Pengaruh Status hara terhadap Pertumbuhan Kakao*. Bogor. Pelita Perkebunan 2(3) : 109-114.
- Abdoellah, S dan Soedarsono. (1988). *Pengelolaan Tanaman Penaung dan Pemangkasan kakao*. Surabaya.Pros.Kom. Teknis Kakao: 138-158.
- Adisarwanto. (1994). *Dampak Intensitas Pengolahan Tanah Pada Tanaman Padi Sawah Terhadap Hasil Kedelai di Lahan Sawah, dalam Penelitian Palawija*. Malang. Balai penelitian Tanaman.
- Departemen Pertanian. (1978). *Penuntun Analisa Tanaman*. BPPP. Bogor. Bagian Kesuburan Tanah, Lemlit Tanah : 63.
- Departemen Pertanian. (1983). *Perkebunan Indonesia di Masa Depan*. Jakarta. Agroekonomika: 150.
- Disbun Dati I Kaltim. (1994). *Kebijaksanaan Peningkatan kakao dan Diversifikasi Produk Kakao*. Gelar Teknologi Pasca Panen kakao Rakyat di Kaltim. Samarinda : 1-17.
- Badrum, M. (1991). *Program Pengembangan Kakao di Indonesia*. Konperensi Nasional kakao III. 7-9 Maret. Medan.
- Brown, M. E; T, H. Quimo and A. M. De-Castro. (1988). *Vesicular Arbuscular Mycorrhizae Associated with Upland Rice (Oryza sativa)*. The Philippine. Agriculture.
- Buckman O. H dan N. C Brady. (1982). *Ilmu Tanah*. Terjemahan. Jakarta : Bhratara Karya Aksara.
- Chadhokar, P. A. (1982). *Gliricidia maculata, Promosing Legume Food Plant*. *Weed Anim. Rev. Journ. On FAO of the U.N. FAO'S ANIM*.
- Daft, M. J and T. H, Nicolson. (1972). *Effect of Endogone Mycorrhiza on Plant Growt*. IV. Quantitative Releationships Between the Growth of The Host and Development of the Endohyte in Tomato an Maize, *New Phytol*. 71. 287.
- Devlin, R. M and F. H, Witham. (1983). *Plant Physiologi*. Fourt Edition. Boston. Qilhard Grant, Press.
- Dirdjo Soemarto, S. *Pemilihan jenis Tanaman Legum untuk Penutupan Kembali Tanah Kritis di Wanagama I Gunung Kidul*. Yogyakarta. LPM. UGM. 1979.
- Donahue, R. L; R. W.Miller, J.C, Shickluma and J. U. Miller. (1977). *An Introduction to Soil and plant Growt*. New yersey. Prentice-Hall Inc.
- Eriani Munandar, D. (1995). *Pengaruh Tenggang Waktu Pemberian Air dan Dosis Bahan Organik terhadap Pertumbuhan Bibit kakao*. Tesis S.2. Yogyakarta. Faperta UGM.
- Fakura, T.S, M.Y. (1988). *Mikoriza, Teori dan Kegunaan Dalam Praktek*. Bogor. PAU-IPB. Bekerja sama dengan Lembaga Sumberdaya Informasi IPB.
- Gardner, F.P., R. B. Pearce and R. L. Mitchell. (1991). *Fisiologi Tanaman Budidaya*. (Terjemahan Herawati Susilo). Jakarta. Penerbit Universitas Indonesia.
- Gianizzi-Pearson and H. G. Diem. (1982). *Endomycorrhizae in the Tropics*. London. In *Microbiology of Tropical Soil and Plant Productivity*. Y.R.Dommerques and H.G. Diem; Martinuss Nijoff/W.Junk. The Hague ; 209-251.
- Goenadi, D.H. (1994). *Peluang Aplikasi Mikroba Dalam Menunjang Pengelolaan Tanah Perkebunan*. Bogor. Bul. Biotek. Perkebunan, 1(1) ; 17-22.
- Gomez,K.A, dan A.A, Gomez. (1995). *Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian*. Terjemahan: Endang Syamsudin dan J, S. Baharsyah. Jakarta. U.I Press.

- Hakim, N; M.Y. Nyakpa; A.M. Lubis; S.G. Nugroho; M.A.Dika; Go Ban Hong dan H.M. Baily. 9(1986). *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Lampung.. Universitas Lampung.
- Hayman, D. S. (1970). *Endogone Spore Number in Soil and Vesicular-arbuscular Mycorrhiza in Wheatas Influenced by Season and Soil Treatment*. British Mye. SOC.54; 53-63.
- Hayman, D. S. (1975). *Plant Growth Respons to Vesicular Arbuscular Mycorrhiza*. VI. Effect of Light and Temperature. *New Phytol.* 73; 71.
- Haynes, R.J. (1986). *Uptake and Assimilation of Mineral Nitrogen by Plant*. In Haynes (ed) *Mineral Nitrogen and plant Soil System*. London. Academica Press. Inc ; 353-378.
- Hsieh, S. C. and C. F. Hsieh. (1990). *The Use of Organic Matter in Crops Production*. Food and fertilizer Tenchnology Center. Republic of China Taiwan. Extension Bulletin. No. 13.
- Joetono. (1995). *Biologi dan Biokimia Bahan Organik*. Yogyakarta. Faperta UGM.
- Jordan, C.F. (1985). *Nutrient Cycling in Tropical Forest Ecosystems*. Principles and Their Application in Management and Conversation. Chichester. John Wiley and Sons.
- Lambert, K; A. Syukur dan E. Hanudin. (1993). *Petunjuk Penggunaan Alat dan Dasar-dasar Metode Analisa Kimia Tanah*. Yogyakarta. Lab. Kimia dan Kesuburan Tanah. Faperta. UGM.
- Ling, A.H. (1984). *Litter Production and Nutrient Cycling in a Mature Cocoa Plantation on Inland Soil of Peninsular Malaysia*. Dalam. E. Puspharajad and Chew Poh Soon (ed), *Cocoa and Coconuts and Out Looook*. Kulalumpur. A Report of Proceeding of the International Conference on Cocoa and Coconuts: 451-566.
- Lingga, P. (1986). *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta. Penebar Swadaya ; 90.
- Marshner, H. (1986). *Mineral Nutrition In Higer Plant*. Florida. Academic Press. Inc. Orlando.
- Mengel , K and E.A. kirkby. (1987). *Princile of Plant Nutrition*. Switzer Land. International Potansh Institut Publish.
- Meyer, F. H.)1973). *Distribution of Ectomycorrhizae in Native and Man-made Forest*. In *Ectomycorrhizae*. New york. Their Ecology and Physiology (ed Mark, G.C, and T.T.Kozlawasky), Academica Press; 19-105.
- Mosse, B. (1981). *Vesicular Arbuscular Mycorrhizal research for Tropical Agriculture*. Res. Bull. Hawaii Inst. Trop. Agric. Hum. Resour. 194 ; 82.
- Opeke, I. K. (1982). *Tropical Tree Crops*. New York. John Willey and Sons.
- Prawoto, A. A dan S. Abdullah. (1990). *Variabilitas Penyerapan Unsur Hara Pada Beberapa Bahan Kakao*. Bogor. Pelita Perkebunan. 6(2) ; 52-57.
- Rao, N, S.S. (1994). *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Edisi. II. Jakarta. U.I. Press.
- Ratnayaki, M.R.T. Leonard and J.A. Menge. (1978). *Root Exudation in Relation to Mycorrhizae Formation*. *New Phytol.* 81 ; 543-522.
- Rinsema, W.T. (1985). *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Terjemahan M. Saleh. Jakarta. Bhratara Karya Aksara ; 233h.
- Russel, E.W. (1953). *Soil Conditions and plant Growth*. Eigh Edition.
- Sadjad, S. (1976). *Agronomi Umum*. Bogor. Departemen Agronomi, Faperta IPB Bogor.

- Sarief, S. (1985). *Kesuburan Tanah dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Bandung. Pustaka Buana; 182h.
- Santoso, B. (1994). *Mikoriza, Peranan dan Hubungannya Dengan Kesuburan Tanah*. Malang. Yayasan Pembina Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Setyadi, Y; I. Mansur; S. W Budi dan Achmad. (1992). *Petunjuk Laboratorium Mikrobiologi tanah Hutan*. Bogor. Depdikbud. Dikti. PAU-Bioteknologi. IPB.
- Setyamidjaja, D. (1987). *Pupuk dan Pemupukan*. Jakarta. Simplek ; 126h.
- Siswoputranto, P.S. (1987). *Pengembangan Teh, Kopi, Coklat International* . Jakarta. Gramedia ; 447h.
- Sitompul, S. M dan B. Guritno. (1995). *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta. Gadjah mada University Press.
- Situmorang, S. (1985). *Perencanaan dan Pembuatan Bibit Kakao*. Jember. PTP 26 ; 22h.
- Somaatmadja dan Sadakin. (1993). *Kedelai*. Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Soenarjo dan S. Situmorang. (1978). *Budidaya dan Pengelolaan Coklat*. Jember. BPP Jember; 23h.
- Soeratono. (1980). *Pembibitan Coklat*. Medan. Kumpulan makalah Konferensi Nasional Vol. I ; 86p.
- Stevenson, F. J. (1986). *Cycles of Soil Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulphur, Micronutriens*. New york. Dept. Agron. University of Illinois A Willey-Intercience. Pub. John Willey.
- Suhardi. (1990). *Mikoriza Vascular-arbuscular*. Yogyakarta. Proyek Peningkatan Perguruan Tinggi UGM. PAU-Bioteknologi UGM.
- Tisdale, S and W. L. Nelson. (1975). *Soil Fertility and fertilizer*. New York. Macmillan Comp ; 430h.
- Wesel, M. (1985). *Shade and Nutrition*. In Cocoa. Essex. Eds. G.A.R, Wood and R.A. Lass. Longman Group. Ltd ; 526p.
- Widiastuty, A dan A. Hardjono. (1992) *Penelitian Penambatan Nitrogen Secara Hayati Pada Kacang-Kacangan*. Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman dan Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI.

LAMPIRAN

Lampiran A. Sidik ragam tinggi bibit (mm) umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanam

Tabel 11. Sidik ragam tinggi bibit (mm) umur 1 bulan ST

Sumber Variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	15	167,49330	11,1662	10,728	2,02	2,70
S	3	120,60833	40,2028	38,626**	2,90	4,46
M	3	37,97167	12,6572	12,161**	2,90	4,46
S x M	9	8,91330	0,9904	0,095ns	2,19	3,01
Galat	32	200,80000	1,0408			
Total	47	535,78660				

* Berbeda nyata ($\alpha = 0,05$)

** Berbeda nyata ($\alpha = 0,01$)

ns Tidak berbeda nyata ($\alpha = 0,05$)

Tabel 12. Sidik ragam tinggi bibit (mm) umur 2 bulan ST

Sumber Variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	15	157,21479	10,4810	65,505	2,02	2,70
S	3	69,89229	23,2974	145,609**	2,90	4,46
M	3	76,24563	25,4152	158,845**	2,90	4,46
S x M	9	11,07687	1,2308	7,692ns	2,19	3,01
Galat	32	5,12000	1,0408			
Total	47	162,33479				

Tabel 13. Sidik ragam tinggi bibit (mm) umur 3 bulan ST

Sumber Variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	15	518,65250	34,5768	20,525	2,02	2,70
S	3	108,50917	36,1697	21,471**	2,90	4,46
M	3	354,34417	118,1147	70,115**	2,90	4,46
S x M	9	55,79917	6,1999	3,680*	2,19	3,01
Galat	32	53,90667	1,6846			
Total	47	572,55917				

Lampiran B. Sidik ragam diameter batang bibit (mm) umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanam

Tabel 14. Sidik ragam diameter batang bibit (mm) umur 1 bulan ST

Sumber Variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	15	0,28590	0,0191	26,988	2,02	2,70
S	3	0,09492	0,0316	44,798**	2,90	4,46
M	3	0,00867	0,0608	86,649**	2,90	4,46
S x M	9	0,02260	0,0010	1,363*	2,19	3,01
Galat	32	0,02260	0,0007			
Total	47	0,30850				

Tabel 15. Sidik ragam diameter batang bibit (mm) umur 2 bulan ST

Sumber Variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	15	0,30883	0,0206	3,892	2,02	2,70
S	3	0,23266	0,0776	14,661**	2,90	4,46
M	3	0,06177	0,0206	3,893*	2,90	4,46
S x M	9	0,01440	0,0016	0,303ns	2,19	3,01
Galat	32	0,16927	0,0053			
Total	47	0,47810				

Tabel 16. Sidik ragam diameter batang bibit (mm) umur 3 bulan ST

Sumber Variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	15	0,30493	0,0203	7,398	2,02	2,70
S	3	0,11740	0,0391	14,241**	2,90	4,46
M	3	0,08195	0,0607	22,071*	2,90	4,46
S x M	9	0,00558	0,0006	0,226ns	2,19	3,01
Galat	32	0,08793	0,0027			
Total	47	0,39287				

Lampiran C. Sidik ragam jumlah daun bibit umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanam

Tabel 17. Sidik ragam jumlah daun bibit (helai) umur 1 bulan ST

Sumber Variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	15	56,31250	3,7542	180,200	2,02	2,70
S	3	42,56250	14,1875	681,000**	2,90	4,46
M	3	10,06250	3,3542	161,000**	2,90	4,46
S x M	9	3,18750	0,4097	19,667**	2,19	3,01
Galat	32	0,06667	0,0208			
Total	47	56,97917				

Tabel 18. Sidik ragam jumlah daun bibit (helai) umur 2 bulan ST

Sumber Variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	15	5905,25000	393,6833	1,210	2,02	2,70
S	3	1115,75000	371,9167	1,143ns	2,90	4,46
M	3	1858,75000	619,5833	1,904ns	2,90	4,46
S x M	9	2930,75000	325,6389	1,000ns	2,19	3,01
Galat	32	10412,00000	325,3750			
Total	47	16317,25000				

Tabel 19. Sidik ragam jumlah daun bibit (helai) umur 3 bulan ST

Sumber Variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	15	484,58333	32,5056	8,520	2,02	2,70
S	3	254,91667	84,9722	22,410**	2,90	4,46
M	3	188,08373	62,6944	16,555**	2,90	4,46
S x M	9	41,58333	4,6204	1,219ns	2,19	3,01
Galat	32	121,33333	3,7917			
Total	47	605,91667				

Lampiran D. Sidik ragam infeksi MVA (%) bibit umur 3 bulan setelah tanam

Tabel 20. Sidik ragam infeksi MVA (%) bibit umur 3 bulan ST

Sumber Variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	15	52485,2808	3499,0254	351,234**	2,02	2,70
S	3	3942,18376	3314,0613	207,616**	2,90	4,46
M	3	188,08373	15628,7635	2461,831**	2,90	4,46
S x M	9	46880,29062	184,7674	29,108**	2,19	3,01
Galat	32	1662,90640	6,3474			
Total	47	52688,50460				

Lampiran E. Sidik ragam berat basah dan kering (g) bibit umur 3 bulan setelah tanam

Tabel 20. Sidik ragam berat basah bibit (g) umur 3 bulan ST

Sumber Variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	15	44,50812	27,9672	8,678	2,02	2,70
S	3	113,93229	37,9774	14,350**	2,90	4,46
M	3	200,44729	66,8158	25,247**	2,90	4,46
S x M	9	30,29062	3,3476	1,265ns	2,19	3,01
Galat	32	84,68667	2,6465			
Total	47	429,19479				

Tabel 21. Sidik ragam berat kering bibit (g) umur 3 bulan ST

Sumber Variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	15	100,82365	6,7215	88,636	2,02	2,70
S	3	20,98396	6,9847	92,237**	2,90	4,46
M	3	59,14896	19,7163	259,995**	2,90	4,46
S x M	9	20,69021	2,2989	30,215**	2,19	3,01
Galat	32	2,42667	0,0759			
Total	47	103,24979				

Lampiran F. Sidik ragam kandungan air relatif (%) bibit umur 3 bulan setelah tanam

Tabel 23. Sidik ragam kandungan air relatif bibit (%) umur 3 bulan ST

Sumber Variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	15	1,71148	0,1141	8,713	2,02	2,70
S	3	0,04359	0,0145	1,110ns	2,90	4,46
M	3	0,65577	0,2186	16,692**	2,90	4,46
S x M	9	1,01212	0,1125	8,587**	2,19	3,01
Galat	32	0,41907	0,0131			
Total	47	2,13055				

Lampiran G. Sidik ragam nilai kekokohan bibit umur 3 bulan setelah tanam

Tabel 24. Sidik ragam nilai kekokohan bibit umur 3 bulan ST

Sumber Variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	15	1712,91667	114,1944	308,609	2,02	2,70
S	3	359,85500	119,9517	316,878**	2,90	4,46
M	3	639,17500	213,0583	562,840**	2,90	4,46
S x M	9	713,88667	79,3207	209,543**	2,19	3,01
Galat	32	12,11335	0,3785			
Total	47	1725,03000				

Lampiran H. Sidik ragam top root ratio bibit umur 3 bulan setelah tanam

Tabel 25. Sidik ragam Top Root Ratio bibit umur 3 bulan ST

Sumber Variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	15	22,85667	1,5238	138,003	2,02	2,70
S	3	3,97833	1,3261	120,101**	2,90	4,46
M	3	5,84167	1,9472	176,352**	2,90	4,46
S x M	9	13,03667	1,4485	131,187**	2,19	3,01
Galat	32	0,35333	0,0110			
Total	47	23,21000				

Lampiran I. Sidik ragam indeks kualitas bibit umur 3 bulan setelah tanam

Tabel 26. Sidik ragam Indeks Kualitas bibit umur 3 bulan ST

Sumber Variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	15	0,01089	0,0007	28,081	2,02	2,70
S	3	0,00242	0,0008	31,355**	2,90	4,46
M	3	0,00590	0,0020	76,277**	2,90	4,46
S x M	9	0,00253	0,0003	10,924**	2,19	3,01
Galat	32	0,00082	0,0000			
Total	47	0,01168				

Lampiran J. Sidik ragam kandungan P total (%) daun bibit umur 3 bulan setelah tanam

Tabel 27. Sidik ragam kandungan P total (%) daun bibit umur 3 bulan ST

Sumber Variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	15	0,02888	0,0019	3,984	2,02	2,70
S	3	0,00922	0,0031	6,361*	2,90	4,46
M	3	0,01477	0,0049	10,188**	2,90	4,46
S x M	9	0,00489	0,0005	1,123ns	2,19	3,01
Galat	32	0,01547	0,0005			
Total	47	0,04435				