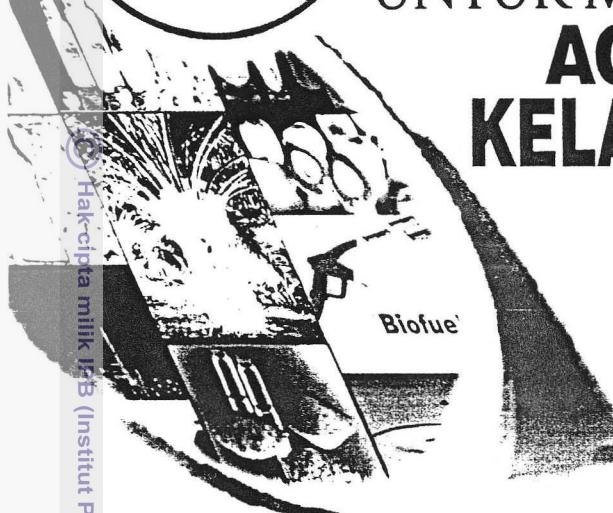




PROSIDING
SEMINAR
TAHUNAN
MAKSI

PENELITIAN &
PENGEMBANGAN
UNTUK MENDUKUNG
AGRIBISNIS
KELAPA SAWIT
NASIONAL



Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

2008

editor :
LILIS NURAIDA
NUR WULANDARI
YULI SUKMAWATI
PURWIYATNO HARIYADI



SOUTHEAST ASIAN FOOD
SCIENCE & TECHNOLOGY CENTER

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbarui sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

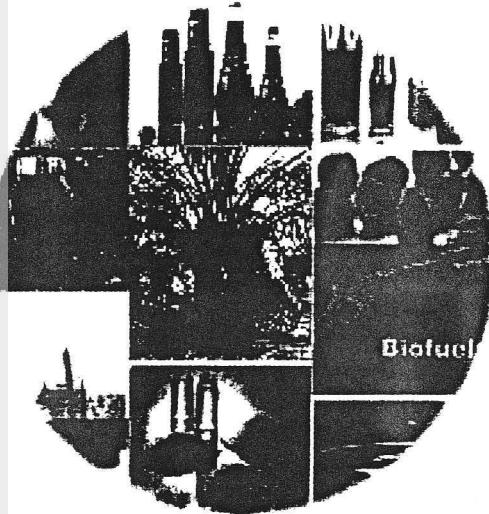


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbarui sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PENELITIAN &
PENGEMBANGAN
UNTUK MENDUKUNG
**AGRIBISNIS
KELAPA SAWIT**
NASIONAL



editor :
LILIS NURAIDA
NUR WULANDARI
YULI SUKMAWATI
PURWIYATNO HARIYADI

2008



MASYARAKAT PERKELAPA-SAWITAN INDONESIA


**SEAFAST
CENTER**
SOUTHEAST ASIAN FOOD
SCIENCE & TECHNOLOGY CENTER



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Bogor Agricultural University

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Prosiding Seminar Tahunan MAKSI

Penelitian dan Pengembangan dalam Mendukung Agribisnis Kelapa Sawit Nasional

Copyright 2008@

Cetakan Pertama, Desember 2008

Hak cipta penulisan dilindungi
Undang - undang Hak Cipta
Dilarang mengutip atau memperbanyak
sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

ISBN : 978-979-96096-8-7

Penerbit:
Masyarakat Perkelapa-Sawitan Indonesia (MAKSI)
SEAFAST Center IPB



KATA PENGANTAR

Sebagai komoditas unggulan, kelapa sawit memiliki kontribusi penting bagi pembangunan ekonomi Indonesia. Namun, dalam perdagangan di tingkat internasional, minyak sawit menghadapi berbagai kendala baik berupa kendala di bidang perdagangan, kendala teknis, maupun hambatan dalam issue lingkungan. Untuk mengatasi berbagai hambatan tersebut diperlukan dukungan yang kuat pada aspek penelitian dan pengembangan.

Selain untuk mengatasi berbagai hambatan yang dihadapi, kegiatan penelitian dan pengembangan yang tertata dengan baik akan mampu memunculkan peluang pengembangan agribisnis kelapa sawit yang lebih maju. Peluang pengembangan komoditas kelapa sawit dapat datang dari lingkungan luar; misalnya dengan perkembangnya issue lemak *trans* yang dimulai dari Amerika dan Eropa. Sebagai minyak yang secara alami bebas lemak *trans*; maka peluang tersebut selayaknya bisa dimanfaatkan dengan baik oleh industri sawit nasional Indonesia. Selain karena pengaruh faktor luar, sebagai produsen sawit terbesar di dunia semestinya Indonesia dapat lebih banyak mendesain peluang-peluang pengembangan pengembangan sawit dengan lebih terarah dan terencana dengan baik. Hal ini dapat diwujudkan melalui kegiatan penelitian dan pengembangan kelapa sawit baik pada aspek hulu maupun hilir.

Dalam melakukan kegiatan penelitian dan pengembangan, peneliti memerlukan media, komunikasi mengenai kegiatan dan hasil penelitiannya untuk menciptakan sinergisme. Dalam kerangka itulah, maka MAKSI (Masyarakat Perkelapa-Sawitan Indonesia) bekerjasama dengan SEAFAST Center IPB serta didukung oleh Kementerian Negara Riset dan Teknologi RI dan Departemen Pertanian RI melaksanakan kegiatan Seminar Tahunan MAKSI dengan tema "Penelitian dan Pengembangan dalam Rangka Mendukung Agribisnis Kelapa Sawit Nasional" yang diselenggarakan pada tanggal 31 Januari 2008. Seminar Tahunan MAKSI 2008 diharapkan mampu menjadi forum tukar dan sinergi pemikiran dari berbagai stakeholders, pemerintah, NGO, konsumen, produsen, pabrik/pengolah dan para peneliti. Sasaran dari pelaksanaan seminar ini adalah untuk melakukan pemetaan untuk memperkuat agenda riset penguatan industri kelapa sawit nasional.

Hasil-hasil seminar tersebut dituangkan dalam prosiding yang ada dihadapan pembaca. Prosiding ini diharapkan dapat menggugah masyarakat luas umumnya dan masyarakat perkelapa-sawitan Indonesia khususnya dalam memajukan industri kelapa sawit nasional.

Upaya untuk mengurangi kesalahan, terutama kesalahan dalam pengetikan telah dilakukan dengan baik. Namun, jika masih terdapat kesalahan, baik kesalahan pengetikan maupun kesalahan lainnya, kami mohon maaf. Untuk penyempurnaan prosiding selanjutnya, kami mohon kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian.

Semoga Prosiding ini bermanfaat.

Editor



DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi.....	ii
Sekilas Tentang Masyarakat Perkelapa-Sawitan Indonesia (MAKSI).....	1
Susunan Acara.....	5
Sambutan Ketua Umum MAKSI.....	7
Sambutan Rektor IPB	9
Keynote Speech Menteri Pertanian RI.....	11
sidang Pleno	15
Program Riset Kelapa Sawit di Departemen Pertanian RI (Dr. Achmad Suryana – DEPTAN RI).....	17
Prospek Industri Sawit Sebagai Bahan Baku Industri : Tarik – Menarik Antara Bahan dan Energi (Bapak Stefanus Goei King An – Ketua APOLIN)	33
Rangkuman Diskusi	35
Bidang Paralel Bidang Hulu Kelapa Sawit.....	41
Keberadaan Sumber Daya Genetik dalam Rangka Mendukung Industri Kelapa Sawit Indonesia (Dr. Damansyah Basyaruddin, MSc – DEPTAN RI)	43
Perkembangan Penelitian Penanganan Ganoderma pada Tanaman Kelapa Sawit (Dr. Condro Utomo – PPKS))	51
Kebutuhan Penelitian dalam Menjawab Isu Lingkungan Sebagai Dampak Berkembangnya Industri Kelapa Sawit: Contoh Kasus untuk Penggunaan Makanan dan Energi (Bapak Fitrian Ardiansyah – WWF Indonesia)	64
Rangkuman Diskusi	76
Makalah Poster Bidang Hulu Kelapa Sawit	81
Teknologi Penggunaan Sub-Soil Untuk Pembibitan Kelapa Sawit Tahap Pre Nursery Skala Lapang	83
Pembibakan In Vitro Kelapa Sawit (<i>Elaeis Guineensis</i> Jacq.) Melalui Embriogenesis Somatik : Tahap Induksi Kalus	93

Prosiding Seminar Tahunan MAKSI 2008



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Efektivitas Fungi Mikoriza Arbuskula dan Asam Humat Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Tahap Pre Nurseri Skala Komersial.....	99
Pola Kerja Petani Plasma Kelapa Sawit : Studi Kasus di Kec. Lempuing, Kab. Ogan Komering Ilir – Sumatera Selatan	113
Pemanfaatan Pelepas Sawit untuk Mendukung Usaha Ternak di Lokasi Prima Tani Kabupaten Tulang Bawang, Lampung	115
Pembuatan Kompos dari Tandan Kosong Sawit Mendukung Tumbuhnya Agribisnis Industrial Pedesaan di Lokasi Prima Tani Indragiri Hilir, Riau	127
Sidang Pararel Bidang Hilir Kelapa Sawit.....	139
Perkembangan dan Kebutuhan Produk Tribologi untuk Industri (Prof. M. Nasikin – Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia)	141
Perkembangan dan Kebutuhan Produk Specialty Fats Untuk Industri (Dr. Jenny Elisabeth – PT KPN)	156
Rangkuman Diskusi	157
Makalah Poster Bidang Hilir Kelapa Sawit	163
Pemanfaatan Batang Kelapa Sawit Sebagai Sumber Sodium Carboxymethylcellulose (Na-CMC) untuk Pembuatan Biodegradable Film.....	165
Optimation of Palm Fatty Acid Distillate Based Emulsifier Synthesis.....	177
Model Penilaian Cepat untuk Kinerja Industri Kelapa Sawit	178
Optimization of Palm Oil Based Emulsifier using Enzymatic Process	189
Optimization of Mono and Diacylglycerol Palm Oil Based Emulsifier using Response Surface Methodology	191
Kinetika Adsorpsi Beta Karoten dari Minyak Sawit Kasar dengan Menggunakan Atapulgit.....	193
Kajian Aktivitas Antimikroba Monoasiglicerol (MAG) dan Mono-Diasiglycerol (MDAG) dari Minyak Kelapa dan Minyak Inti Sawit	204
Mempelajari Proses Pemekatan Karotenoid dari Minyak Sawit Kasar dengan Metode Fraksinasi.....	215
Optimasi Formula Mikroenkapsulasi Minyak Sawit Merah Menggunakan Proses Thin Layer Drying.....	221
Susunan Panitia	233

EFEKTIVITAS FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA DAN ASAM HUMAT TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT KELAPA SAWIT TAHAP PRE NURSERI SKALA KOMERSIAL

(**EFFECTIVITY OF ARBUSCULA MYCORRHIZAE FUNGI AND HUMIC ACID ON THE GROWTH OF OIL PALM SEED AT COMMERCIAL SCALE OF PRE NURSERY**)

Panca Dewi Manu Hara Karti¹⁾, H Widiastuti²⁾, D Asmono²⁾, NF Mardatin¹⁾, Gatot A. Rahim³⁾, Mustofa M Yusuf³⁾

¹⁾ Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi, IPB
Jl. Kamper Kampus IPB Darmaga, Bogor (16680)

Tel/fax 0251-626178 Email: pancadewi@ipb.ac.id

²⁾ Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor

³⁾ PT Sampoerna Agro, Palembang

ABSTRAK

Salah satu program penting dalam mempertahankan kualitas dan kuantitas produksi CPO ialah penyediaan teknologi pembibitan yang berkualitas dan menunjang agribisnis yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan menghasilkan teknologi penyediaan bibit kelapa sawit yang berkualitas menggunakan asam humat sebagai pembenah tanah dan cendawan mikoriza arbuskula sebagai pupuk hayati untuk meningkatkan efisiensi pemupukan. Penelitian dilakukan pada tahap pre nurseri dengan luasan skala komersial. Percobaan disusun dalam rancangan acak kelompok dengan rancangan perlakuan split-split plot untuk menguji 3 faktor yaitu dosis pemupukan, dosis asam humat, dan jenis CMA masing-masing 3 tingkat. Setiap perlakuan dilulang 7 kali dan setiap ulangan terdiri dari 100 bibit. Pengamatan dilakukan pada tahap akhir pre nurseri terhadap 21 bibit pada tiap perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah dan luas daun, bobot kering akar, kadar N tajuk, kadar P tajuk, dan serapan P menunjukkan respons yang nyata. Interaksi antara pemupukan dan mikoriza ditunjukkan pada peubah tinggi tanaman dan kadar P tajuk. Demikian juga dengan pengurangan dosis pemupukan sebanyak 25% (P1) dapat menghasilkan jumlah dan luas daun, kadar N dan P tajuk serta serapan P yang tidak berbeda nyata dibandingkan dengan pemupukan penuh. Pemberian CMA (M1) dapat secara nyata meningkatkan bobot kering akar, sedangkan pemberian mikoriza (M2) menghasilkan kadar N tajuk nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol, walaupun kadar N tajuk bibit M2 tidak berbeda nyata dibandingkan dengan M1. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk mikoriza dapat meningkatkan efisiensi pemupukan sekurang-kurangnya 25%. Pengurangan dosis pemupukan berarti mengurangi biaya. Aplikasi teknologi ini dapat mendukung pengusahaan kelapa sawit yang berkelanjutan.

Kata kunci: Kadar P dan N tajuk, bobot kering akar, pengurangan dosis pemupukan.

ABSTRACT

One of concern for sustainable CPO fabrication is providing the technology to produce high quality and quantity of seedlings. This study aimed to build the seedling technology production that manage on humic acid as soil conditioner and arbuscular mycorrhizal fungi as biofertilizer to reduce the dose of fertilization. The study was conducted in randomize complete block design with split-split plot arrangement during pre nursery step (3 months) at commerce area. The treatments were fertilizer, humic acid dosage and AM inoculation in three levels respectively. Seven replication were applied and a hundred unit for each replication thus the total was 18900 samples. The growth performances were observed every two weeks and at the end of the study, 21 seedlings per each treatments were harvested. The result showed that the number and width of leaf, root dry weight, N and P concentration of shoot and P uptake were significantly different. In addition, there was significantly interactions between fertilizer doses and mycorrhizal application especially for the seedling height and P concentration of shoot. The reduction of the dose as much as 25% of fertilizer (P2) number and width of leaf, concentration of N and P of shoot and P uptake were not significantly different compared to the 100% dose of fertilizer. AM fungi application especially M1 significantly increased on root dry weight of oil palm seedling. While AM fungi application (M2) significantly increase N concentration of shoot compared to control. In general, it was showed that the reducing of fertilizer dosage as much as 25% in combination with AM fungi application significantly increase the quality of the oil palm seedling.

Key words: N and P shoot concentration, root dry weight, fertilizer reduction

PENDAHULUAN

Indonesia kelapa sawit merupakan komoditi yang berkembang sangat pesat. Pengembangan areal penanaman kelapa sawit di Indonesia terus meningkat dan diperkirakan pada tahun 2006 mencapai 6 juta ha (Witjaksana 2006). Minyak kelapa sawit kasar (CPO) yang dihasilkan dari perkebunan kelapa sawit merupakan komoditi ekspor non migas yang memegang peranan penting. Diperkirakan tahun 2012 Indonesia akan menjadi produsen CPO terbesar di dunia. Untuk tetap mempertahankan kondisi tersebut maka salah program yang harus diperhatikan adalah penyediaan teknologi pembibitan kelapa sawit yang berkualitas dan berkelanjutan.

Pertumbuhan dan produktivitas tanaman kelapa sawit di lapang sangat dipengaruhi oleh mutu bibit yang digunakan. Pertumbuhan bibit kelapa sawit yang baik dapat diperoleh melalui sistem pemeliharaan yang baik terutama melalui pemberian pupuk yang optimal. Pengembangan kelapa sawit ke lahan marginal membawa akibat sulitnya memperoleh top soil sebagai media bagi bibit. Top soil yang dijumpai sangat tipis atau hilang karena erosi tanah sehingga media tanah yang digunakan umumnya

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbaikya sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

rendah kesuburnanya baik kesuburan fisik kimia maupun biologi. Tanah di Indonesia pada umumnya bereaksi masam dengan pH berkisar 4.0–5.5 (Hardjowigeno 1995). Beberapa faktor yang menghambat pertumbuhan tanaman di tanah masam adalah: (1) keracunan H^+ akibat peningkatan konsentrasi H^+ (2) peningkatan konsentrasi Al sehingga menyebabkan terjadinya keracunan Al (3) peningkatan konsentrasi Mn sehingga menyebabkan keracunan Mn (4) penurunan konsentrasi kation pada unsur makro sehingga menimbulkan defisiensi K, Ca, dan Mg (5) penurunan kelarutan P dan Mo sehingga terjadi defisiensi P dan Mo (6) penghambatan pertumbuhan akar dan penyerapan air sehingga menyebabkan kekurangan unsur hara stres kekeringan dan peningkatan pencucian unsur hara (Marschner 1995). Untuk mengatasi beberapa faktor tersebut maka dalam penelitian ini digunakan bahan pemberah tanah yaitu asam humat dan mikroorganisme potensial tanah yaitu cendawan mikoriza arbuskula (CMA). Penggunaan asam humat dan FMA diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa dan meningkatkan efisiensi pemupukan sehingga metode pembibitan ini dapat mengurangi biaya produksi dan waktu pembibitan.

Asam humat merupakan bahan pemberah tanah yang saat ini banyak diteliti dan diaplikasikan. Ada hubungan yang erat antara senyawa humus dengan basa dan Al dalam bentuk basa humat atau senyawa mineral-organik. Menurut Sen (1960) ikatan liat-logam-humus ini dapat bersifat mantap dan kurang mantap. Ikatan yang kurang mantap hanya merupakan ikatan asam humat yang tersusun pada permukaan luar mineral liat sedangkan ikatan yang mantap terbentuk dari interaksi antara asam humat, liat dan kation logam seperti Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} yang terjadi dalam lapisan mineral liat. Grup fungsional dari $-OH$ dan $-COOH$ dari asam humat berperan dalam ikatan ini. Ikatan ini oleh Kawaguchi dan Kyuma (1959) dinamakan sebagai ikatan kelat. Pengikatan ion-ion logam oleh senyawa organik ini menurunkan Al^{3+} yang bebas (Al_{dd}) dalam larutan tanah (Bloom et al. 1979). Al dan Fe membentuk kelat yang mantap dengan berbagai senyawa organik sehingga aktivitasnya dalam tanah dapat ditekan (Ma 2000). Dalam penelitian ini digunakan *humega crumble* yang mengandung asam humat. Hasil penelitian Murti et al. (2006) menunjukkan bahwa pemberian *humega crumble* yang mengandung asam humat 8% sebanyak 30 gram yang disertai dengan pemupukan 50% di nurseri menghasilkan tinggi dan diameter bibit lebih tinggi dibandingkan dengan bibit yang dipupuk 100% pupuk standar.

Menurut Tisdale et al. (1990) asam humat hasil dekomposisi bahan organik berperan meningkatkan ketersediaan P tanah melalui: (1) pembentukan senyawa kompleks fosfohumat yang lebih mudah diserap tanaman (2) pertukaran anion fosfat oleh anion organik (3) terbungkusnya partikel sesquioxida oleh humus sehingga mengurangi kemampuan memfiksasi fosfat. Selain itu, bahan organik juga memiliki pengaruh terhadap sifat fisik tanah seperti: kapasitas menahan air suhu dan sifat kimia seperti kapasitas tukar kation dan pH.

Fungi mikoriza arbuskula adalah fungi yang secara alamiah bersimbiosis dengan kelapa sawit dan simbiosis ini bersifat obligat. Walaupun secara alami fungi ini mengkolonisasi kelapa sawit namun beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi CMA yang terseleksi dapat menyebabkan peningkatan daya

hidup dan serapan hara planlet kelapa sawit pada tahap aklimatisasi (Widiastuti dan Tahardi, 1993) meningkatkan efisiensi pemupukan P (Blal *et al.* 1990; Karti, 2003), pertumbuhan dan serapan hara kelapa sawit (Widiastuti *et al.*, 1998). Menurut Sieverding (1991) fungi mikoriza arbuskula yang menginfeksi sistem perakaran tanaman inang akan memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman bermikoriza akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam menyerap unsur hara dan air. Fosfat adalah unsur hara utama yang dapat diserap oleh tanaman bermikoriza (Bolan 1991) selain itu N (NH_4^+ atau NO_3^-) K dan Mg yang bersifat mobil (Sieverding 1991) dan juga unsur mikro seperti: Cu Zn Mn B dan Mo (Smith dan Read, 1997). Kemampuan fungi mikoriza arbuskula dalam memperbaiki status hara tanaman tersebut pada saat ini dapat dijadikan alternatif strategi untuk menggantikan sebagian kebutuhan pupuk yang diperlukan oleh tanaman yang ditanam pada tanah-tanah bermasalah. Sebagai contoh De La Cruz *et al.* (1988) menunjukkan bahwa fungi mikoriza arbuskula dapat mengefisiensikan kira-kira 50% kebutuhan fosfat 40% kebutuhan nitrogen dan 25% kebutuhan kalium. Pada tanaman bonu (*Thicospermum burretii*), albizia (*Paraserianthes falcata*) dan acasia (*Acacia mangium*) telah terbukti dapat beradaptasi dan tumbuh pada lahan-lahan pasca penambangan nikel. Ketiga jenis tanaman tersebut yang diinokulasi dengan CMA yang pertumbuhannya dapat meningkat 2 – 3 kali lipat dibandingkan dengan kontrol, dimana hal ini hampir setara dengan pemberian pupuk urea 130 kg/ha TSP 180 kg/ha dan KCI 100 kg/ha (Setiadi, 1993).

Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi penyerapan hara oleh cendawan mikoriza arbuskula adalah 1) konsentrasi P larutan tanah: konsentrasi P larutan yang tinggi karena tingkat ketersediaan P tanah yang memang sudah tinggi atau pemberian pupuk P dalam dosis yang cukup tinggi sebelum terjadi kolonisasi dapat menghambat perkembangan spora dan pertumbuhan hifa cendawan mikoriza arbuskula. 2) jenis tanaman: kebanyakan tanaman mikrotropik dapat diokoloni oleh kebanyakan jenis fungi mikoriza arbuskula (Sieverding, 1991).

Interaksi antara asam humat dan CMA dengan kelapa sawit pada tanah masam telah dilaporkan menghasilkan pertumbuhan kelapa sawit yang lebih baik (Karti *et al.*, 2006). Secara umum dalam simbiosisnya dengan tanaman fungi ini membentuk hifa eksternal yang dapat meningkatkan jangkauan tanaman untuk menyerap hara terutama P. Peranan CMA pada tanah masam sangat tinggi karena ketersediaan unsur P merupakan salah satu pembatas bagi pertumbuhan tanaman di tanah masam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam simbiosisnya dengan tanaman kelapa sawit cendawan ini dapat meningkatkan serapan P baik melalui perbaikan sistem perakaran tanaman sawit (Widiastuti *et al.*, 2003) maupun melalui aktivitasnya dalam memineralisasi P organik tanah (Widiastuti *et al.*, 2003). Walaupun demikian Bolan *et al.* (1987) dan Young *et al* (1992) melaporkan bahwa CMA juga dapat meningkatkan serapan P tanaman dari bentuk yang tidak tersedia. Percobaan di kebun kelapa sawit Cimulang dan Sukamaju PTPN VIII juga menunjukkan bahwa inokulasi CMA dapat mengurangi pupuk 75% untuk menghasilkan pertumbuhan yang sama dengan bibit kelapa sawit yang dipupuk sesuai standar pemupukan (Widiastuti *et al.*, 2006).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbaikya sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tujuan penelitian ini untuk (1) mempelajari pengaruh asam humat dan cendawan mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan kelapa sawit pada tahap pre-nurseri, (2) meningkatkan efisiensi pemupukan, (3) mendapatkan teknologi pembibitan yang berkualitas dan menunjang agribisnis kelapa sawit yang berkelanjutan.

METODOLOGI

Penelitian tahap pre nurseri dilakukan selama 3 bulan di kebun bibit Hikmah Dua PT Sampoerna Agro Palembang. Penelitian dirancang dalam rancangan acak kelompok lengkap dengan rancangan pelakuan split-split plot dengan petak utama dosis pemupukan (P) dan anak petak konsentrasi asam humat (H) sedangkan anak-anak petak inokulasi mikoriza (M), masing-masing dalam 3 taraf dengan ulangan 7 dan unit percobaan 100. Taraf pemupukan yang diberikan ialah (P1) 100% rekomendasi, (P2) 75% rekomendasi dan (P3) 50% rekomendasi. Taraf asam humat cair ialah (H0) kontrol, (H1) 3 ml dan (H2) 6 ml. Sedangkan inokulasi mikoriza ialah (M0) kontrol, (M1) mikoriza tipe 1 dan (M2) mikoriza tipe 2 yang diberikan sebanyak 20 gr saat penanaman kecambah.

Bahan yang diperlukan adalah inokulan mikoriza arbuskula yang berasal dari Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia (M1) yang terdiri dari *Acaulospora tuberculata* dan bakteri pelarut fosfat, *Azotobacter* sp, PGPR. Sedangkan M2 (*Glomus manihotis*, *Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita* dan *Acaulospora* sp) berasal dari Laboratorium Bioteknologi Hutan dan Lingkungan Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi IPB. Asam humat yang digunakan berupa *humega crumble* produksi PT Green Planet Indonesia. Kecambah kelapa sawit yang digunakan berasal dari produsen kecambah kelapa sawit di Palembang Sumatera Selatan. Pupuk yang digunakan adalah pupuk majemuk sesuai rekomendasi kebun. Media pembibitan yang digunakan adalah tanah sub-soil dalam polibag berukuran 20 x 10 cm.

Peubah yang diamati meliputi kesuburan tanah (media tumbuh) terdiri atas tekstur tanah, pH, kapasitas tukar kation, C organik, N, C/N rasio, P, Ca, Mg, K, dan Al; pertumbuhan tanaman meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, biomassa tanaman, serapan N dan P tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik media tanam yang digunakan dalam percobaan pre nurseri lebih cenderung tanah berjenis liat berpasir dengan pH 4,4 dan komposisi kimia disajikan pada Tabel 1. Kandungan hara makro sangat rendah baik KTK maupun bahan organiknya. Kadar logam yang terkandung (Fe, Mn, Cu, Zn) cukup tinggi sehingga berpeluang menghambat pertumbuhan bibit. Dengan melihat kondisi media tanam tersebut, memberikan gambaran perlu adanya perlakuan tambahan untuk menghasilkan bibit yang berkualitas.

Tabel 1. Karakteristik media tanam tahap pre nurseri kelapa sawit

No	Sifat Fisika	Nilai	Kriteria
1	Pasir (%)	47	
2	Debu (%)	12	
3	Liat (%)	41	
Sifat Kimia			
1	pH (H_2O)	4.4	Sangat masam
	pH (KCl)	4.1	Sangat masam
2	Bahan organik		
	C (%)	1.89	Rendah
	N (%)	0.13	Rendah
	C/N	15	Rendah
3	Unsur hara		
	P_2O_5 (mg/100g)	21	Rendah
	K_2O (mg/100g)	5	Sangat rendah
	P_2O_5 (Bray)	2	Rendah
	K_2O (Morgan)	45	Sangat rendah
	Ca (cmol(+)/kg)	0.90	Sangat rendah
	Mg (cmol(+)/kg)	0.31	Sangat rendah
	K (cmol(+)/kg)	0.09	Sangat rendah
	Na (cmol(+)/kg)	0.00	Tidak ada
	KTK (cmol(+)/kg)	6.04	Rendah
	Al (cmol(+)/kg)	2.13	
	Al (ppm)	54671	
	Fe (ppm)	17674	Sangat tinggi
	Mn (ppm)	26	Tinggi
	Cu (ppm)	3	Tinggi
	Zn (ppm)	29	Tinggi

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara rekomendasi pemupukan (P) dan mikoriza (M) berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap peubah tinggi tanaman (Tabel 2). Tinggi bibit pada perlakuan P2M2 berbeda nyata ($P<0,05$) dibandingkan dengan tinggi bibit pada perlakuan P1M0, P2M0, P3M0, dan P3M2 akan tetapi tidak berbeda nyata dibandingkan dengan tinggi bibit pada perlakuan P1M1, P2M1, P3M1, dan P1M2. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian mikoriza baik M2 maupun M1 dapat meningkatkan secara nyata pertumbuhan tinggi bibit. Sebaliknya tanpa pemberian mikoriza pertumbuhan tanaman nyata lebih rendah pada semua taraf pemupukan dibandingkan dengan yang bermikoriza. Dari hasil ini diduga pemberian mikoriza membantu peningkatan penyerapan unsur hara terutama P demikian pula fotosintesis bibit. Unsur fosfor diperlukan dalam metabolisme tanaman sebagai sumber energi sehingga dengan peningkatan penyerapan P dapat meningkatkan energi yang dihasilkan yang selanjutnya digunakan untuk pertumbuhan yang ditunjukkan oleh peubah tinggi bibit.

Tabel 2. Tinggi tanaman (cm) bibit kelapa sawit tahap pre nurseri (3 bulan)

Dosis pemupukan rekomendasi pada dosis Mikoriza (M)	Dosis Asam Humat			Rataan
	H0	H1	H2	
M0				
P1	16,86	17,43	17,03	17,11 b
P2	17,28	16,71	17,54	17,18 b
P3	17,40	17,51	16,82	17,24 b
M1				
P1	16,89	17,51	17,48	17,29 ab
P2	17,65	17,25	17,96	17,62 ab
P3	17,45	17,28	17,52	17,42 ab
M2				
P1	17,46	17,70	16,97	17,38 b
P2	17,59	17,51	18,52	17,87 a
P3	17,74	17,24	16,64	17,21 b

*Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan ($P<0,05$).

2. Jumlah dan Luas Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemupukan berpengaruh nyata

terhadap jumlah daun dan luas daun (Tabel 3). Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan P2 (dosis 75% pemupukan) menghasilkan jumlah dan luas daun nyata lebih tinggi dibandingkan dengan P3 dan P1. Hasil ini menunjukkan bahwa dosis pemupukan 100% tidak efisien dan pengurangan hingga 25% menghasilkan jumlah daun yang sama dengan pemupukan 100%. Akan tetapi, penurunan dosis pupuk (P3) menghasilkan luas daun yang nyata lebih rendah dibandingkan dengan luas daun bibit yang diperlakukan dengan pemupukan 75% (P2). Pemupukan 50% menghasilkan luas daun bibit yang tidak berbeda nyata dibandingkan P1. Dosis pemupukan 75% memberikan respons yang optimum pada peubah jumlah dan luas daun. Hal yang sama juga dijumpai pada peubah tinggi bibit. Diduga efisiensi penggunaan pupuk pada dosis 75% rekomendasi pemupukan disebabkan karena adanya mikoriza yang terlihat pada peubah tinggi tanaman dimana terjadi interaksi antara pemupukan dan mikoriza yaitu pada perlakuan P2M2.

Tabel 3. Rataan pengaruh tunggal dari perlakuan dosis pemupukan rekomendasi (P) terhadap jumlah dan luas daun (cm^2) bibit kelapa sawit

Perlakuan	Jumlah daun	Luas daun (cm^2)
P1	3,18 ab	89,09 ab
P2	3,21 a	93,95 a
P3	3,12 b	84,64 b

*Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan ($P < 0,05$).

3. Bobot Kering Akar

Hasil Analisis ragam menunjukkan bahwa bobot kering akar secara nyata dipengaruhi pemberian mikoriza ($P < 0,05$). Hasil uji lanjut yang disajikan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan mikoriza (M1) memberikan bobot kering akar yang tertinggi dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan M0 dan M2. Mikoriza M1 merupakan mikoriza jenis *Acaulospora tuberculata* yang diisolasi dari rhizosfer kelapa sawit. Hasil penelitian Widiaستuti *et al.* (2003) menunjukkan bahwa simbiosis fungi ini dengan akar kelapa sawit dapat meningkatkan secara nyata perakaran bibit kelapa sawit. Selain itu *Acaulospora* dikenal dapat berkembang dengan baik pada tanah bereaksi masam (Clark 1997). Percobaan ini dilakukan pada tanah yang bereaksi masam yaitu pada pH 4,4. Kemampuannya tumbuh pada pH masam menyebabkan daya adaptasinya yang baik pada tanah percobaan. Selain itu, M1 merupakan pupuk hayati yang juga mengandung PGPR yang diduga membantu memperbaiki perakaran bibit kelapa sawit. Diharapkan dengan perakaran yang baik maka bibit kelapa sawit dapat secara optimal menyerap hara yang tidak mudah bergerak seperti P disamping juga air sehingga secara keseluruhan mendukung pertumbuhan khususnya pada tanah marginal. Selain itu, hifa eksternal yang merupakan organ CMA mampu menyerap unsur P pada zona pengurasan unsur hara di daerah rhizosfer sehingga konsentrasi yang rendah dari

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbaiknya sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

unsur hara yang berada pada daerah tersebut masih dapat diserap oleh hifa eksternal atau miselium cendawan.

Tabel 4. Rataan pengaruh tunggal dari perlakuan mikoriza (M) terhadap bobot kering akar

Perlakuan	Rataan
M0	0,37 b
M1	0,45 a
M2	0,35 b

*Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan ($P < 0,05$).

4. Kadar N dan P tajuk

Dosis pemupukan (P) dan pemberian mikoriza (M) berpengaruh nyata terhadap kadar N tajuk bibit kelapa sawit tahap pre nurseri (Tabel 5). Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan 100% rekomendasi pemupukan (P1) menghasilkan kadar N tajuk tertinggi dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan P2 dan P3. Hasil ini menunjukkan bahwa dosis rekomendasi adalah dosis yang optimal khususnya untuk peubah kadar N tajuk. Perlakuan P2 juga berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan P3.

Pengaruh perlakuan pemberian mikoriza terlihat bahwa tanpa pemberian mikoriza (M0) memberikan hasil yang lebih tinggi kadar N tajuk dibandingkan dengan perlakuan M1 akan tetapi tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan M2. Dari hasil ini diduga nampaknya dalam interaksi awal (3 bulan) antara mikoriza dan bibit kelapa sawit, tanaman memerlukan N yang lebih tinggi untuk memenuhi kebutuhan simbion (mikoriza) dan inang (kelapa sawit).

Tabel 5. Rataan pengaruh tunggal dari perlakuan dosis pemupukan rekomendasi (P) dan mikoriza (M) terhadap kadar N tajuk

Perlakuan	Rataan
P1	3,83 a
P2	3,55 b
P3	3,38 c
M0	3,69 a
M1	3,46 b
M2	3,61 ab

*Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan ($P < 0,05$).

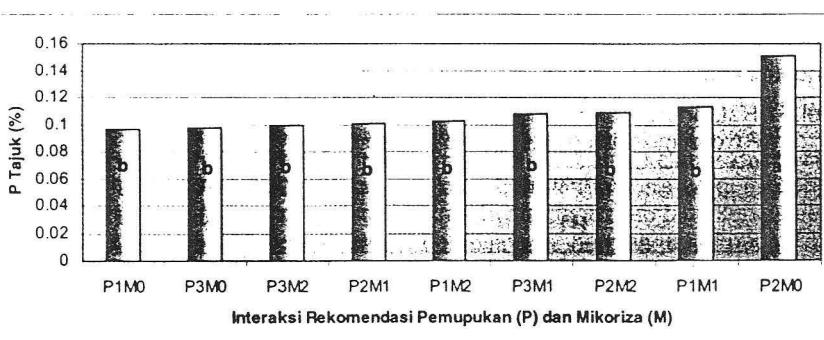
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis rekomendasi pemupukan berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap kadar P tajuk. Selain itu, ditunjukkan bahwa hingga tahap pre nurseri ini terdapat interaksi nyata antara dosis rekomendasi pemupukan (P) dengan perlakuan mikoriza (M) (Tabel 6). Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa pemupukan 75% rekomendasi (P2) memberikan kadar fosfor tajuk yang tertinggi bila dibandingkan dengan perlakuan P1 dan P3. Pada perlakuan P2 walaupun jumlah pupuk yang diberikan lebih rendah bila dibandingkan dengan perlakuan P1 namun kadar P tajuk lebih tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa nampaknya dosis pupuk P2 (75%) adalah dosis optimum khususnya terhadap peubah kadar P tajuk sehingga penambahan P selanjutnya tidak berpengaruh terhadap kadar P tajuk.

Tabel 6. Rataan pengaruh tunggal perlakuan dosis pemupukan rekomendasi (P) terhadap kadar P tajuk kelapa sawit (%)

Perlakuan	Rataan
P1	0,10 b
P2	0,12 a
P3	0,10 b

*Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan ($P<0,05$).

Akan tetapi, hasil uji lanjut menunjukkan bahwa interaksi perlakuan 75% rekomendasi pemupukan (P2) dengan perlakuan tanpa mikoriza (P2M0) memberikan nilai P tajuk yang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain (Gambar 1).



Gambar 1. Pengaruh interaksi dosis rekomendasi pupuk (P) dan mikoriza (M) terhadap kadar P tajuk bibit kelapa sawit.

5. Serapan P

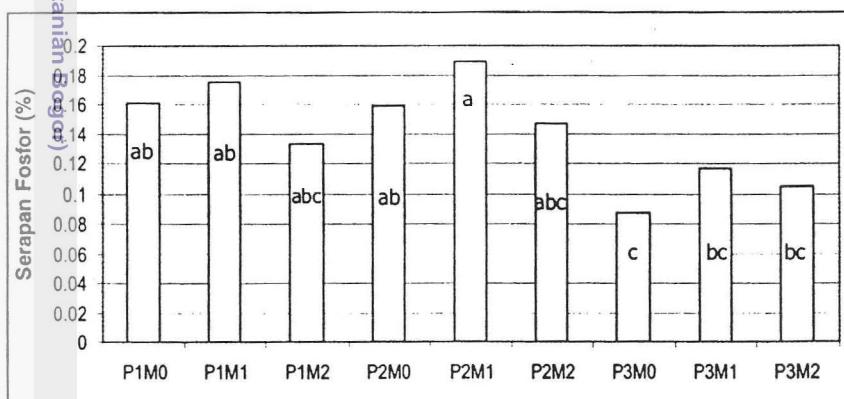
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis pemupukan (P) berpengaruh secara nyata terhadap serapan P (Tabel 7). Selain itu, dari analisis ragam ditunjukkan adanya interaksi yang nyata antara dosis pemupukan (P) dengan perlakuan mikoriza (M) terhadap serapan P (Gambar 2). Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa P2 dan P1 memberikan serapan P yang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan P3. Serapan P yang lebih tinggi pada perlakuan P2 diduga disebabkan lebih tingginya kadar P tajuk pada perlakuan P2.

Tabel 7. Rataan pengaruh tunggal dari perlakuan dosis pemupukan rekomendasi (P) terhadap serapan P (g/tanaman)

Perlakuan	Rataan
P1	0,16 a
P2	0,16 a
P3	0,10 b

*Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan ($P < 0,05$).

Gambar 2. menunjukkan pengaruh interaksi dosis rekomendasi pupuk (P) dengan mikoriza (M) terhadap serapan P pada perlakuan P2M1 yang cenderung menunjukkan nilai serapan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, walaupun tidak berbeda nyata. Lebih tingginya serapan P oleh bibit diduga disebabkan mulai terjadinya simbiosis, walaupun masih tahap simbiosis awal.



Gambar 2. Pengaruh interaksi dosis rekomendasi pupuk (P) dengan mikoriza (M) terhadap serapan P (g/tanaman) pada bibit kelapa sawit tahap pre nurseri (3 bulan).

KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa dosis optimum pembibitan kelapa sawit adalah P2 yaitu pengurangan sejumlah 25% dari dosis yang direkomendasikan. Pemupukan dosis 75% meningkatkan secara nyata tinggi tanaman, jumlah dan luas daun, kadar P tajuk dan serapan P bibit dibandingkan dengan pemupukan 100%. Teknologi pembibitan kelapa sawit khususnya pada tahap pre nurseri pada penelitian ini adalah pembibitan kelapa sawit menggunakan mikoriza M1 yang disertai pemupukan 75% dosis rekomendasi (P2).



Hak cipta dilindungi Undang-Undang
© Hak cipta mifitik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Departemen Pertanian RI proyek KKP3T tahun anggaran 2007 yang telah mendanai penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Bal B, Morel C, Gianinazzi-Pearson V, Fardeau JC and Gianinazzi S. 1990. Influence of vesicular arbuscular mycorrhizae on phosphate fertilizer efficiency in two tropical acid soils planted with micropropagated oil palm (*Elaeis guineensis*, Jacq). *Bio. Fertil. Soils* 9:43-48.
- Bloom PR, McBride MB and Weaver RM. 1979. Aluminium organic matter in acid soil buffering and solution aluminium activity. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 43:488-493.
- Bolan NS. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil* 134:189-209.
- de la Cruz RE, Manalo MQ, Aggangan NS, Tambalo JD. 1988. Growth of tree legume trees inoculated with VA mycorrhizal and rhizobium. *Plant and Soil* 108:111-115.
- Hardjowigeno S. 1992. Keragaman sifat tanah podsolik merah kuning di Indonesia. *J. Il. Pert. Ind.* 2(1):16-23.
- Karti PDMH, Murti, Sahala H, Silviana dan Prematuri R. 2006. Pengaruh Aplikasi Humega Liquid terhadap Kesuburan Fisik, Kimia dan Biologi di Perkebunan Kelapa Sawit di PT. Astra Agrolestari Tbk [Laporan Penelitian]. Institut Pertanian Bogor-PT. Astra Agrolestari Tbk-PT. Green Planet Indonesia.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbaikakan sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Karti PDMH. 2003. Respon Morfofisiologi Rumput Toleran dan Peka Aluminium terhadap Penambahan Mikroorganisme dan Pemberah Tanah [Disertasi]. IPB.
2. Kawaguchi K and Kyuma K. 1959. On the complex formation between soil humus and polyvalent cations. *Soil and Plant Food*, Tokyo 5 : 54.
3. Ma. 2000. "Role of Organic Acids in Detoxification of Aluminium in Higher Plants", *Plant Cell Physiol.* 41(4):383 – 390.
4. Marschner H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd Edition. Academic Press Limited. London.
5. Murti, Sahala H, Silviana, Prematuri R, Karti PDMH. 2006. Effect of green planet's products on oil palm in PT. AstraAgrolestari, Tbk. In: Proceeding of International Oil Palm Conference, 19-23 June, Bali, Indonesia.
6. Sen BC. 1960. Adsorption of Humic Acids on H-clays and the Role of Metal Cation in Humus Adsorption. *J. Indian Chem. Soc.* 37:793.
7. Setiadi Y. 1993. Respon Pertumbuhan Anakan *Paraserianthes falcataria*, *Trichospermum burretii* dan *Acacia mangium* Terhadap Inokulasi Mikoriza Arbuskula pada Lahan Pasca Tambang Nikel. Laporan Penelitian. PAU Biotek IPB.
8. Sieverding E. 1991. *Vesicular Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystem*. Deutsche GTZ. GmbH. Eschborn.
9. Smith SE and Read DJ. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press. UK.
10. Isdale SL, Nelson WL and Beaton JD. 1990. *Soil Fertility and Fertilizer*. 4th edition. McMillan Publishing Company. New York.
11. Vidiastuti H, Darmono TW dan Goenadi DH. 1998. Respone of oil palm seedling on selected AM fungi inoculation at several doses of fertilization. *Menara Perkebunan* 66(1):6065.
12. Vidiastuti H, Guhardja E, Sukarno N, Darusman LK, Gunadi DH, Smith S. 2003. Arsitektur akar bibit kelapa sawit yang diinokulasi beberapa cendawan mikoriza arbuskula. *Menara Perkebunan* 71 (1) 26-39.
13. Vidiastuti H, Guhardja E, Sukarno N, Darusman LK, Gunadi DH, Smith S. 2003. Aktivitas Fosfatase dan Produksi asam organic di rhizosfer dan hifosfer bibit kelapa sawit bermikoriza. *Menara Perkebunan* 71 (2) : 64-74.
14. Vidiastuti H and Tahardi JS. 1993. Effect of vesicular arbuscular inoculation on the growth and nutrient uptake of micropropagated oil palm. *Menara Perkebunan* 61: 56-60.
15. Vidiastuti H, Suharyanto, Agus S, Sugiyono, Rais dan Budi. 2006. Assessment of the effectiveness of AM fungal as active agent of biofertilizer and in combination with *Trichoderma* sp as biocontrol for oil palm seedling under commercial scale production. In: Proceeding of International Oil Palm Conference 19-23 June, Bali, Indonesia.



Witjaksana D. 2006. Toward sustainable palm oil development in Indonesia. In: Proceeding of International Oil Palm Conference 19-23 June, Bali, Indonesia.

Young CC, Juangand TC, Guo HY. 1986. The effect of inoculation with vesicular arbuscular mycorrhizal fungi on soybean yield and mineral phosphorus utilization in subtropical-tropical soils. Plant soil 96:245-253.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.