

KAJIAN APLIKASI MIKROORGANISME LOKAL BONGGOL PISANG DAN MIKORIZA PADA MEDIA TANAM TERHADAP KARAKTER PERTUMBUHAN BIBIT KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Sylvia Madusari

Program Studi Budidaya Perkebunan Kelapa Sawit
Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi – Bekasi
Email : smadusari@cwe.ac.id

Abstrak

Mikroorganisme lokal (MOL) bonggol pisang dan mikoriza memiliki potensi untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara yang berguna untuk tanaman dan meningkatkan penyerapan unsur hara, serta meningkatkan pertumbuhan tanaman, seperti pada pembibitan awal kelapa sawit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakter pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) *pre-nursery* dengan pemberian MOL bonggol pisang dan mikoriza pada media tanam campuran subsoil dan pupuk kandang. Penelitian ini menggunakan metoda Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan, yaitu: P0 – 100% subsoil; P1 - subsoil dan pupuk kandang (1:1); P2 - subsoil dan pupuk kandang (1:1) + 100% dosis pupuk anorganik; P3 - subsoil dan pupuk kandang (1:1) + MOL bonggol pisang 40 ml/bibit + Mikoriza 10 gr/bibit. Hasil analisis kimia media tumbuh yang dilakukan sebelum penelitian memperlihatkan kandungan hara C 2,81%; N 0,27%; P 1,12 mg/Kg; K 6,77 cmol/Kg; Mg 2,03 cmol/Kg; dan KTK 18,24 cmol/Kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi tanaman, diameter tanaman, jumlah daun, dan total luas daun tertinggi dihasilkan pada perlakuan dengan pemberian pupuk anorganik. Pemberian kombinasi MOL bonggol pisang dan Mikoriza pada media tanam tanpa pupuk anorganik menghasilkan peningkatan pada parameter tingkat kehijauan daun dan kerapatan stomata jika dibandingkan dengan kontrol, namun demikian masih lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan pemberian pupuk anorganik. Hasil terbaik pada pertumbuhan vegetatif dan respons fisiologis tanaman dihasilkan pada media tanam dengan penambahan dosis 100% pupuk anorganik. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menentukan kombinasi MOL bonggol pisang dan Mikoriza yang optimal untuk pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit.

Kata Kunci

Bonggol pisang, Pupuk organik cair, Mikoriza, Kelapa sawit.

Abstract

Indigenous Microorganisms (IMO) of the banana corm and mycorrhiza, each has a potential to increase the availability and the absorption of the nutrient by plant and also increasing the plant growth, as pre-nursery of palm oil. The aim of this study is to analyze the character of the oil palm (Elaeis guineensis Jacq.) seedling growth by applying the combination of the mycorrhiza and the liquid of banana corm (IMO) organic fertilizer to the plant media which contained subsoil and cow dung. The study was performed in four of treatments including the control and were arranged in completely randomized design (CRD). The treatment dose of liquid organic fertilizer and mycorrhiza applied at a single dose. The whole treatments were P0 = 100% subsoil; P1 = subsoil and cow dung (1:1); P2 = subsoil and cow dung (1:1) + dose 100% inorganic fertilizers; P3 = subsoil and cow dung (1:1) + organic fertilizer 40 ml/polybag + Mycorrhiza 10 g/polybag. The chemical properties of the media was analyzed prior to the trial and the result showed mean amount of 2.81% C, 0.27% N, 1.12 mg/Kg P, 6.77 cmol/Kg K, 2.03 cmol/Kg Mg, and 18.24 cmol/Kg CEC. Plant height, plant diameter, leaf number and leaf area was the highest in plant treated with inorganic fertilizer. The leaf greenness and the density of stomata in plant treated with liquid organic fertilizer and mycorrhiza was slightly higher than control but lower than inorganic fertilizer treatment. Further study are needed to determine optimal rates of applying combination of liquid organic fertilizer and mycorrhiza for proper growth of oil palm seedlings.

Keywords

Banana tree corm, Liquid organic fertilizer, Mycorrhizal, Palm oil.

Pendahuluan

Mikroorganisme lokal (MOL) atau yang juga dikenal dengan pupuk organik cair atau pupuk mikroba cair adalah larutan yang berisi mikrobia yang ditambahkan ke dalam tanah, yang bermanfaat mempercepat pertumbuhan akar, pucuk, kuncup dan bunga, menyediakan nutrisi bagi tanaman, meningkatkan kesehatan tanaman, serta dapat meningkatkan kesuburan tanah. Pupuk organik cair mampu menghemat pemakaian pupuk kimia hingga 50% dan dapat digunakan pada berbagai jenis tanaman di berbagai ekosistem pertanian. Aryantha, *et al.* 2002 menyebutkan bahwa berbagai senyawa organik yang dihasilkan oleh mikroba dalam proses dekomposisi di alam berperan dalam memacu merangsang pertumbuhan, mempercepat proses perbungaan, meningkatkan proses biosintesis senyawa biokimia, menghambat patogen, bahkan juga meningkatkan produksi senyawa metabolit sekunder sebagai bahan baku obat, pestisida dan sebagainya. Oleh karena itu, penggunaan mikroba dapat digunakan sebagai alternatif untuk meningkatkan kesuburan tanah dan juga meningkatkan pertumbuhan tanaman, dan hal ini juga dapat digunakan sebagai kandidat biofertilizer yang bertujuan untuk mengurangi dampak dari penggunaan pupuk kimia. Pemberian mikroba berupa larutan mikro organisme lokal (MOL) yang disemprotkan secara berkala pada tanaman atau tanah di sekitar tanaman dan penambahan inokulan mikoriza adalah salah satu cara untuk dapat meningkatkan daya dukung tanah dan efisiensi penyerapan unsur hara tanah. Salah satu jenis mikroorganisme lokal yang mengandung substansi dan mikroorganisme yang berguna bagi pertumbuhan tanaman adalah MOL bonggol pisang. Pada beberapa literatur disebutkan bahwa dalam MOL bonggol pisang mengandung zat pengatur tumbuh Giberellin dan Sitokinin. Selain itu dalam mol bonggol pisang juga mengandung 7 mikroorganisme yang sangat berguna bagi tanaman, yaitu: *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Aeromonas*, *Aspergillus*, mikroba pelarut fosfat dan mikroba selulolitik (Sari *et al.* 2012). Mikroorganisme lokal tersebut dapat berfungsi sebagai bioaktivator perombakan bahan organik yang ada guna menambah ketersediaan hara makro dan mikro secara optimal bagi tanaman.

Mikoriza adalah jenis jamur obligat yang dapat hidup bersimbiosis dengan akar pada hampir 80% jenis tanaman di muka bumi, termasuk tanaman kelapa sawit. Dalam beberapa publikasi dijelaskan bahwa mikoriza berperan untuk meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara, melindungi tanaman dari penyakit basal stem corm. Selain itu disebutkan pula bahwa mikoriza berperan dalam mengendalikan penyakit dan meningkatkan kualitas tanah (Rillig and Mummey, 2006). Hampir 80% Mikoriza dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap kekeringan, logam-logam berat Al dan Fe dan meningkatkan serapan hara terutama unsur hara P. Inokulasi mikoriza yang secara alami dapat bersimbiosis dengan akar tanaman, diharapkan dapat membantu meningkatkan daya absorpsi hara, air dan membantu agregasi tanah. Selain itu jamur mikoriza dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen (Sunarti *et al.*, 2004).

Sylvia Madusari

Kajian Pemberian
Mikroorganisme Lokal Bonggol
Pisang dan Mikoriza Pada
Media Tanam Terhadap
Karakter Pertumbuhan Bibit
Kelapa Sawit (*Elaeis
guineensis* Jacq.)

Kelapa sawit adalah tanaman yang secara alami bersimbiosis dengan Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) (Widiastuti 2003). Inokulasi CMA pada kelapa sawit dapat meningkatkan efisiensi pemupukan (Blal dkk 1990). Pertumbuhan dan serapan hara dan meningkatkan daya tumbuh tanaman. Keefektifan simbiosis secara maksimal seringkali bervariasi. Oleh karena itu, untuk mendapatkan hasil yang konsisten perlu dilakukan optimasi antara CMA dan bibit kelapa sawit. Penggunaan mikoriza komersil dan pupuk organik cair telah banyak dilakukan di bidang pertanian. Cozzolino *et al.* (2013) menyebutkan bahwa inokulan *Glomus intraradices* banyak digunakan dalam mikoriza komersil dan diaplikasikan di tanah, dengan tujuan untuk meningkatkan potensi inokulum di tanah serta meningkatkan produktivitas tanaman. Dalam penelitiannya disebutkan, bahwa penggunaan mikoriza komersil dapat meningkatkan mobilitas P dan tanaman dapat mengikat P pada tanah dengan lebih baik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakter fisiologis bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada pembibitan awal (*pre-nursery*) dengan pemberian kombinasi MOL bonggol pisang dan mikoriza pada media tanam campuran subsoil dan pupuk kandang.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, Bekasi, pada periode November 2014 sampai Februari 2015. Penelitian ini terdiri dari 4 perlakuan, yaitu: P0 = 100% subsoil, P1 = subsoil + pupuk kandang (1:1), P2 = subsoil + pupuk kandang (1:1) + pupuk anorganik dosis 100%, P3 = subsoil + pupuk kandang (1:1) + pupuk organik cair 40 ml/polybag + Mikoriza.

Subsoil dan pupuk kandang ditimbang dan dicampur dengan perbandingan 1:1. Campuran media tersebut dimasukkan ke dalam polybag ukuran 20 x 20 cm. Isolat mikoriza (diperoleh dari PT. Esha Flora) dan diaplikasikan ke dalam lubang tanam dengan dosis 10 g/bibit. Setelah daun pertama membuka dilakukan aplikasi pupuk cair bonggol pisang dengan dosis 40 ml/bibit setiap dua minggu sekali dan dilakukan secara berkelanjutan hingga akhir waktu penelitian.

Bonggol yang digunakan pada penelitian ini adalah bonggol dari jenis tanaman pisang kepok. Pembuatan pupuk cair bonggol pisang adalah sebagai berikut: (1). 1 kg bonggol pisang di cacah hingga berupa potongan bonggol kecil-kecil, (2). Potongan bonggol yang sudah disiapkan dimasukkan ke dalam jerigen dan ditambahkan gula sebanyak 1/2 kg dan ditambahkan air cucian beras sebanyak 2 L, (3). Setelah tercampur semua, jerigen ditutup dengan plastik dan dibiarkan selama 7 hari. Cairan yang telah siap untuk diaplikasikan ditandai dengan bau alkohol yang tajam, yang menunjukkan keberhasilan proses fermentasi (Faridah *et al.* 2014).

Pertumbuhan vegetatif diamati setiap 4 minggu selama tiga bulan, yaitu 4, 8, dan 12 minggu setelah tanam (4-MST, 8-MST, 12-MST), yang

terdiri dari tinggi tanaman (cm), diameter batang (mm), jumlah daun (lembar), and total luas daun (cm²). Pengukuran tinggi batang dilakukan dari pangkal batang di permukaan tanah sampai ujung daun tertinggi dengan menggunakan penggaris logam. Pengukuran diameter batang diukur 1 cm dari permukaan tanah bibit dengan menggunakan jangka sorong, lalu diberi tanda dan pengukuran selanjutnya diukur dari tanda yang telah dibuat di pengukuran awal. Jumlah daun dihitung berdasarkan jumlah daun yang telah membuka sempurna. Perhitungan pertambahan jumlah daun dilakukan setelah bibit berumur satu bulan dan dilakukan satu bulan sekali sampai akhir percobaan. Jumlah stomata diamati daun ketiga, pengamatan dilakukan dengan teknik pengecatan menggunakan larutan kuteks bening. Larutan tersebut dioleskan pada permukaan daun bagian permukaan atas dan bawah kemudian diberi isolasi transparan selanjutnya diambil dan ditempelkan pada kaca preparat. Jumlah stomata dihitung dengan mikroskop pada pembesaran objektif 40X10 kali. Total luas daun diukur dengan menggunakan alat *leaf area meter* (LI-3100, Lincoln Inc, USA). Pada 12-MST, dilakukan pengamatan parameter fisiologis yaitu tingkat kehijauan daun menggunakan SPAD-502 *chlorophyll meter* (Konica Minolta Sensing, Inc. Japan). Penggunaan SPAD yaitu pada bagian ujung, tengah dan pangkal daun yang kemudian dirata-ratakan untuk setiap bibit (Law *et al.* 2014). Estimasi kadar Nitrogen dihitung berdasarkan konversi hasil SPAD menggunakan rumus $y = 0.732 + 0.072X$ (Law *et al.* 2014)

Analisis media tanam dilakukan pada awal penelitian dan akhir penelitian untuk menentukan tingkat kandungan unsur C, N, P, K, Mg. Analisis kimia dan mikrobiologi tanah dan pupuk cair dilakukan di Balai Penelitian Tanah, Bogor. Analisis statistik dilakukan pada setiap perlakuan dengan menggunakan *SAS analytical package of 9.2 version*.

Hasil

Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kelapa Sawit

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan pemberian kombinasi MOL bonggol pisang dan Mikoriza tidak berbeda nyata terhadap semua peubah yang diamati.

Hasil pengukuran tinggi bibit kelapa sawit (Tabel 1) memperlihatkan bahwa tinggi bibit pada pengamatan 4 minggu setelah penanaman kecambah, yaitu pada perlakuan P0 $10,68 \pm 1,58$ cm; P1 $9,15 \pm 0,79$; P2 $10,60 \pm 1,38$ cm; P3 $10,77 \pm 0,98$. Tinggi tanaman pada pengamatan 8 minggu setelah penanaman kecambah, yaitu pada perlakuan P0 $16,47 \pm 5,61$ cm; P1 $17,55 \pm 2,71$; P2 $21,82 \pm 1,92$ cm; P3 $19,17 \pm 1,72$. Tinggi tanaman pada pengamatan 12 minggu setelah penanaman kecambah; yaitu pada perlakuan P0 $21,08 \pm 4,79$ cm; P1 $22,05 \pm 4,48$; P2 $26,18 \pm 1,96$ cm; P3 $22,18 \pm 1,36$.

Tabel 1 Rata-rata Tinggi Bibit Tanaman Kelapa Sawit Pada 4, 8, dan 12 MST

Komposisi Media	Tinggi Tanaman (cm)		
	4 MST	8 MST	12 MST
P0	10,68 ± 1,58 ^a	16,47 ± 5,61 ^a	21,08 ± 4,79 ^a
P1	9,15 ± 0,79 ^a	17,55 ± 2,71 ^a	22,05 ± 4,48 ^a
P2	10,60 ± 1,38 ^a	21,82 ± 1,92 ^a	26,18 ± 1,96 ^a
P3	10,77 ± 0,98 ^a	19,17 ± 1,72 ^a	22,18 ± 1,36 ^a

Keterangan: MST = Minggu Setelah Tanam

Hasil pengukuran diameter batang kelapa sawit (Tabel 2) memperlihatkan bahwa diameter batang pada pengamatan 4 minggu setelah penanaman kecambah, yaitu pada perlakuan P0 0,42 ± 0,06 cm; P1 0,35 ± 0,06; P2 0,43 ± 0,06 cm; P3 0,41 ± 0,04. Diameter pada pengamatan 8 minggu setelah penanaman kecambah, yaitu pada perlakuan P0 0,56 ± 0,10 cm; P1 0,50 ± 0,03; P2 0,65 ± 0,07 cm; P3 0,54 ± 0,07. Tinggi tanaman pada pengamatan 12 minggu setelah penanaman kecambah; yaitu pada perlakuan P0 0,64 ± 0,08 cm; P1 0,59 ± 0,08; P2 0,82 ± 0,10 cm; P3 0,63 ± 0,09.

Tabel 2 Rata-rata Diameter Bibit Tanaman Kelapa Sawit Pada 4, 8, dan 12 MST

Komposisi Media	Diameter Tanaman (cm)		
	4 MST	8 MST	12 MST
P0	0,42 ± 0,06 ^a	0,56 ± 0,10 ^a	0,64 ± 0,08 ^a
P1	0,35 ± 0,06 ^a	0,50 ± 0,03 ^a	0,59 ± 0,08 ^a
P2	0,43 ± 0,06 ^a	0,65 ± 0,07 ^a	0,82 ± 0,10 ^a
P3	0,41 ± 0,04 ^a	0,54 ± 0,07 ^a	0,63 ± 0,09 ^a

Keterangan: MST = Minggu Setelah Tanam

Hasil penghitungan rata-rata jumlah daun yang telah membuka sempurna pada bibit kelapa sawit diperoleh, yaitu pada pengamatan 4 minggu setelah penanaman kecambah, yaitu pada perlakuan P0 1,83 ± 0,29 cm; P1 1,83 ± 0,29; P2 2,00 ± 0,00 cm; P3 2,00 ± 0,00. Jumlah daun pada pengamatan 8 minggu setelah penanaman kecambah, yaitu pada perlakuan P0 3,17 ± 1,04 cm; P1 3,17 ± 0,29; P2 3,83 ± 0,29 cm; P3 3,50 ± 0,00. Jumlah daun pada pengamatan 12 minggu setelah penanaman kecambah; yaitu pada perlakuan P0 3,70 ± 1,04 cm; P1 4,3 ± 0,29; P2 4,3 ± 0,29 cm; P3 4,2 ± 0,29.

Tabel 3 Rata-rata Jumlah Daun Bibit Tanaman Kelapa Sawit Pada 4, 8, dan 12 MST

Komposisi Media	Jumlah Daun Tanaman (helai)		
	4 MST	8 MST	12 MST
P0	1,83 ± 0,29 ^a	3,17 ± 1,04 ^a	3,7 ± 1,04 ^a
P1	1,83 ± 0,29 ^a	3,17 ± 0,29 ^a	4,3 ± 0,29 ^a
P2	2,00 ± 0,00 ^a	3,83 ± 0,29 ^a	4,3 ± 0,29 ^a
P3	2,00 ± 0,00 ^a	3,50 ± 0,00 ^a	4,2 ± 0,29 ^a

Keterangan: MST = Minggu Setelah Tanam

Hasil pengukuran luas daun menggunakan *Leaf Area Meter* pada bibit kelapa sawit diperoleh, yaitu pada pengamatan 12 minggu setelah penanaman kecambah, yaitu pada perlakuan P0 $27,69 \pm 8,40$ cm; P1 $30,31 \pm 5,89$; P2 $36,96 \pm 14,69$ cm; P3 $26,73 \pm 2,65$ (Tabel 4).

Hasil perhitungan kerapatan stomata pada bibit kelapa sawit diperoleh, yaitu pada pengamatan 12 minggu setelah penanaman kecambah, yaitu pada perlakuan P0 $92.311 \pm 2,12$; P1 $146.941 \pm 1,41$; P2 $201.618 \pm 5,66$ cm; P3 $153.900 \pm 0,71$ (Tabel 4).

Tabel 4 Rata-rata Luas Daun dan Jumlah Stomata Bibit Tanaman Kelapa Sawit Pada 12 MST

Komposisi Media	Luas Daun (cm ²)	Jumlah Stomata (cm ⁻²)
P0	$27,69 \pm 8,40^a$	$92.311 \pm 2,12^a$
P1	$30,31 \pm 5,89^a$	$146.941 \pm 1,41^a$
P2	$36,96 \pm 14,69^a$	$201.618 \pm 5,66^a$
P3	$26,73 \pm 2,65^a$	$153.900 \pm 0,71^a$

Keterangan: MST = Minggu Setelah Tanam

Berdasarkan Tabel 1, 2, 3 dan 4, didapatkan bahwa pemberian pupuk anorganik memberikan pengaruh yang tertinggi terhadap semua peubah yang diamati. Hal tersebut tercermin pada rata-rata tinggi tanaman mencapai $26,18 \pm 1,96$ cm; rata-rata diameter batang tanaman mencapai $0,82 \pm 0,10$ cm; rata-rata jumlah daun tanaman mencapai $4,3 \pm 0,29$ cm; rata-rata luas daun $36,96 \pm 14,69$ cm dan rata-rata kerapatan stomata tanaman mencapai $201.618 \pm 5,66$ cm.

Pemberian MOL bonggol pisang dan mikoriza memperlihatkan bahwa hasil pertumbuhan vegetatif berdasarkan peubah yang diamati memiliki kecenderungan lebih rendah daripada perlakuan dengan pemberian pupuk anorganik, namun lebih tinggi dari perlakuan tanpa pemberian pupuk anorganik dan pada media tanpa pencampuran pupuk kandang. Hal tersebut tercermin pada rata-rata tinggi tanaman mencapai $22,18 \pm 1,36$ cm; rata-rata diameter batang tanaman mencapai $0,63 \pm 0,09$ cm; rata-rata jumlah daun tanaman mencapai $4,2 \pm 0,29$ cm; dan rata-rata kerapatan stomata tanaman mencapai $153.900 \pm 0,71$ cm. Terkecuali pada parameter luas daun, dicapai $26,73 \pm 2,65$ cm². Nilai tersebut merupakan nilai terendah dari ketiga perlakuan lainnya.

Tingkat Kehijauan Daun dan Estimasi Total Nitrogen

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan pemberian kombinasi MOL bonggol pisang dan Mikoriza tidak berbeda nyata terhadap semua peubah tingkat kehijauan daun dan estimasi kadar nitrogen pada tanaman kelapa sawit.

Hasil pengukuran tingkat kehijauan daun menggunakan SPAD pada bibit kelapa sawit diperoleh, yaitu pada pengamatan 12 minggu setelah

penanaman kecambah, yaitu pada perlakuan P0 $44,91 \pm 10,90$ cm; P1 $49,81 \pm 21,51$; P2 $60,59 \pm 1,48$; P3 $50,17 \pm 18,27$.

Hasil perhitungan estimasi kandungan N pada bibit kelapa sawit pada waktu pengamatan 12 minggu setelah penanaman kecambah, diperoleh yaitu pada perlakuan P0 $1,94 \pm 0,29$ cm; P1 $2,08 \pm 0,58$; P2 $2,37 \pm 0,04$ cm; P3 $2,09 \pm 0,49$.

Hasil penelitian pada Tabel 5, menunjukkan bahwa pemberian perlakuan pupuk anorganik memberikan pengaruh yang tertinggi pada parameter tingkat kehijauan daun dan estimasi kadar nitrogen total. Hal tersebut tercermin pada tingkat kehijauan dicapai yaitu sebesar $60,59 \pm 1,48$ dan estimasi kadar N total sebesar $2,37 \pm 0,04$.

Tabel 5 Rata-rata Tingkat Kehijauan Daun dan Estimasi Total N Bibit Tanaman Kelapa Sawit Pada 12 MST

Komposisi Media	Tingkat Kehijauan Daun (SPAD Readings)	Estimasi Total N (%)
P0	$44,91 \pm 10,90^a$	$1,94 \pm 0,29^a$
P1	$49,81 \pm 21,51^a$	$2,08 \pm 0,58^a$
P2	$60,59 \pm 1,48^a$	$2,37 \pm 0,04^a$
P3	$50,17 \pm 18,27^a$	$2,09 \pm 0,49^a$

Keterangan: MST = Minggu Setelah Tanam

Pemberian MOL bonggol pisang dan mikoriza memperlihatkan bahwa tingkat kehijauan daun dan estimasi kadar nitrogen total memiliki kecenderungan lebih rendah daripada perlakuan dengan pemberian pupuk anorganik, namun lebih tinggi daripada perlakuan tanpa pemberian pupuk anorganik dan pada media tanpa pencampuran pupuk kandang. Hal tersebut tercermin nilai tingkat kehijauan daun yang dicapai sebesar $50,17 \pm 18,27$ dan estimasi kadar nitrogen total sebesar $2,09 \pm 0,49$.

Komposisi Kimiawi dan Mikroba Pada Sampel Pupuk Organik Cair Bonggol Pisang

Hasil analisis kandungan mikroba pada sampel pupuk organik cair bonggol pisang (Tabel 6) memperlihatkan bahwa pada pupuk cair tersebut terdapat bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan bakteri selulolitik, aktivitas perombak bahan organik yang positif. Namun tidak ditemukan adanya jamur pelarut fosfat. Jumlah bakteri penambat N yaitu sebanyak 341×10^5 cfu.ml⁻¹, bakteri pelarut P sebanyak $2,71 \times 10^6$ cfu.ml⁻¹ dan bakteri selulolitik sebanyak $7,18 \times 10^6$ cfu.ml⁻¹. Adapun tingkat keasaman dari pupuk organik cair yang berasal dari MOL bonggol pisang ini tergolong tinggi. Nilai pH dari pupuk organik cair tersebut adalah 3,62.

Tabel 6 Komposisi Kimiawi dan Mikroba Pada Sampel Pupuk Organik Cair Bonggol Pisang

Mikroba	Jumlah (cfu.ml ⁻¹)	Hasil Analisis
Bakteri Penambat N	341 x 10 ⁵	
Bakteri Pelarut P	2,71 x 10 ⁶	
Bakteri Selulolitik	7,18 x 10 ⁶	
Fungi Pelarut P	ttd	
Aktivitas Perombak Bahan organik		Positif
pH		3,62

Sylvia Madusari

Kajian Pemberian Mikroorganisme Lokal Bonggol Pisang dan Mikoriza Pada Media Tanam Terhadap Karakter Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Analisis Kimia Media Tanam

Hasil analisis kandungan hara dan kapasitas tukar kation media tanam yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8. Pada Tabel 7 memperlihatkan bahwa pemberian pupuk kandang pada media tanam (P1, P2, P3) dapat meningkatkan kadar Karbon (C), Nitrogen (N), Fosfor (P), Magnesium (Mg), Kalium (K) dan Kapasitas tukar kation (KTK), pada media tanam kelapa sawit. Sedangkan, rasio C/N mengalami penurunan dari 11 menjadi 10. Peningkatan kadar hara dalam tanah tersebut tercermin pada nilai yang dicapai yaitu C sebesar 2,81%; N sebesar 0,27%; P 112 mg/Kg; Mg 2,03 cmol/Kg; dan KTK sebesar 18,27 cmol/Kg.

Tabel 7 Karakteristik Kimia Media Tanam Sebelum Penelitian

Karakteristik Kimia	Media Tanam	
	P0	P1, P2, P3
C (%)	0,42	2,81
N (%)	0,04	0,27
C/N	11	10
P (mg/Kg)	35	112
Mg (cmol/Kg)	1,33	2,03
K (cmol/Kg)	0,36	6,77
KTK (cmol/Kg)	9,56	18,24
Kejenuhan Basa (%)	>100	>100

Tabel 8 Karakteristik Kimia Media Tanam Pada 12 MST

Karakteristik Kimia	Media Tanam			
	P0	P1	P2	P3
C (%)	0,32	3	3,42	3,28
N (%)	0,03	0,25	0,25	0,24
C/N	11	12	14	14
P (mg/Kg)	34	119	117	117
Ca (cmol/Kg)	6,51	10,03	10,67	10,15
Mg (cmol/Kg)	1,47	4,37	4,4	4,15
Na (cmol/Kg)	0,01	0,01	0,02	0,27
K (cmol/Kg)	0,11	3,08	2,16	2,87
KTK (cmol/Kg)	11,64	15	12,95	12,72
Kejenuhan Basa (%)	70	>100	>100	>100

Keterangan: MST = Minggu Setelah Tanam

Pembahasan

Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kelapa Sawit

Pertumbuhan vegetatif tanaman pada penelitian ini meliputi pengukuran tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun. Hasil analisis tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun disajikan berturut-turut pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3. Hasil analisis statistik pada ketiga parameter tersebut menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair bonggol pisang dan mikoriza pada bibit kelapa sawit tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan dengan pemberian pupuk anorganik dan kontrol terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman kelapa sawit. Hasil pengukuran tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun yang tidak berbeda nyata antar perlakuan secara umum dapat disebabkan karena pada awal pembibitan pertumbuhan bibit tergantung pada cadangan makanan di dalam endosperm. Berkaitan dengan jumlah daun, lebih lanjut Harahap (1994) menyebutkan bahwa penambahan jumlah daun ditentukan oleh sifat genetis tanaman dan lingkungan, yaitu pada tanaman kelapa sawit di pembibitan awal menghasilkan 1 – 2 helai daun setiap bulan.

Pada 4 minggu setelah pengamatan tampak bahwa pemberian pupuk anorganik pada media tanam menghasilkan tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun tertinggi. Namun demikian, pemberian kombinasi pupuk organik cair bonggol pisang dan mikoriza pada media tanam cenderung menghasilkan pertumbuhan bibit kelapa sawit lebih tinggi jika dibandingkan dengan kontrol, yaitu pada bibit kelapa sawit yang ditanam pada media subsoil dan media campuran subsoil dan pupuk kandang. Pemberian kombinasi pupuk organik cair bonggol pisang dan mikoriza cenderung dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara pada media tanam dan meningkatkan unsur hara yang dapat diserap oleh bibit tanaman kelapa sawit. Muharam *et al.* (2011) menyatakan bahwa pemberian pupuk hayati dan pupuk organik memberikan pengaruh yang berbeda terhadap perbedaan kondisi sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Semakin besar pemberian bahan organik cenderung meningkatkan daya dukung tanah terhadap tanaman. Selain itu, pemberian bahan organik dapat meningkatkan komposisi hara di dalam tanah.

Pada pengamatan jumlah stomata pada setiap perlakuan yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa jumlah stomata pada bibit kelapa sawit yang tumbuh pada media tanam dengan pemberian MOL bonggol pisang dan mikoriza (P3) lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemberian MOL bonggol pisang dan mikoriza (P0 dan P1), namun cenderung lebih rendah dibandingkan dengan bibit yang tumbuh pada media tanam dengan pemberian pupuk anorganik (P2). Menurut Kartasaputra (1998) berdasarkan fungsinya stomata paling banyak terdapat pada bagian bawah daun yang berfungsi untuk pertukaran gas dan mencegah kehilangan air, sedangkan stomata bagian atas hanya berfungsi untuk proses fotosintesis saja. Apabila dilihat dari luas daun pada masing-masing perlakuan maka perlakuan P2 memiliki jumlah stomata yang paling banyak dibandingkan perlakuan lainnya, dan hal ini berbanding

lurus dengan luas area daun, yaitu pada perlakuan P2 memiliki luas daun yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Mikoriza berperan dalam membantu meningkatkan efektivitas penyerapan fosfor. Pengamatan pada kondisi media pada akhir perlakuan (12 WAP) menunjukkan bahwa kandungan P pada perlakuan dengan pemberian MOL bonggol pisang dan Mikoriza (P3) lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan pada media tanam yang sama, berupa campuran subsoil dan pupuk kandang, yang tidak diberi tambahan pupuk anorganik maupun mikoriza (P1). Hal ini dimungkinkan adanya pemanfaatan fosfor yang lebih baik oleh tanaman dengan bantuan mikoriza. Namun demikian, perbedaan yang tidak nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya menunjukkan bahwa diduga peran mikoriza belum maksimal terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman kelapa sawit pada awal pembibitan.

Sylvia Madusari

Kajian Pemberian
Mikroorganisme Lokal Bonggol
Pisang dan Mikoriza Pada
Media Tanam Terhadap
Karakter Pertumbuhan Bibit
Kelapa Sawit (*Elaeis
guineensis* Jacq.)

Tingkat Kehijauan Daun dan Estimasi Total Nitrogen

Jumlah klorofil ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat pertumbuhan dan kesuburan tanaman yang nantinya dapat dikaitkan untuk prediksi produksi dari tanaman tersebut (Handayani dkk 2012). SPAD meter atau Klorofil meter adalah alat yang dapat digunakan dilapangan (*portable*) dan mudah penggunaannya untuk mengukur tingkat kehijauan daun atau jumlah klorofil relatif pada daun (Nyi Nyi et al., 2012). Selain itu, Peterson et al., (1993) menyebutkan bahwa terdapat hubungan yang nyata antara jumlah klorofil daun dan kandungan N daun. Penelitian Law et al. (2014) menunjukkan bahwa hasil pembacaan tingkat kehijauan daun dengan menggunakan SPAD berhubungan erat dan memiliki tingkat korelasi yang tinggi dengan kandungan N pada daun di pembibitan kelapa sawit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kehijauan daun pada perlakuan P3 dengan pemberian MOL Bonggol pisang dan Mikoriza, lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan dengan pemberian pupuk anorganik, namun cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan pada media tanpa penambahan pupuk anorganik dan juga kombinasi MOL dan mikoriza. Hal tersebut juga sejalan dengan estimasi kadar N (Table 4) dan juga hasil uji laboratorium (Table 5) pada sampel tanah media tumbuh kepala sawit. Kadar N pada perlakuan dengan pemberian MOL bonggol pisang dan mikoriza, lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan dengan pemberian pupuk anorganik, dan Kadar N tersebut cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan pada media tanpa penambahan pupuk anorganik dan juga kombinasi MOL dan mikoriza. Sampson *et al.* 2003 menyebutkan bahwa kadar klorofil dapat dijadikan indikator yang sensitif pada kondisi fisiologis suatu tumbuhan karena kandungan klorofil berkorelasi positif dengan kandungan nitrogen daun. Pemberian mikroorganisme lokal dapat meningkatkan kadar klorofil pada tanaman.

Analisis Kimiawi Media Tanam

Media tanam campuran subsoil dan pupuk kandang yang dipakai sebelum dilakukan perlakuan mengandung C/N ratio pada angka 10 atau memiliki C/N ratio kategori sedang, untuk kandungan C 2,81 %; N 0,27%; P 112 mg/Kg; K 6,77 cmol/Kg; Mg 2,03 cmol/Kg; dan memiliki Kapasitas Tukar Kation (KTK) 18,24 cmol/Kg. Menurut Balai Penelitian Tanah media tanam ini termasuk kategori media tanam yang sedang untuk pembibitan.

Penambahan kotoran sapi pada media tanam dapat memberikan perubahan nisbah C/N pada media tanam sebagai penyedia unsur hara bagi tanaman. Pada penelitian ini kondisi media tanam sebelum digunakan dalam penelitian, yaitu media tanam subsoil tanpa penambahan kotoran sapi memiliki nilai nisbah C/N 11, sedangkan media tanam subsoil dengan penambahan kotoran sapi memiliki nilai nisbah C/N 10 (Tabel 6). Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa perlakuan dengan pemberian pupuk organik cair bonggol pisang dan mikoriza meningkatkan nisbah C/N menjadi 14. Ibrahim dan Jaafar (2011) dalam penelitiannya memperlihatkan bahwa nisbah C/N memiliki korelasi yang positif dengan parameter fotosintesis. Pada penelitiannya dikemukakan bahwa peningkatan nisbah C/N dapat meningkatkan kapasitas fotosintesis pada *L. pumila*. Lebih spesifik lagi disebutkan bahwa peningkatan nisbah C/N sejalan dengan meningkatkan kapasitas fotosintesis pada pembibitan *L. pumila*. Pemanfaatan kotoran sapi telah banyak dilakukan dalam bidang pertanian untuk memperbaiki struktur tanah (*aggregation*), sehingga dapat mengikat unsur hara dan air dengan lebih baik, dan menyebabkan media tanam menjadi lebih subur. Kotoran sapi juga mengandung nitrogen dan menyediakan unsur lain yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman (Uwumarongie-Iiori *et al.* 2012).

Pada penelitian ini kondisi media tanam sebelum digunakan dalam penelitian, yaitu media tanam subsoil tanpa penambahan kotoran sapi memiliki nilai P 35 mg/kg, sedangkan media tanam subsoil dengan penambahan kotoran sapi memiliki nilai P 112 mg/Kg (Tabel 6). Aplikasi pupuk kandang dapat meningkatkan kadar bahan organik dalam tanah. Proses dekomposisi bahan organik pada tanah selanjutnya menghasilkan asam-asam organik bermuatan negatif yang mampu meningkatkan ketersediaan P dalam tanah melalui pelepasan P yang diikat oleh aluminium (Hidayat *et al.* 2011) . Aplikasi bahan organik mampu menekan Al melalui pengikatan Al oleh asam-asam organik yang dihasilkan dan berdampak pada peningkatan P tersedia melalui pelepasan P dari ikatan Al-P (Sutarta *et al.* 2003).

Tampak pada penelitian ini (Tabel 6) bahwa dengan penambahan pupuk kandang terdapat peningkatan kadar unsur hara yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Pada media tanam yang diberi pupuk kandang memiliki kandungan N 0,27%; P 112 mg/Kg; K 6,77; Mg 0,75; dan nilai kapasitas tukar kation (KTK) 18,29 cmol/Kg.

Dampak Aplikasi Mikoriza dan MOL Bonggol Pisang terhadap Kandungan Hara Media Tanam

Kandungan C-organik pada perlakuan media tanaman dengan pemberian MOL bonggol pisang tampak lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya dan juga kontrol. Hal ini dapat disebabkan akibat banyaknya bahan organik yang dapat membuat aktivitas mikroorganisme meningkat sehingga banyak CO₂ dihasilkan dan dilepaskan, sehingga terjadi penurunan C-organik. Waktu fermentasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah 7 hari. Lama waktu fermentasi mempengaruhi mutu dari MOL (mikroorganisme lokal). Hasil penelitian Faridah et.al. (2014) menunjukkan bahwa MOL bonggol pisang yang difermentasi selama 7 hari memiliki kandungan mikroorganisme yang lebih sedikit dibandingkan dengan pupuk cair organik komersial. Lebih lanjut disebutkan dalam Juanda et al. (2011) bahwa total mikroorganisme tertinggi dicapai pada waktu fermentasi selama 3 minggu. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait lamanya waktu fermentasi MOL bonggol pisang dikaitkan dengan aplikasinya pada media tanaman terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit.

Pemberian pupuk kandang dapat meningkatkan hara N, P dan K pada media tanam. Tampak pada analisis tanah di awal penelitian bahwa pemberian pupuk kandang meningkatkan kadar N menjadi 0,27 %; kadar P menjadi 112 mg/Kg; dan kadar K menjadi 6,77 cmol/Kg (Tabel 5). Mikoriza adalah cendawan yang secara alamiah bersimbiosis dengan kelapa sawit dan inokulasi mikoriza terseleksi dapat menyebabkan peningkatan efisiensi pemupukan P. Ekamaida (2008) menyebutkan bahwa mikroba yang berkemampuan tinggi melarutkan P, umumnya juga berkemampuan tinggi melarutkan K. Pada akhir perlakuan, aplikasi Mikoriza dan MOL bonggol pisang pada media tanam (P3) memperlihatkan bahwa hara pada media tanaman, khususnya P masih tergolong tinggi, yaitu pada awal penelitian sebesar 112 mg/Kg dan pada akhir penelitian menjadi 117 mg/Kg. Kandungan hara P yang tinggi pada akhir penelitian diduga karena peran mikoriza dan MOL bonggol pisang dalam menyediakan unsur P pada media tanam. Hasil penelitian Widiastuti et al., (2003) menyebutkan bahwa simbiosis mikoriza pada tanaman kelapa sawit dapat meningkatkan serapan P melalui perbaikan sistem perakaran tanaman sawit dan melalui aktivitasnya dalam memineralisasi P organik tanah. Penambahan MOL bonggol pisang diharapkan mampu meningkatkan ketersediaan P pada media tanam. Penelitian Ngamau *et al.* (2012) menyatakan bahwa hasil isolasi dan identifikasi bakteri endofit pada tanaman pisang terdapat jenis-jenis bakteri yang berperan sebagai bakteri pelarut fosfat dan bakteri pengikat nitrogen bebas sehingga memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai pupuk hayati (biofertilizer). Isolat *Rahnella* dan *Pseudomonas* merupakan mikroba yang potensial sebagai biofertilizer untuk produksi pisang yang berkelanjutan. Analisis kandungan mikroba pada MOL bonggol pisang yang digunakan pada penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat kandungan bakteri penambat N sebanyak 341×10^5 cfu.ml⁻¹, bakteri

Sylvia Madusari

Kajian Pemberian
Mikroorganisme Lokal Bonggol
Pisang dan Mikoriza Pada
Media Tanam Terhadap
Karakter Pertumbuhan Bibit
Kelapa Sawit (*Elaeis
guineensis* Jacq.)

pelarut P sebanyak $2,71 \times 10^6$ cfu.ml⁻¹, dan bakteri selulotik sebanyak $7,18 \times 10^6$ cfu.ml⁻¹ (Tabel 4).

Fosfor (P) adalah unsur hara yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah besar (Makronutrien) yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Tanaman menyerap P dari tanah dalam bentuk ion fosfat, terutama H₂PO₄⁻ dan HPO₄²⁻, yang terdapat dalam larutan tanah. Pemanfaatan P oleh tanaman seringkali kurang efisien, karena P dapat bersenyawa dalam bentuk Al-P, Fe-P ataupun Ca-P. Hal ini menyebabkan unsur P tetap berada di dalam tanah dan penyerapan unsur P oleh tanaman menjadi tidak efisien. Adanya kandungan bakteri pelarut fosfat pada MOL bonggol pisang diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan P bagi tanaman. Bakteri pelarut P dapat melepaskan ikatan P dari mineral liat dan menyediakannya bagi tanaman. Elfiati (2005) menyebutkan bahwa pemanfaatan mikroba pelarut P sebagai pupuk hayati mampu membantu meningkatkan kelarutan P yang terjerap. Selain itu, mikroba pelarut P dapat menghalangi terjerapnya P oleh unsur-unsur penjerap dan mengurangi toksisitas Al³⁺, Fe³⁺ dan Mn²⁺ terhadap tanaman pada tanah masam. Pada jenis-jenis tertentu mikroba ini dapat memacu pertumbuhan tanaman karena menghasilkan zat pengatur tumbuh seperti asam Indolasetat (IAA) dan Asam Giberelin (GA3).

Nitrogen (N) adalah jenis unsur hara makro yang sangat penting bagi proses pertumbuhan vegetatif tanaman. Aktivitas pertumbuhan vegetatif tanaman seperti pembelahan, pembesaran dan diferensiasi sel antara lain disebabkan karena adanya ketersediaan N bagi tanaman. Nitrogen merupakan komponen penyusun klorofil, asam amino dan protein yang merupakan bagian penting dalam sel. Syam'un et al. (2012) menyatakan dalam penelitiannya menyatakan bahwa N sangat dibutuhkan oleh tanaman pada awal pertumbuhan. (Gardner et al. (1991) menyebutkan bahwa salah satu faktor lingkungan biologis yang dapat meningkatkan ketersediaan N bagi tanaman adalah dengan pemanfaatan bakteri penambat N₂. Kandungan bakteri penambat N pada MOL bonggol pisang yang diaplikasikan pada penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen pada media tanam. Lebih spesifik lagi dinyatakan dalam Rao (1994) bahwa inokulasi *Azotobacter* sp atau *Azospirillum* pada tanah efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman budidaya. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan identifikasi jenis bakteri penambat N pada MOL bonggol pisang yang diaplikasikan pada penelitian ini.

Seperti halnya pada penelitian Ngamau et al. (2012) yang menyatakan bahwa bakteri endofit tanaman pisang dapat dimanfaatkan sebagai biofertilizer karena memiliki bakteri yang berperan sebagai bakteri pelarut fosfat dan penambat nitrogen bebas, maka MOL bonggol pisang dari hasil penelitian ini memiliki potensi sebagai biofertilizer. Hal ini terlihat dari kandungan mikroba yang terdapat pada MOL bonggol pisang, yaitu selain mengandung bakteri penambat N juga mengandung bakteri pelarut P dan bakteri selulotik. Kandungan bakteri selulotik diharapkan dapat membantu mendekomposisi kandungan selulosa yang terdapat pada kotoran sapi yang digunakan sebagai bahan campuran pada

media tanam bibit kelapa sawit. Kotoran sapi mengandung kadar serat yang tinggi seperti selulosa, memiliki nilai rasio C/N > 40. Nilai rasio C/N yang tinggi tersebut dapat menekan pertumbuhan tanaman, sehingga perlu dilakukan proses dekomposisi agar tanaman tidak kekurangan N. Mikroba dekomposer akan menggunakan N yang tersedia untuk mendekomposisi bahan organik. Rasio C/N pada perlakuan dalam penelitian ini berada pada nilai kurang dari 20 (< 20). Kotoran sapi dengan rasio C/N dibawah 20 menunjukkan bahwa terjadi proses dekomposisi yang dapat memaksimalkan penggunaan pupuk kandang sapi dalam mendukung pertumbuhan tanaman (Nugraha, 2010). Menindaklanjuti penelitian ini, perlu dilakukan penelitian karakterisasi dan identifikasi bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan bakteri selulolitik yang terdapat pada MOL bonggol pisang. Selain itu perlu dilakukan penelitian terkait dengan kombinasi mikoriza dan MOL bonggol pisang yang optimal dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit.

Sylvia Madusari
Kajian Pemberian
Mikroorganisme Lokal Bonggol
Pisang dan Mikoriza Pada
Media Tanam Terhadap
Karakter Pertumbuhan Bibit
Kelapa Sawit (*Elaeis
guineensis* Jacq.)

Kesimpulan

Pemberian kombinasi MOL bonggol pisang dan Mikoriza pada media tanam tanpa pupuk anorganik menghasilkan peningkatan pada parameter tingkat kehijauan daun dan kerapatan stomata jika dibandingkan dengan kontrol, namun demikian masih lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan pemberian pupuk anorganik. Hasil terbaik pada pertumbuhan vegetatif dan respons fisiologis tanaman dihasilkan pada media tanam dengan penambahan dosis 100% pupuk anorganik. Perlu dilakukan penelitian labih lanjut terkait dengan aplikasi kombinasi mikoriza dan MOL bonggol pisang yang optimal dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada: (1) Lembaga Penelitian dan Pengembangan Masyarakat (LPPM) Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi yang telah mendanai penelitian ini; (2) Sdr. Zul Padli Dalimunthe, A.Md. dan Angga Rama Putra, A.Md. yang telah banyak membantu peneliti dalam pelaksanaan dan pengumpulan data di lapangan; (3) Bapak Toto Suryanto sebagai Kepala Program Studi Budidaya Perkebunan Kelapa Sawit Politeknik Citra Widya Edukasi yang memberi kemudahan pelaksanaan pengkajian di lapangan.

Daftar Pustaka

Aryantha, I., P. Nyoman, R. Noorsalam, Nganro, E. Sukrasno, & Nandina. (2002). *Pengembangan dan Penerapan Pupuk Mikroba dalam Sistem Pertanian Organik*. Bandung: Pusat Penelitian Antar Universitas Ilmu Hayati LPPM-ITB.

- Blal, B., Morel, C., Gianinazzi-Pearson, V., Fardeau, J.C., & 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). *Biol. Fertil. Soils*, 9, 43-48.
- Cozzolino, V., Meo, V.D., & Piccolo, A. (2013). Impact of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Applications of Maize Production and Soil Phosphorus Availability. *Journal of Geochemical Exploration*, 129, 40-44.
- Ekamaida, (2008). Pengelolaan Lahan Pertanian Ramah Lingkungan Dengan Sistem Intensifikasi Tanaman Padi Melalui Pemanfaatan Mikroorganisme Lokal (MOL) Dalam Pembuatan Kompos (Studi Kasus di Desa Sidodadi Kabupaten Deli Serdang). *Tesis*. Medan: USU.
- Elfiati, D. (2005). *Peranan Mikroba Pelarut Fosfat Terhadap Pertumbuhan Tanaman*. Medan: Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian USU.
- Faridah, A., Sumiyati, S., & Handayani, D.S. (2014). Studi Perbandingan Pengaruh Penambahan Aktivator Agri Simba dengan MOL Bonggol Pisang Terhadap Kandungan Unsur Hara Makro (CNPk) Kompos Dari Blotong (Sugarcane Filter Cake) Dengan Variasi Penambahan Kulit Kopi. *Jurnal Lingkungan Universitas Diponegoro*, 3(1).
- Gardner, F.P., Pierce, R.B., & Mitchel. (1991). *Physiology of Crop Plants*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Harahap, R. (1994). Pengaruh Pemupukan Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit. *Menara Perkebunan*. Bogor: Pusat Penelitian Perkebunan.
- Hidayat, F., & Rahutomo, S. (2011). Pengaruh Bahan Pembenh Tanah Kombinasi Pupuk Ca dengan Bahan Organik Terhadap Perubahan Sifat Kimia Tanah Masam. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 19(3), 109-113.
- Hutagalung, W.J., Siagian, B., & Silitonga, S. (2013). Respons Pertumbuhan Bibit Kakao Pada Media Subsoil Aluvial Dengan Pemberian Pupuk Hayati Biokom dan Kompos TTKS. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(2).
- Ibrahim, M.H., & Jaafar, H.Z.E. (2011). Enhancement of Leaf Gas Exchange and Primary Metabolites under Carbon Dioxide Enrichment U-Regulates the Production of Secondary Metabolites in *Labisia pumila* Seedlings. *Molecules*, 16, 3761-3777.
- Indrayati, N.K.I., Nurhidayati, T., & Purwani, K.I. (2012). Pengaruh Rhizobium dan Mikoriza Indigenus Labang, Kabupaten Bangkalan, Madura Terhadap Pertumbuhan Kacang Tanah (*Arachis hypogea*). http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-25913-1507100044-paper_INDRAYATI.pdf
- Juanda, Irfan, & Nurdiana. (2011). Pengaruh Metode dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu MOL (Mikroorganisme Lokal). *Jurnal Flotarek THP Fakultas Pertanian Unsyiah*, 6, 140-143.
- Law, C.C., Zaharah, A.R., Husni, M.H.A, & Akmar, S.N. (2014). Leaf Nitrogen Content in Oil Palm Seedlings and their Relationship to SPAD Chlorophyll Meter Readings. *Journal of Oil Palm, Environment & Health (JOPEH) Malaysian Palm Oil Council*, 5:8-17.
- Lichtenthaler, H.K., & Wellburn, A.R. (1985). Determination of total carotenoids and chlorophylls A and B of leaf in different solvents. *Biol. Soc. Trans*, 11, 591-592.

- Muharam, Jannah, A., & Rahayu, Y.S. (2011). Upaya-Upaya Peningkatan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Inpari 1 Melalui Penggunaan Kombinasi Pupuk Hayati, Bahan Organik, dan Pupuk Anorganik. *Solusi*, 9(19).
- Nugraha, M N. (2010). Kajian Penggunaan Pupuk Organik dan Jensi Pupuk N Terhadap Kadar N Tanah, Serapan N dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Pada Tanah Litosol Gemolong. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Ngamau, C.N., Matiru, V.N., Tani, A., & Muthuri, C.W. (2012). Isolation and Identification of Endophytic Bacteria of Banana (*Musa* spp.) in Kenya and their potential as biofertilizers for sustainable banana production. *African Journal of Microbiology Research*, 6(34), 6414-6422.
- Novriani, (2010). Inokulasi Mikoriza Arbuskular Pada Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Yang Ditanam pada Berbagai Komposisi Media Tanam, *AgronobiS*, Vol. 2, No. 4, 30 – 42
- Nyi Nyi, Sridokchan, W., Chai-arree, W., & Srivines, P. (2012). Nondestructive Measurement of Photosynthetic Pigments and Nitrogen Status in *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) by Chlorophyll Meter. *The Philippine Agricultural Scientist*, 95 (2), 139-145.
- Otitoju, O., & Onwurah, I.N.E. (2010). Chlorophyll contents of oil palm (*Elaeis Guineensis*) leaves harvested from crude oil polluted soil: a shift in productivity dynamic. *Annals of Biological Research*, 1(4), 20-27.
- Rao, N.M.S. (1982). *Biofertilizers in Agriculture*. New Delhi: Oxford & BH Publishing Co.
- Rillig, M.C., & Mummey, D.L. (2006). Mycorrhiza and soil structure. *New Phytol*, 17(1), 41-53. Doi:10.1098/rspb.2011.1550.
- Same, M. (2011). Serapan phosphate dan Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit pada Tanah Utisol Akibat Cendawan Mikoriza Abuskula. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 11(2), 69-76.
- Sampson, P.H., Zarco, T.P., Mohammed, G.H., Miller, J.R., & Noland, T. (2003). Hyperspectral Remote Sensing of Forest Condition: Estimating Chlorophyll Content in Tolerant Hardwoods. *Forest Science*, 49(3), 381-391.
- Sari, D.N., Kurniasih, S., & Rostikawati, R.T. (2012). Pengaruh pemberian mikroorganisme lokal (MOL) bonggol pisang nangka terhadap produksi Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Skripsi*. Bogor: Universitas Pakuan.
- Siregar, M. (2012). Pengaruh Dosis Inokulasi Mikoriza Vesikular Arbuskular dan Macam Media Tanam Pada Pembibitan Awal Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Thesis*. Yogyakarta: UPN Veteran.
- Sunarti, R., Ika, S., Syekhfani, & Abdul, L.A. (2004). Peranan Jamur Mikoriza Pada Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit dan Pengaruhnya dalam Menekan Kolonisasi Patogen Ganoderma Boninense. *Jurnal Agrivita*, 2, 212-221.
- Sulistiyono, E., Djoefrie, M.H.B., & Heningtyas, I. (1999). Pengaruh Inokulasi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) dan Berbagai Taraf Pupuk P Terhadap Kadar P Daun dan Kualitas Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pembibitan Pendahuluan. *Buletin Agronomi*, 27(2), 1-7.
- Sutarta, E.S., Rahutomo, & Winarna. (2003). Perbaikan Ketersediaan fosfor dalam Tanah Perkebunan Kelapa Sawit melalui Aplikasi Bahan Pembenh Tanah. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 11(2), 75-84.

- Syahbana, S. (2007). Palm Oil and Rubber Plantation Business Prospects. *Prosiding*. Bandar Lampung: Politeknik Negeri Lampung.
- Syam'un, E, Kaimuddin, & Dachlan, A. (2012). Pertumbuhan Vegetatif dan Serapan N Tanaman Yang Diaplikasi Pupuk N Anorganik dan Mikroba Penambat N Non-Simbiotik. *Journal Agrivigor*, 11(2), 251-261.
- Swasono, M.A.H. (2006). *Pengaruh Perlakuan Biji Dan Media Tanam Terhadap Perkecambahan Biji Mahkota Dewa (Phaleria macrocarpa)*. Pasuruan: Universitas Yudharta.
- Uwumarongie-Iiori, E.G, Sulaiman-Iiobu, B.B., Ederion, O., Imogie, A., Imoisi, B.O., Garuba, N., & Ugbah, M. (2012). Vegetatif Growth Performance of Oil Palm (*Elaeis guineensis*) Seedlings in Response to Inorganic and Organic Fertilizers. *Greener Journal Of Agricultural Sciences*, 2(2), 026-030.
- Widiastuti, H., Sukarno, N., Darusman, L. K., Goenadi, D. H., Smith, S., & Guhardja, E. (2003). Aktivitas fosfatase dan produksi asam organik di rhizosfer dan hifosfer bibit kelapa sawit bermikoriza. *Menara Perkebunan*, 71(2), 70-81.