

PENGARUH PERLAKUAN BENIH DAN MEDIA TANAM TERHADAP PENINGKATAN VIGOR BIBIT KAKAO HIBRIDA

THE EFFECTS OF SEED TREATMENT AND GRWOTH MEDIUM TO IMPROVE VIGOR OF HYBRID COCOA SEEDLINGS

*Baharudin¹⁾ dan Rubiyo²⁾

¹⁾ Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara

Jalan Prof. Muh. Yamin No. 89 Kendari Indonesia 93114

*bahar161060@yahoo.com

²⁾ Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi Indonesia 43357

(Tanggal diterima: 8 Januari 2013, direvisi: 5 Februari 2013, disetujui terbit: 20 Februari 2013)

ABSTRAK

Bibit dengan vigor tinggi proses metabolik yang diperlukan untuk pertumbuhan menjadi aktif sehingga menghasilkan tanaman kakao dengan mutu fisiologis, fisik dan patologis yang baik. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh antara perlakuan benih dengan menggunakan *matriconditioning* plus agens hayati dan media tanam untuk meningkatkan kesehatan dan vigor bibit kakao hibrida. Penelitian dilaksanakan di Kebun Induk Benih Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Jember, Laboratorium Benih IPB, Laboratorium dan Rumah Kaca Mikrobiologi Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia Bogor, pada bulan Juli 2009 sampai April 2010. Penelitian terdiri atas dua faktor dengan Rancangan Acak Kelompok. Faktor pertama adalah perlakuan benih dan faktor kedua adalah media tanam. Penelitian menggunakan benih kakao dari hasil persilangan buatan antara UIT 1 x Sca 6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih kakao hibrida yang diperlakukan dengan *matriconditioning* + agens hayati dan ditanam dalam media tanah, pasir, dan kompos (2:1:1) + agens hayati, memiliki pertumbuhan tinggi bibit, bobot kering akar, bobot kering bibit, serta kandungan N dan P pada daun yang lebih tinggi. Benih yang diperlakukan dengan *matriconditioning* + agens hayati menghasilkan pertumbuhan jumlah daun, diameter batang, luas daun, dan panjang akar yang lebih tinggi. Perlakuan media tanah, pasir, dan kompos (2:1:1) + *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 menghasilkan pertumbuhan diameter batang, luas daun, jumlah akar, panjang akar dan kandungan K daun yang lebih tinggi.

Kata Kunci: *Theobroma cacao*, agens hayati, benih hibrida, *matriconditioning*, media tanam

ABSTRACT

Good planting materials both genetically and physiologically are needed to obtain optimal growth and production of cocoa trees. It is however often found suboptimal growth of the crops in the fields be likely due to the cocoa seedlings used are not provided well. A study was carried out to evaluate the effects of seed treatments and growth medium to improve the health and the vigor of cocoa seedlings. The study was conducted at Parent Seed Garden of Indonesian Research Center for Coffee and Cocoa in Jember, IPB Seed Laboratory and Microbiology Laboratory and green house of Indonesian Biotechnology Research Institute for Estate Crops, Bogor, from July 2009 to April 2010. The factors examined consists two factors arranged in a randomized block design with 4 replicates. The first factor is seed treatments, 2 levels: (1) untreated (control) and (2) seedlings treated with *matriconditioning* + bio control agents (*T. harzianum* and *T. pseudokoningii*, density of 10^6 spores/ml). The second factros is growth medium (composition of soil and others) consisting of 6 levels: (1) soil; (2) soil:san (2:1); (3) soil:compost (2:1); (4) soil:sand:compost (2:1:1); (5) soil:compost (2:1) + *T. harzianum* and *T. Pseudokoningii*, density of 10^6 spores/ml; (6) soil:sand:compost (2:1:1) + *T. harzianum* and *T. Pseudokoningii*, density of 10^6 spores/ml each. Results showed that seeds treated with *matriconditioning* + bio control agents planted on growth medium of soil, sand, and compost (2:1:1) + bio control agents yielded better performance in height of seedlings, dry weight of root, dry weight of seedlings, also N and P content in leaf. Seeds treated with *matriconditioning* + bio control agents yielded better performance in number of leaves, stem diameter, leaf area, and root length. Growth medium of soil, sand, compost (2:1:1) + *T. harzianum* and *T. Pseudokoningii* DT/39 treatment yielded better performance in stem diameter, leaf area, number of root, and K content in leaf.

Keywords: *Theobroma cacao*, biological control, hybrid seed, *matriconditioning*, plant medium

PENDAHULUAN

Dalam usaha pengembangan dan budidaya tanaman kakao yang penting diperhatikan adalah penyediaan bahan tanam unggul, lahan yang sesuai, dan penggunaan bahan organik. Kesalahan awal dalam penggunaan bahan tanam dan lahan yang tidak sesuai dapat berdampak sangat luas dan berkepanjangan terhadap keberlanjutan budidaya kakao. Menurut Wibawa dan Baon (2008), ketepatan dalam memilih lingkungan tempat tumbuh berarti telah memperoleh 40% keberhasilan dalam menanam kakao. Selain itu secara alami pemberian kompos dari limbah kakao dapat meningkatkan produktivitas kakao dari 750 kg menjadi 1116 kg/ha/tahun (Anda *et al.*, 2005).

Permasalahan di Indonesia sekitar 50% tanaman kakao telah berumur tua sehingga membutuhkan benih unggul dalam jumlah yang banyak untuk rehabilitasi dan penanaman kembali. Untuk mendapatkan benih bermutu baik memerlukan waktu panen yang tepat karena vigor bibit yang maksimum pada saat benih mencapai masak fisiologis. Permasalahan lain kebun induk benih yang menghasilkan benih unggul masih sangat terbatas, harga benih terus meningkat dan sebesar 65% benih masih diperoleh dari kebun petani sendiri. Pengembangan tanaman kakao masih dihadapkan dengan kondisi lahan dan iklim yang tidak sesuai, serta tingginya gangguan hama dan penyakit. Menurut Baharudin *et al.* (2009) terdapat 13 spesies jamur patogen terbawa benih kakao yang dapat menurunkan vigor benih maupun bibit tanaman kakao. Kendala dalam pengembangan tanaman kakao adalah hama dan penyakit, terutama penyakit terbawa benih yang perlu pengendalian lebih awal, agar tidak berlanjut mengganggu pertumbuhan dan produksi kakao.

Untuk mengatasi permasalahan di atas dalam usaha pengembangan tanaman kakao sejak awal bibit dapat diberikan perlakuan *matricconditioning* plus agens hayati yang dikombinasikan dengan media tanam. Aplikasi perlakuan benih dan media tanam diharapkan mampu menghasilkan bibit tanaman kakao hibrida yang lebih vigor dan sehat. Hasil penelitian pemberian perlakuan benih dengan teknik *matricconditioning* plus agens *Trichoderma harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 (Baharudin *et*

al., 2008) mampu meningkatkan viabilitas dan vigor benih kakao hibrida. Teknik *matricconditioning* dengan penambahan agens hayati juga dapat mengurangi serangan jamur patogen terbawa benih dan memacu pertumbuhan tanaman. Menurut Sri Sukamto *et al.* (1999), pemberian *Trichoderma* spp dengan kerapatan 10^6 - 10^8 spora/ml dapat menekan perkembangan patogen *Rhizoctonia solani* atau penyakit rebah batang pada bibit kopi. Menurut Chet dan Henis (1985), *Trichoderma* dapat menghasilkan antibiotik volatil dan non volatil.

Media tanam sangat penting untuk pertumbuhan awal pada bibit tanaman kakao, karena menggunakan tanah, pasir dan kompos dari kulit buah kakao ditambahkan dengan agens hayati. Media ini mampu menggemburkan tanah pada media, menyediakan nutrisi dan sebagai antifitopatogen pada bibit kakao. Menurut Spillane (1995), kulit buah kakao dapat dimanfaatkan sebagai sumber unsur hara tanaman dalam bentuk kompos, pakan ternak dan sumber pektin. Kulit buah kakao sebagai bahan organik mempunyai komposisi hara dan senyawa yang sangat potensial digunakan sebagai media tumbuh tanaman. Hasil penelitian Abdoellah (1996) dan Prawoto (2008) menunjukkan bahwa pertumbuhan bibit tanaman kopi dan kakao terbaik menggunakan media dengan perbandingan tanah : pasir : bahan organik 2 : 1 : 1 dan agens *Trichoderma*. Pertumbuhan bibit yang baik harus didukung dengan unsur hara dan kandungan bahan organik yang tersedia bagi tanaman. Soedarsono *et al.* (1997) mengemukakan bahwa kadar bahan organik kulit buah kakao lindak sekitar 55,7%. Menurut Didiek dan Yufnal (2004), kompos kulit buah kakao mempunyai pH 5,4, N total 1,30%, C organik 33,71%, P_2O_5 0,19%, K_2O 5,5%, CaO 0,23% dan MgO 0,59%. Dalam penelitian ini kompos dari kulit buah kakao yang dicobakan mengandung pH 5,7, N total 1,09%, C organik 37,36%, P_2O_5 0,24%, K_2O 0,80%, CaO 0,75% dan MgO 0,47%.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan benih dengan *matricconditioning* plus agens hayati dan media tanam untuk meningkatkan kesehatan dan vigor bibit kakao hibrida.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Benih Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember, Laboratorium Benih dan kimia tanah IPB, Laboratorium Mikrobiologi dan Bioproses, serta rumah kaca Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor pada bulan Juli 2009 sampai April 2010.

Bahan penelitian menggunakan benih kakao hibrida dari hasil persilangan buatan UIT 1 X Sca 6 yang dipanen saat masak fisiologis pada umur 160 hari setelah antesis. Buah dibelah melintang dan benih diekstraksi dengan menggunakan arang abu sekam padi. Bahan organik bersumber dari cacahan limbah daging buah dan plasenta kakao yang dikomposkan terlebih dahulu dengan menggunakan agens hayati sebagai bahan aktivator pengomposan. Pengomposan dilakukan dengan menggunakan tiga jenis mikroba. Untuk masing-masing mikroba sebanyak 3 sendok makan dan 10 liter air kemudian dicampurkan dengan cacahan kulit buah dan plasenta kakao dalam kondisi agak kering. Setelah tercampur sempurna dimasukkan ke dalam bak plastik berlubang dan ditutup rapat dengan plastik hitam yang diinkubasi sampai menjadi kompos selama dua minggu pada suhu 40-45 °C.

Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dua faktor dengan empat ulangan. Setiap unit percobaan terdiri dari 24 bibit sehingga seluruhnya digunakan sebanyak 96 bibit. Faktor pertama adalah perlakuan benih terdiri atas dua taraf: 1). Kontrol dan 2). Perlakuan benih dengan *matriconditioning* plus *Trichoderma harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 kerapatan 10^6 spora/ml. Untuk perlakuan kontrol benih langsung ditanam pada polibeg tanpa diberi perlakuan. Pada perlakuan *matriconditioning*, arang sekam padi berukuran 250 μ sebagai *carrier* dengan perbandingan antara benih: *carrier* (arang sekam padi): air adalah 4:2:1 atau 120 g benih kakao, 60 g arang sekam padi, dan 30 ml air + *Trichoderma* spp. kerapatan 10^6 spora/ml. Benih diinkubasi pada suhu ruang 24 °C dan RH 86% selama 5 jam. Selama inkubasi benih diaduk setiap jam, dan inkubasi dihentikan saat terlihat radikula mulai muncul dan hanya benih yang belum memunculkan radikula yang ditanam. Benih yang telah mengalami

conditioning langsung ditanam di media tanam pada polibeg.

Faktor kedua adalah media tanam terdiri atas 6 taraf: (1) tanah, (2) tanah : pasir (2:1), (3) tanah : kompos (2:1), (4) tanah : pasir : kompos (2:1:1), (5) tanah : kompos (2:1) + *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 kerapatan 10^8 spora/ml, dan (6) tanah : pasir : kompos (2:1:1) + *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 10^8 spora/ml. Tanah yang digunakan adalah tanah lapisan permukaan jenis lempung liat berpasir dari lahan BPBPI dengan kedalaman 30 cm, pasir berasal dari pasir kali, dan kompos bersumber dari kulit buah kakao. Kandungan hara yang terdapat pada kompos dan media tanam digunakan sebagai data penunjang yang dianalisis sebelum dan sesudah penelitian di Laboratorium Kimia Tanah IPB (Tabel Lampiran 1).

Bibit kakao dipupuk setiap bulan sesuai dosis anjuran dengan N P K (2:1:2) yaitu untuk tanaman umur 1, 2, 3, 4, dan 5 bulan menggunakan pupuk berturut-turut 1, 2, 3, 4, dan 5 g/bibit. Penyiraman sekali setiap hari mulai dari penanaman benih pada polibeg sampai berkecambah dan tumbuh menjadi bibit selama 45 hari, penyiraman dikurangi 3-5 hari sekali pada umur bibit 2-5 bulan.

Pengamatan pertumbuhan dilakukan setelah bibit berumur 5 bulan. Parameter agronomis yang diukur meliputi jumlah daun, tinggi bibit, diameter batang, luas daun, jumlah akar, panjang akar, bobot kering akar, dan bobot kering tanaman. Untuk analisis jaringan daun tanaman, diambil tiga daun sempurna, yaitu daun ke 2, 3, dan 4 yang berumur 6-10 minggu dari ujung secara seragam dan tidak terdapat serangan hama dan penyakit. Pengambilan contoh daun dilakukan pada akhir penelitian pada saat bibit tidak dalam keadaan muncul daun muda (*flush*) dan pagi hari. Contoh daun dikeringkan dengan oven pada suhu 80 °C selama 24 jam. Jaringan daun dianalisis untuk menentukan kandungan N, P, dan K di Laboratorium Kimia Tanah IPB.

Data yang terkumpul kemudian dianalisis dengan ANOVA menggunakan program SAS, dan dilanjutkan dengan uji selang berganda Duncan pada taraf 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan benih dan media tanam berpengaruh nyata sampai sangat nyata terhadap parameter jumlah daun, diameter batang, luas daun, jumlah akar, panjang akar, bobot kering akar dan kandungan kalium daun. Interaksi perlakuan benih dengan media tanam berpengaruh nyata terhadap tinggi bibit, bobot kering akar, bobot kering bibit, kandungan nitrogen, dan fosfat daun bibit kakao hibrida (Tabel 1).

Interaksi Perlakuan Benih dan Media Tanam

Interaksi antara perlakuan benih dan media tanam berpengaruh nyata terhadap tinggi bibit, bobot kering akar, bobot kering bibit, kandungan nitrogen dan fosfat daun bibit kakao hibrida (Tabel 2). Perlakuan benih menggunakan *matriconditioning* + agens hayati menghasilkan tinggi bibit, bobot

kering akar, bobot kering bibit, kandungan N daun dan P daun yang cenderung lebih tinggi dan nyata dibandingkan kontrol. Di sisi lain perlakuan media tanah, pasir, dan kompos (2:1:1) + agens hayati menghasilkan tinggi bibit, bobot kering akar, bobot kering bibit, kandungan N dan P daun cenderung lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya, meskipun tidak berbeda nyata dengan kontrol setelah ditambahkan perlakuan *matriconditioning* + agens hayati, kecuali kandungan fosfat daun. Perlakuan benih *matriconditioning* + agens hayati dan media tanah, pasir, kompos (2:1:1) + agens hayati cenderung menghasilkan tinggi dan bobot kering bibit, kandungan N daun, dan P daun bibit kakao hibrida yang lebih baik dibanding perlakuan lainnya. Perlakuan tersebut mampu meningkatkan tinggi bibit 41,88 cm, bobot kering akar 5,48 g, bobot kering bibit 13,12 g, kandungan N daun 2,74%, dan P daun 0,61% dibandingkan kontrol.

Tabel 1. Rekapitulasi sidik ragam pengaruh perlakuan benih dan media tanam terhadap vigor bibit kakao hibrida
Table 1. Recapitulation of variance treatment effect on seed and planting media vigor of hybrid cacao seedlings

Variabel	Perlakuan Benih	Perlakuan Media Tanam	Interaksi Perlakuan Benih dengan Media Tanam
Tinggi bibit (cm)	*	**	*
Jumlah daun	*	tn	tn
Diameter batang (mm)	**	*	tn
Luas daun (cm ²)	*	**	tn
Jumlah akar	*	*	tn
Panjang akar (cm)	*	tn	tn
Bobot kering akar (g)	*	**	*
Bobot kering bibit (g)	**	*	*
Kandungan nitrogen daun (%)	*	*	*
Kandungan kalium daun (%)	tn	*	tn
Fosfat daun (%)	*	**	*

Keterangan : ** = nyata pada taraf 1%
* = nyata pada taraf 5%
tn = tidak nyata

Notes : ** = significant at the 1% level
* = significant at the 5% level
tn = not significant

Tabel 2. Pengaruh interaksi antara perlakuan benih dengan media tanam terhadap tinggi bibit, bobot kering bibit, kandungan nitrogen daun, dan fosfat daun bibit kakao hibrida
Table 2. Interaction effect between seed treatment with medium to high planting seedlings, seedling dry weight, leaf nitrogen content, and leaf phosphate hybrid of cacao seedlings

Media tanam	Perlakuan benih	
	Kontrol (tanpa <i>matriconditioning</i>)	<i>Matriconditioning</i> + agens hayati
Tinggi bibit (cm)		
Tanah (kontrol)	23,20 bc	36,76 ab
Tanah : pasir (2:1)	30,82 bb	37,42 ab
Tanah : kompos (2:1)	33,44 bb	38,18 aab
Tanah : pasir : kompos (2:1:1)	33,87 bb	39,66 aab
Tanah : kompos (2:1) + agens hayati	36,55 bab	40,22 aa
Tanah : pasir : kompos (2:1:1) + agens hayati	40,00 aa	41,88 aa
Bobot kering akar (g)		
Tanah (kontrol)	3,34 bc	4,88 aa
Tanah : pasir (2:1)	3,40 bc	4,65 aa
Tanah : kompos (2:1)	4,06 bb	4,60 aa
Tanah : pasir : kompos (2:1:1)	3,94 bb	4,70 aa
Tanah : kompos (2:1) + agens hayati	4,35 aa	4,95 aa
Tanah : pasir : kompos (2:1:1) + agens hayati	4,28 bab	5,48 aa
Bobot kering bibit (g)		
Tanah (kontrol)	7,77 bc	11,85 ab
Tanah : pasir (2:1)	8,32 bc	12,06 ab
Tanah : kompos (2:1)	8,81 bc	12,30 aa
Tanah : pasir : kompos (2:1:1)	9,50 tcb	12,64 aa
Tanah : kompos (2:1) + agens hayati	10,40 bb	12,63 aa
Tanah : pasir : kompos (2:1:1) + agens hayati	12,86 aa	13,12 aa
Kandungan nitrogen daun (%)		
Tanah (kontrol)	2,45 bc	2,60 ab
Tanah : pasir (2:1)	2,46 bc	2,60 ab
Tanah : kompos (2:1)	2,61 ab	2,72 aa
Tanah : pasir : kompos (2:1:1)	2,63 ab	2,72 aa
Tanah : kompos (2:1) + agens hayati	2,67 ab	2,73 aa
Tanah : pasir : kompos (2:1:1) + agens hayati	2,72 aa	2,74 aa
Kandungan fosfat daun (%)		
Tanah (kontrol)	0,49 bb	0,54 ab
Tanah : pasir (2:1)	0,50 bb	0,55 ab
Tanah : kompos (2:1)	0,53 aa	0,55 ab
Tanah : pasir : kompos (2:1:1)	0,52 aa	0,57 ab
Tanah : kompos (2:1) + agens hayati	0,52 aa	0,60 aa
Tanah : pasir : kompos (2:1:1) + agens hayati	0,53 aa	0,61 aa

Keterangan : Kompos (kulit dari buah kakao), agens hayati (*Trichoderma harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39), *matriconditioning* (media padat dari arang abu sekam padi), media tanam (tanah lapisan permukaan sampai pada kedalaman 30 cm, dan pasir kali).
Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama, dan angka-angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak Duncan pada $\alpha = 0.05$.
Notes : *Compost (the skin of the fruit of the cacao)*, *biological agents (Trichoderma harzianum DT/38 and T. pseudokoningii DT/39)*, *matriconditioning (dense medium of charcoal rice husk ash)*, *planting medium (soil surface layer to a depth of 30 cm, and sand times)*.
The numbers followed by the same small letters in the same column, and the numbers followed the same capital letter in the same row are not significantly different according to Duncan range test at $\alpha = 0.05$ level.

Secara biologis perlakuan benih dan media tanam dapat memperbaiki pertumbuhan bibit kakao hibrida. Diduga mikroba yang terdapat pada perlakuan benih maupun media tanam dapat memproteksi dan mengendalikan patogen sehingga memberikan pertumbuhan bibit kakao yang lebih

baik. Menurut Ulhoa *et al.* (1991) dan Zimand *et al.* (1994), *Trichoderma harzianum* dan *Scleroderma columnare* adalah jamur yang dapat menghasilkan kitinase. Kitinase merupakan enzim ekstraseluler yang dihasilkan oleh jamur dan bakteri (Tsujiho *et al.*, 1992) dan berperan penting dalam pemecahan

kitin. Enzim adalah protein yang diproduksi oleh sel hidup dan digunakan untuk mengkatalisis reaksi kimia yang spesifik, sedangkan kitin (homopolimer ikatan β -1,4 dari N-asetilglukosamin) merupakan komponen struktural dari sebagian besar dinding sel jamur patogen (Yanai *et al.*, 1994) dan polisakarida secara struktural terbesar sebagai penyusun utama kerangka luar pada jenis udang atau serangga. Wijaya (2002) menyatakan bahwa kitinase dapat mengkatalisis dan menghidrolisis ikatan β -1,4 homopolimer N-asetilglukosamin menjadi monomer N-asetilglukosamin. Berdasarkan lokasinya, kitinase termasuk enzim ekstraseluler (enzim yang dihasilkan di dalam sel, tetapi dikeluarkan ke media tumbuhnya).

Kombinasi perlakuan benih dengan *matricconditioning* + agens hayati dan media tanam plus agens hayati mampu memberikan pertumbuhan bibit kakao hibrida yang lebih baik dibandingkan kontrol. Hal ini dapat memacu dan mempercepat pertumbuhan awal benih dan berlanjut pada peningkatan vigor benih dan bibit kakao hibrida yang lebih baik. Hasil aplikasi perlakuan benih dan media tanam disajikan pada Gambar 1.

Hasil analisis statistik menunjukkan interaksi yang nyata antara perlakuan benih dengan

matricconditioning + *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 dan media tanah, pasir, kompos (2:1:1) + agens hayati terhadap kandungan N dan P. Hal ini berarti perlakuan benih + agens hayati dan media tanam dengan penambahan kompos + agens hayati dapat memberikan kontribusi penyediaan unsur hara N dan P terhadap pertumbuhan bibit kakao. Sugiyanto *et al.* (2008), mengemukakan bahwa pemberian bahan organik dapat berpengaruh sangat nyata terhadap serapan hara N, K, Ca, Mg, SO_4 dan Cl pada tanaman kakao. Tersedianya unsur hara nitrogen dan fosfat yang didukung dengan perakaran tanaman yang baik dapat berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit kakao hibrida. Menurut Pujiyanto (2004), kadar bahan organik tanah (BOT) yang tersedia sangat berperan penting bagi pertumbuhan tanaman karena sebagai sumber unsur hara terutama N, P, dan S. Hasil penelitian Abdoellah (1996), unsur hara P yang berasal dari bahan organik merupakan sumber P tersedia bagi kebutuhan tanaman. Selanjutnya Soedarsono *et al.* (1997), mengemukakan bahwa pemberian kadar bahan organik sebagai media tumbuh sebesar 6,09% sangat baik untuk penyediaan kandungan hara dan dapat memberikan efek yang positif terhadap pertumbuhan bibit kakao.



Gambar 1. Pertumbuhan bibit kakao hibrida pada berbagai tingkatan perlakuan benih dan media tanam. A. Tanpa perlakuan benih dengan media tanam dan B. Mendapatkan perlakuan benih dengan media tanam

Figure 1. Growth of hybrid cacao seedlings at different levels of seed treatment and planting medium. A. Without seed treatment at planting medium and B. With seed treatment with planting medium

Pemberian pupuk organik dapat berpengaruh terhadap sifat fisika, kimia, dan biologi tanah, serta pertumbuhan dan produksi kakao. Pemberian bahan organik menambah cadangan unsur hara, memperbaiki struktur tanah, dan menambah kandungan bahan organik tanah. Pengaruh penambahan bahan organik dapat memperbaiki sifat kimia tanah di antaranya pH tanah, meningkatkan kandungan C organik, dan KTK tanah karena mempunyai daya jerap kation yang lebih besar dari pada koloid liat dan dapat melepaskan P dari P terfiksasi menjadi P tersedia bagi tanaman (Abdoellah, 1996; Pujiyanto, 2004). Penggunaan pupuk organik sifat fisik, kimia, dan biologi tanah menjadi lebih baik (Pujiyanto, 2004).

Secara biologi kombinasi antara perlakuan benih dan media tanam dapat meningkatkan 3×10^5 sampai 3×10^7 *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 dari 10^6 sampai 10^8 pada media tanam bibit kakao. Selain itu agens *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 ditemukan juga pada bagian jaringan akar, batang, dan daun bibit kakao hibrida. Bahan organik yang digunakan selain mengandung mikroba positif, juga memperbaiki drainase dan aerasi tanah, sebagai penyangga (*buffer*) pH tanah, dan menjadikan hara tersedia untuk bibit kakao hibrida. Bahan organik dari kulit buah kakao yang digunakan mengandung unsur C organik 37,36%, N 1,09%, P 0,24%, dan K 0,80%. Kondisi pH awal media tanam berkisar antara 4,10-5,80. Setelah penambahan bahan organik pH media tanam meningkat menjadi 4,70-7,10 (Lampiran 2).

Kelebihan perlakuan benih dengan *matricconditioning* + agens hayati yang dikombinasikan dengan media tanah, pasir, kompos (2:1:1) + agens hayati selain mengendalikan patogen juga dapat memacu pertumbuhan bibit kakao. Menurut Paul (2007), mekanisme interaksi antara tanaman dan agens hayati dapat berperan aktif dalam memacu hormon pertumbuhan tanaman dan menstimulasi pertumbuhan tanaman dengan mensekresikan hormon tumbuh IAA dan sitokinin. Dalam penelitian ini terlihat dapat memacu vigor benih maupun bibit kakao sejak awal pertumbuhan sampai berumur lima bulan. Kombinasi kedua perlakuan tersebut dapat memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap pertumbuhan bibit kakao hibrida. Menurut Pusat

Penelitian Kopi dan Kakao (2003), media tumbuh untuk pembibitan kakao dapat digunakan campuran tanah lapisan olah, pasir dan pupuk kandang. Media pembibitan yang sesuai memiliki sifat fisik dan kimia yang baik, serta subur dan gembur. Untuk tanah yang memiliki sifat fisiknya berat atau agak berat perlu digemburkan dengan penambahan pasir dan bahan organik. Menurut Soedarsono *et al.* (1997), tanaman kakao agar dapat tumbuh dengan baik memerlukan bahan organik lebih dari 3,5% dan pada kedalaman 0-15 cm.

Kulit buah kakao merupakan salah satu limbah pertanian yang belum banyak dimanfaatkan. Menurut Opeke (1984), kulit buah kakao mengandung protein 9,69%, glukosa 1,16%, sukrosa 0,18%, pektin 5,30%, dan *Theobromin* 0,20%. Hasil penelitian Sutanto dan Utami (1995), tanaman kacang tanah yang ditanam pada tanah kritis dengan menggunakan bahan organik dari limbah tanaman dapat memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan pupuk kimiawi sesuai dengan dosis anjuran.

Produk dekomposisi dari bahan organik juga merupakan sumber energi bagi mikroorganisme tanah. Dengan pemberian bahan organik dapat meningkatkan populasi mikroorganisme tanah. Menurut Buckman dan Brady (1982), populasi mikroorganisme tanah meningkat dengan adanya penambahan bahan organik ke dalam tanah. Peningkatan kadar C-organik tanah berhubungan dengan jumlah mikroorganisme yang mendekomposisi bahan organik. Pemberian *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 dapat meningkatkan C-organik, N, P dan K tersedia, sehingga memacu pertumbuhan bibit kakao hibrida. Pemberian mikroba antagonis *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 mampu memacu pertumbuhan dan berfungsi sebagai pengendali penyakit tanaman (BPBPI, 2008).

Pengaruh Perlakuan Benih

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan benih dengan *matricconditioning* plus agens hayati berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, diameter batang, luas daun, panjang akar, dan bobot kering akar. Dibandingkan kontrol perlakuan benih dengan *matricconditioning* plus agens hayati mampu meningkatkan jumlah daun 21,35,

diameter batang 0,38 mm, luas daun 1,51, diameter batang 0,07 mm, luas daun 94,91 cm² dan panjang akar 3,41 cm (Tabel 3).

Perlakuan benih dengan *matriconditioning* plus *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 dan media tanah, pasir, kompos (2:1:1) plus agens hayati mampu memproteksi dan mengendalikan patogen baik yang terdapat pada benih maupun media tanam. Selain itu dapat memperbaiki keseimbangan hara di dalam tanah, sehingga lebih optimal dalam memacu pertumbuhan bibit kakao hibrida. Benih yang diberi perlakuan *matriconditioning* plus *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 mampu meningkatkan jumlah daun, diameter batang, luas daun, panjang akar, dan bobot kering akar. Peningkatan pertumbuhan tersebut disebabkan serangan patogen dapat terkendali sehingga mampu memperbaiki vigor awal benih dan bibit kakao.

Peningkatan vigor benih dan bibit serta kandungan K daun bibit kakao sejak awal selain serangan patogen dapat terkendali juga ditunjang dengan lingkungan pertumbuhan yang sesuai. Menurut Baharudin *et al.* (2008), pemberian perlakuan benih menggunakan *matriconditioning* plus *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 dapat meningkatkan viabilitas dan vigor awal benih kakao hibrida. Meningkatnya vigor benih dan bibit ini disebabkan benih maupun bibit kakao hibrida tidak terindikasi mengalami kerusakan ataupun terkontaminasi patogen. Vigor benih yang rendah dapat disebabkan oleh kerusakan pada pericarp dan membran, berkurangnya rasio embrio dan endosperma, serta kandungan pati pada saat terjadi imbibisi dan terinfeksi oleh jamur patogen (Wann, 1980; Styer dan Cantliffe, 1983; Parera dan Cantliffe, 1991; Wilson dan Mohan, 1998). Perlakuan benih dengan menggunakan *matriconditioning* plus agens hayati mampu memperbaiki vigor benih dan bibit kakao hibrida. Pertumbuhan bibit yang baik dengan kemampuan vigor yang tinggi, maka bibit sangat baik dan aktif

dalam melakukan proses metabolisme dan fotosintesis.

Pengaruh Perlakuan Media Tanam

Pemberian media tanah, pasir, kompos (2:1:1) plus *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 menunjukkan signifikan terhadap diameter batang, luas daun, jumlah akar, panjang akar, dan kandungan K daun. Perlakuan tersebut mampu meningkatkan jumlah daun 2,1, diameter batang 0,12 mm, luas daun 104,58 cm², jumlah akar 7,69, panjang akar 6,25 cm dan kandungan K daun 1,23%. Perlakuan tersebut dapat meningkatkan pertumbuhan dan kandungan hara daun bibit kakao (Tabel 3).

Secara biologis perlakuan *matriconditioning* + *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 dan media tanah, pasir, kompos (2:1:1) + agens hayati memiliki mikroba penting bagi media pertumbuhan bibit kakao. Media tanam merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bibit kakao hibrida. Penggunaan media tanam yang banyak mengandung bahan organik dan dipadukan dengan agens hayati sangat menguntungkan bagi pertumbuhan bibit kakao hibrida. Hasil penelitian Teoh dan Ramadasan (1978), perbandingan campuran tanah dan pasir atau pupuk organik dapat menghasilkan pertumbuhan bibit kakao yang lebih baik. Dikatakan oleh Wood (1985), di Malaysia banyak perkebunan menerapkan campuran lapisan atas dari tanah liat dan pasir kasar dengan perbandingan 2 : 1. Selanjutnya Erwiyono (1990), penggunaan media tumbuh yang sesuai untuk pertumbuhan bibit kakao dengan campuran tanah dan pupuk kandang 1 : 1, dan tanah podsolik merah kuning yang dicampur pasir dan pupuk kandang dengan perbandingan 2 : 1 : 1. Wahyudi (1986) dan Soetanto (1991), menganjurkan perbandingan tanah dan pupuk kandang 2 : 1 untuk tanah lapisan atas. Permasalahan pupuk kandang masih sulit tersedia, sedangkan kulit buah kakao sangat banyak tersedia pada perkebunan kakao diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai kompos.

Tabel 3. Pengaruh perlakuan benih dan media tanam terhadap jumlah daun, diameter batang, luas daun, jumlah akar, panjang akar dan kandungan kalium daun bibit kakao hibrida
Table 3. Effect of seed treatment and growth medium to the number of leaves, stem diameter, leaf area, number of roots, root length and leaf potassium content of hybrid cacao seedlings

Perlakuan kontrol	Rataan Perlakuan Benih	Media tanam	Rataan Perlakuan Media Tanam
Jumlah Daun			
Kontrol	19,84 b	Tanah (kontrol)	19,48 b
<i>Matriconditioning</i> + agens hayati	21,35 a	Tanah : pasir (2:1)	20,14 ab
		Tanah : kompos (2:1)	19,74 b
		Tanah : pasir : kompos (2:1:1)	21,59 a
		Tanah : kompos (2:1) + agens hayati	21,06 ab
		Tanah : pasir : kompos (2:1:1) + agens hayati	21,58 a
Diameter batang (cm)			
Kontrol	0,31 b	Tanah (kontrol)	0,30 c
<i>Matriconditioning</i> + agens hayati	0,38 a	Tanah : pasir (2:1)	0,31 c
		Tanah : kompos (2:1)	0,33 bc
		Tanah : pasir : kompos (2:1:1)	0,35 bc
		Tanah : kompos (2:1) + agens hayati	0,37 ab
		Tanah : pasir : kompos (2:1:1) + agens hayati	0,42 a
Luas daun (cm²)			
Kontrol	427,80 b	Tanah (kontrol)	445,86 c
<i>Matriconditioning</i> + agens hayati	522,71 a	Tanah : pasir (2:1)	443,67 c
		Tanah : kompos (2:1)	463,58 bc
		Tanah : pasir : kompos (2:1:1)	456,07 bc
		Tanah : kompos (2:1) + agens hayati	491,97 b
		Tanah : pasir : kompos (2:1:1) + agens hayati	550,40 a
Jumlah akar			
Kontrol	32,79 a	Tanah (kontrol)	34,48 b
<i>Matriconditioning</i> + agens hayati	38,28 a	Tanah : pasir (2:1)	31,20 b
		Tanah : kompos (2:1)	34,92 b
		Tanah : pasir : kompos (2:1:1)	34,42 b
		Tanah : kompos (2:1) + agens hayati	36,04 b
		Tanah : pasir : kompos (2:1:1) + agens hayati	42,17 a
Panjang akar (cm)			
Kontrol	39,35 b	Tanah (kontrol)	38,09 b
<i>Matriconditioning</i> + agens hayati	42,76 a	Tanah : pasir (2:1)	39,23 ab
		Tanah : kompos (2:1)	41,63 ab
		Tanah : pasir : kompos (2:1:1)	39,75 ab
		Tanah : kompos (2:1) + agens hayati	43,30 a
		Tanah : pasir : kompos (2:1:1) + agens hayati	44,34 a
Kandungan hara kalium daun (%)			
Kontrol	3,57 a	Tanah (kontrol)	3,19 c
<i>Matriconditioning</i> + agens hayati	3,93 a	Tanah : pasir (2:1)	3,27 c
		Tanah : kompos (2:1)	3,76 b
		Tanah : pasir : kompos (2:1:1)	3,86 b
		Tanah : kompos (2:1) + agens hayati	4,02 ab
		Tanah : pasir : kompos (2:1:1) + agens hayati	4,42 a

Keterangan : Kompos (kulit dari buah kakao), agens hayati (*T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39), *matriconditioning* (media padat dari arang abu sekam padi), media tanam (tanah lapisan permukaan sampai pada kedalaman 30 cm, dan pasir kali).
Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada rataan perlakuan benih dan media tanam pada masing-masing peubah tidak berbeda berdasarkan uji jarak Duncan pada $\alpha = 0.05$.

Notes : Compost (the skin of the fruit of the cacao), biological agents (*Trichoderma harzianum* DT/38 and *T. pseudokoningii* DT/39), *matriconditioning* (dense media of charcoal rice husk ash), planting media (soil surface layer to a depth of 30 cm, and sand times).
The numbers followed the same letter on the average seed treatment and planting media on each variables did not differ according to Duncan range test at $\alpha = 0.05$ level.

Kombinasi perlakuan benih menggunakan *matriconditioning* plus *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 dan media tanah, pasir, kompos (2:1:1) plus agens hayati dapat memproteksi patogen tertular benih (*seed born*) dan tertular tanah (*soil born*). Selain itu unsur hara yang dibutuhkan cukup tersedia bagi pertumbuhan sehingga memacu vigor benih dan bibit kakao hibrida. Hal ini lingkungan tidak tercemar, tidak tersedianya media hama dan penyakit sehingga dapat menekan serangan hama dan penyakit serta sebagai pengganti pupuk organik lainnya. Secara biologis perlakuan benih menggunakan *matriconditioning* + *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 dan media tanah, pasir, kompos (2:1:1) + agens hayati selain mudah dan murah juga ramah lingkungan.

KESIMPULAN

Benih kakao hibrida yang diperlakukan dengan *matriconditioning* + agens hayati dan ditanam dalam media tanah, pasir, dan kompos (2:1:1) + agens hayati, memiliki pertumbuhan tinggi bibit, bobot kering akar, bobot kering bibit, serta kandungan N dan P pada daun yang lebih tinggi.

Benih yang diperlakukan dengan *matriconditioning* + agens hayati menghasilkan pertumbuhan jumlah daun, diameter batang, luas daun, dan panjang akar yang lebih tinggi. Perlakuan media tanah, pasir, dan kompos (2:1:1) + *T. harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39 menghasilkan pertumbuhan diameter batang, luas daun, jumlah akar, panjang akar dan kandungan K daun yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdoellah, S. 1996. Bahan organik, peranannya bagi perkebunan kopi dan kakao. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember* 12 (2): 70-78.
- Anda, M., J. Shamsuddin, C. I. Fauziah, and S. R. Syed Omar. 2005. Improving soil properties and cocoa growth using natural, basalt and composted rice husk. University Putra Malaysia Serdang Selangor. Malaysian International Cocoa Conference 2005. A Malaysian International Cocoa Fair 2005 Event. Sunway Pyramid Convention Centre Kuala Lumpur, Malaysian. p. 25-29.
- Baharudin, S. Ilyas, M. R. Suhartanto, dan A. Purwantara. 2008. Pengaruh lama penyimpanan dan perlakuan benih terhadap peningkatan vigor benih kakao hibrida. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 13 (1): 73-84.
- Baharudin, A. Purwantara, S. Ilyas, dan M. R. Suhartanto. 2009. Isolasi dan identifikasi cendawan terbawa benih kakao hibrida. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 18 (1): 40-46.
- BPBPI. 2008. Mikroba pemacu pertumbuhan tanaman, pendegradasi bahan organik, pelarut hara terikat tanah dan pengendali penyakit tanaman. Hasil Litbang. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor.
- Buckman, H. O. dan N. C. Brady. 1982. Ilmu Tanah. Penerbit Bhatara Karya Aksara. Jakarta. Hlm. 653.
- Chet, I. and Y. Henis. 1985. Trichoderma as a biological control agent against soil borne root pathogens. Ecology and Management of soil borne Plant Pathogens. Proceedings of Section 5 of the fourth International Congress of Plant Pathology. The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota, USA. p. 110-112.
- Didiek, H. G. dan Yufnal Away. 2004. Orgadek, Aktivator Pengomposan. Pengembangan Hasil Penelitian Bioteknologi Perkebunan Bogor.
- Erwiyono. 1990. Pengaruh penambahan pasir pada tanah ultisol terhadap sifat fisik media tanam dan pertumbuhan bibit kakao. *Menara Perkebunan* 58 (3): 74-77.
- Opeke, L. K. 1984. Optimising economic returns (profit) from cacao cultivation through efficient use of cocoa by products. Proseding. 9th International Cocoa Research Conference.
- Parera, C. A. and D. J. Cantliffe. 1991. Improved germination and modified imbibition of shrunken-2 sweet corn by seed disinfection and solid matrix priming. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 120: 128-132.
- Paul, E. A. 2007. Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry. 3rd Edition. United States of America : Elsvier.

- Prawoto, A. A. 2008. Perbanyak Tanaman. Panduan Lengkap Kakao. Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Penebar Swadaya. Informasi Dunia Pertanian Bogor. p. 74-90.
- Pujiyanto. 2004. Perbaikan status bahan organik tanah perkebunan kakao dengan tanaman penutup tanah. *Warta Puslitkoka Jember* 20 (2): 63-76.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. 2003. Pedoman Teknis Budidaya Tanaman Kakao. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember. 103 hlm.
- Soedarsono, S. Abdoellah, dan E. Sulistyowati. 1997. Penebaran kulit buah kakao sebagai sumber bahan organik tanah dan pengaruhnya terhadap produksi kopi dan kakao. *Pelita Perkebunan* 13 (2): 90-99.
- Soetanto. 1991. Persiapan lahan dan pengolahan tanah untuk penanaman kakao. Pertemuan Teknis Budidaya Kakao. Jakarta, 4-5 Maret 1991.
- Spillane, J. 1995. Komoditi Kakao, Peranannya dalam Perekonomian Indonesia. Kanisius. Yogyakarta.
- Sri Sukanto, Y. D. Junianto, E. Sulistyowati, dan L. Sari. 1999. Kefektifan *Trichoderma* spp. sebagai agens pengendali hayati *Rhizoctonia solani* pada bibit kopi. *Pelita Perkebunan* 15 (2): 120-128.
- Styer, R. C. and D. J. Cantliffe. 1983. Changes in seed structure and composition during development and their effects on leakage in two endosperm mutants of sweet corn. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 108: 721-728.
- Sugiyanto, J. B. Baon, dan K. A. Wijaya. 2008. Sifat kimia tanah dan serapan hara tanaman kakao akibat bahan organik dan pupuk fosfat yang berbeda. *Pelita Perkebunan. Jurnal Penelitian Kopi dan Kakao* 24 (3): 188-204.
- Sutanto dan Utami. 1995. Potensi bahan organik sebagai komponen teknologi masukan rendah dalam meningkatkan produktivitas lahan kritis di DIY. Proseding Lokakarya dan Ekspose Teknologi Sistem Usaha Tani dan Alsintan.
- Ulhoa, J. Cirano, and J. F. Peberdy. 1991. Regulation of chitinase synthesis in *Trichoderma harzianum*. *Journal Gen Mikrobiol.* 137: 2163-2170
- Teoh, C. H. dan K. Ramadasan. 1978. Effect on potting media composition on growth and development of young cocoa seedling. International Conference on Cocoa and Coconut. Kuala Lumpur.
- Tsujibo, H, Y. Yoshida, K. Miyamoto, T. Hasegawa, and Y. Inamori. 1992. Purification and properties of two types of chitinases produced by *Alkalophilic actinomycete*. *Bisci. Biotech. Biochem.* 56: 1304-1305.
- Yanai, K., N. Kojima, N. Takaya, H. Horiuchi, and A. Ohta. 1994. Isolation and characterization of twon chitin synthase genes from *Aspergillus nidulans*. *Biosci. Biotech. Biochem.* 58: 1828-1835.
- Wahyudi. 1986. Pemupukan NPK terhadap Pertumbuhan Bibit Coklat (*Theobroma cacao* L.) pada Berbagai Media Tumbuh. Laporan Karya Ilmiah, Jurusan Budidaya Pertanian, Faperta IPB, Bogor. (tidak dipublikasikan).
- Wann, E. V. 1980. Seed vigor and respiration of maize kernels with different endospema genotypes. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 105: 31-34.
- Wibawa A. dan J. B. Baon. 2008. Kesesuaian lahan. Panduan Lengkap Kakao. Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Penebar Swadaya. Informasi Dunia Pertanian Bogor. Hlm. 63-69.
- Wijaya, S. K. S. 2002. Isolasi kitinase dari *Scleroderma columnare* dan *Trichoderma harzianum* isolation of chitinase from *Scleroderma columnare* and *Trichoderma harzianum*). Fakultas MIPA Universitas Jember. *Jurnal Ilmu Dasar* 3 (1): 30-35.
- Wilson, Jr. D. O. and S. K. Mohan. 1998. Unique seed quality problems of sweet corn. *Seed Technology* 20: 176-186
- Wood, G. A. R. 1985. Cocoa. 4th ed., 3rd ed. (London, Longman, 1985).
- Zimand, G., L. Valinsky, Y. Elad, I. Chet, and S. Mantulis. 1994. Use of the RAPD procedure for the identification of *Trichoderma* strains. *Mycol. Res.* 98: 531-534.

Lampiran 1. Beberapa sifat-sifat kimia kompos kulit buah kakao
Appendix 1. Some chemical properties of composted cocoa pods husk

Kompos kulit buah kakao	Kandungan unsur								
	C	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn
(%).....					 (ppm).....		
	37,36	1,09	0,24	0,80	0,75	0,47	11,14	64,00	270,00

Lampiran 2. Beberapa sifat-sifat kimia tanah alfisol
Appendix 2. Some chemical properties of alfisol

No. Kode contoh tanah	pH 1 : 1		Walkley dan black	Kjeldhal	Bray 1	HCl 25%	NNH ₄ OAc pH 7,0	
	H ₂ O	KCl	C-organik (%)	N-Total (%)	P (ppm)		K	KTK (me/100 g)
MT - 1	5,80	4,90	5,43	0,43	94,2	701,4	2,56	28,47
MT - 2	6,20	5,00	1,92	0,22	36,8	300,8	0,82	14,43
MT - 3	7,10	6,40	7,11	0,48	125,0	914,1	10,90	35,88
MT - 4	6,60	5,90	3,36	0,32	82,2	673,1	5,19	18,33
MT - 5	7,10	6,30	6,80	0,46	145,5	982,2	13,81	40,56
MT - 6	6,70	5,70	2,80	0,26	83,9	734,6	5,25	16,77

Keterangan : MT-1 = tanah lapisan permukaan
 MT-2 = tanah lapisan permukaan : pasir (2:1)
 MT-3 = tanah lapisan permukaan : kompos (2:1)
 MT-4 = tanah lapisan permukaan : pasir : kompos (2:1:1)
 MT-5 = tanah lapisan permukaan : kompos (2:1) + agens hayati
 MT-6 = tanah lapisan permukaan : pasir : kompos (2:1:1) + agens hayati

Notes : MT-1 = top soil
 MT-2 = top soil : sand (2:1)
 MT-3 = top soil : compost (2:1)
 MT-4 = top soil : sand : compost (2:1:1)
 MT-5 = top soil : compost (2:1) + biological agents
 MT-6 = top soil : sand : compost (2:1:1) + biological agents