

## Peningkatan vigor kelapa sawit melalui pengayaan kecambah dengan *Trichoderma asperellum*, Cendawan Mikoriza Arbuskular dan *Enterobacter sacchari*

*Increasing of oil palm seedling vigor through seed enrichment with Trichoderma asperellum, Arbuscular Mycorrhizal Fungi, and Enterobacter sacchari*

Esty Puri UTAMI<sup>1)</sup>, Eny WIDAJATI<sup>1\*)</sup>, Endah Retno PALUPI<sup>1)</sup> & Nurita TORUAN- MATHIUS<sup>2)</sup>

1) Ilmu dan Teknologi Benih, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Dramaga, Bogor 16680  
2) PT SMART Tbk, Cijayanti, Babakan Madang, Bogor 16810

Diterima tgl 16 Juni 2017/ disetujui tgl 8 Oktober 2018

### Abstract

*Oil palm is a leading commodity of the plantation sector in Indonesia. Improving the quality of oil palm still be carried out to increase production. Seed technology can be used as an effort to improve the quality of oil palm seeds. The aim of this experiment was to determine the effect of seed enrichment with consortium of three microbes to increase vigor of oil palm seedling in pre nursery stage. The experiment design of this reseach was using completely randomize block design consisted of two factors. The first was seed coating consist of two factors, ie: coated seed and uncoated seed. Second was seed enrichment consist of eight factors, ie: control, enrichment with E. sacchari, arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), T. asperellum, E. sacchari + AMF, E. sacchari + T. asperellum, AMF + T. asperellum, E. sacchari + AMF + T. asperellum. The result showed that enrichment with consortium of three microbes could increase vigor of oil palm seedling based on seedling germination, rate of germination, palm height, and numbers of survival seedling.*

[Keywords: *biological agent, compatibility, diazotroph*]

### Abstrak

Kelapa sawit adalah komoditas unggulan sektor perkebunan di Indonesia. Peningkatan mutu kelapa sawit terus dilakukan agar meningkatkan produksinya. Teknologi benih dapat digunakan sebagai salah satu upaya peningkatan mutu benih kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan pengaruh pengayaan konsorsium tiga mikroba, *E. sacchari*, *T. asperellum* dan cendawan mikoriza arbuskular (CMA) dan pelapisan kecambah terhadap peningkatan vigor bibit kelapa sawit di pre nursery. Percobaan dirancang dengan rancangan acak kelompok dengan dua faktor, yaitu pelapisan dan pengayaan. Pelapisan terdiri dari dua taraf, yaitu dengan pelapisan dan tanpa pelapisan. Pengayaan

terdiri dari 8 taraf, yaitu kontrol, pengayaan dengan *E. sacchari*, CMA, *T. asperellum*, *E. sacchari* + CMA, *E. sacchari* + *T. asperellum*, CMA + *T. asperellum*, *E. sacchari* + CMA + *T. asperellum*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengayaan dengan konsor-sium tiga mikroba dapat meningkatkan vigor bibit kelapa sawit berdasarkan parameter daya tumbuh, kecepatan tumbuh, tinggi bibit, dan jumlah bibit yang hidup.

[Kata kunci: *agen hayati, diazotrop, kompatibilitas*]

### Pendahuluan

Penggunaan teknologi benih dapat menjadi alternatif peningkatan mutu melalui teknik pengayaan dan pelapisan benih. Pengayaan kecambah menggunakan mikroba bermanfaat seperti penambat nitrogen, pelarut fosfat, dan penekan pertumbuhan patogen.

Cendawan mikoriza arbuskular dan *Trichoderma* sp. sudah umum digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan kelapa sawit (Sundram, 2010; Jawak, 2016). Mikroba lain yang juga dapat dimanfaatkan adalah *Enterobacter sacchari*. Bakteri ini merupakan bakteri endofit pada tanaman tebu yang memiliki kemampuan menambat nitrogen dari udara (Zhu *et al.*, 2013). Pemanfaatan *E. sacchari* pada tanaman kelapa sawit berpotensi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, namun masih jarang dilakukan.

Teknologi pelapisan benih dapat menjadi cara untuk menambahkan mikroba pada benih, sehingga mikroba dapat masuk ke dalam benih dan juga menyebar pada lingkungan mikro tempat benih tersebut ditanam. Saipulloh *et al.* (2017) menunjukkan bahan pelapis yang dapat meningkatkan penyerapan fosfat, tinggi tajuk, panjang akar, dan bobot kering bibit kecambah sawit yang telah diperkaya *Burkholderia* sp. adalah CMC 1,5%, CMC 2% + *gypsum*, dan CMC 1% + *talca*. Jawak (2016) melakukan aplikasi mikroba dengan teknik perendaman kecambah selama 1 jam pada

larutan cair *T. asperellum* kemudian dilapisi CMC 1,5%. Hasilnya *T. asperellum* dapat bertahan di akar sampai 12 minggu setelah tanam. Cara ini tergolong efektif, karena mikroba langsung bersentuhan dengan kecambah.

Aplikasi *T. asperellum*, *E. sacchari* dan CMA yang dilanjutkan dengan pelapisan CMC diharapkan dapat meningkatkan vigor bibit kelapa sawit pada tahap *pre nursery*. Aplikasi mikroba-mikroba menguntungkan tersebut secara tunggal sudah dilakukan, namun aplikasi tiga mikroba secara bersamaan belum dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi konsorsium *T. asperellum*, *E. sacchari*, dan CMA terhadap peningkatan vigor bibit kelapa sawit di *pre nursery*.

## Bahan dan Metode

### Bahan tanam

Benih yang digunakan adalah kecambah DxP Tenera berumur 21 hari dari PT Dami Mas Sejahtera, Riau, dengan panjang plumula 1-3 cm dan radikula 2-3 cm. Mikroba yang digunakan adalah *Trichoderma asperellum*, CMA genus *Accaulaspora*, dan *Enterobacter sacchari* koleksi PT SMART Tbk.

### Uji kompatibilitas *T. asperellum* dan *E. sacchari*

Uji ini menggunakan metode Putra dan Giyanto (2014) dengan modifikasi pada komposisi mikroba yang digunakan. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan lima ulangan. Dosis *T. asperellum* dan *E. sacchari* adalah masing-masing satu lup. *T. asperellum* yang digunakan berumur tujuh hari dan *E. sacchari* berumur tiga hari. Pengamatan dilakukan terhadap diameter *T. asperellum* pada kultur ganda dan kontrol, kemudian dihitung luas pertumbuhannya dengan rumus luas lingkaran pada umur kultur 3 dan 6 hari.

### Peningkatan vigor bibit melalui pengayaan kecambah dengan mikroba serta pelapisan

Percobaan ini menggunakan rancangan acak kelompok dengan dua perlakuan, yaitu pengayaan dengan mikroba dan pelapisan CMC 1,5%. Proses pengayaan dilakukan sesuai dengan metode Jawak (2016). Satu ulangan perlakuan terdiri dari 30 kecambah. Volume akuades untuk merendam 90 kecambah adalah 1,5 L.

Dosis CMA yang digunakan adalah 5 g inokulum untuk satu kecambah (5 g inokulum mengandung 132 spora). Inokulum *E. sacchari* dan *T. asperellum* yang digunakan adalah pelet dengan kerapatan  $10^9$  (*E. sacchari*) dan  $10^7$  cfu/mL (*T. asperellum*). Perlakuan terdiri dari kontrol (tanpa mikroba dan tanpa pelapisan), kontrol negatif (tanpa mikroba dan dengan pelapisan CMC 1.5 %), pengayaan kecambah dengan *E. sacchari* tanpa pelapisan dan dengan pelapisan, pengayaan kecambah dengan CMA

tanpa pelapisan dan dengan pelapisan, pengayaan kecambah dengan *T. asperellum* tanpa pelapisan dan dengan pelapisan, pengayaan dengan konsorsium *E. sacchari* dan CMA tanpa pelapisan dan dengan pelapisan, pengayaan dengan konsorsium *E. sacchari* dan *T. asperellum* tanpa pelapisan dan dengan pelapisan, pengayaan dengan konsorsium CMA dan *T. asperellum* tanpa pelapisan dan dengan pelapisan, pengayaan dengan konsorsium *E. sacchari*, *T. asperellum*, dan CMA tanpa pelapisan dan dengan pelapisan.

Kultur mikroba untuk pengayaan mikroba tunggal dibuat dengan cara melarutkan masing-masing inokulum mikroba ke dalam 1,5 L akuades. Kultur konsorsium mikroba dibuat dengan cara melarutkan dua atau tiga jenis inokulum mikroba sesuai perlakuan ke dalam 1,5 L akuades yang sama. Setelah pengayaan, kecambah dilapisi CMC 1,5% menggunakan mesin pelapis benih AGH 2016, dengan kecepatan 25 rpm selama  $\pm$  3 menit. CMC disemprotkan secara manual pada kecambah. Setelah terlapisi sempurna kecambah dikering-anginkan selama  $\pm$ 30 menit, kemudian ditanam dalam polibag ukuran 21 x 15 cm yang sudah berisi media top soil. Polibag kemudian diletakkan di atas bedengan.

Pengamatan dilakukan terhadap parameter daya tumbuh, kecepatan tumbuh, tinggi bibit, bobot kering tajuk, bobot kering akar, panjang akar, persen tanaman hidup pada 3 BST dan histologi akar. Daya tumbuh (DT) dilihat dari persentase kecambah yang tumbuh menjadi bibit normal pada hari ke-20 dan 30 setelah tanam. Kecepatan tumbuh ( $K_{ct}$ ) dilihat dari jumlah bibit yang sudah tumbuh normal setiap hari sampai hari ke-40 setelah tanam. Tinggi tanaman diukur setiap bulan (Jawak, 2016). Bobot kering tajuk dan akar dilakukan 3 bulan setelah tanam (BST) dengan menimbang bobot kering akar dan bobot kering tajuk yang sudah dioven selama 24 jam pada suhu 80°C (Saipulloh, 2016). Panjang akar diamati setelah 3 bulan penanaman. Panjang akar diukur dari batas atas bonggol hingga ujung akar terpanjang dengan menggunakan penggaris. Pengamatan histologi akar untuk mengamati *Mycorrhiza* dilakukan sesuai metode Simanungkalit (2012). *Mycorrhiza* di akar diamati dengan mikroskop cahaya. Pengamatan *T. asperellum* dilakukan dengan mengambil sampel akar sebanyak 1 g. Akar kemudian disterilisasi dengan merendam akar pada larutan kloroks, alkohol 90%, alkohol 70%, alkohol 50%, dan akuades tiga kali selama masing-masing 3 menit. Akar kemudian digerus hingga halus, setelah itu dilakukan pengenceran berseri hingga  $10^{-7}$  dan penuangan ke cawan. Pengamatan terhadap keberadaan *T. asperellum* dilakukan pada hari ke-7.

Pemupukan menggunakan pupuk NPK dengan dosis 0,5 g pada 5 minggu setelah tanam (MST), 1 g pada 6 MST; 1,5 g pada 7 dan 8 MST, serta

3 g pada 9 dan 11 MST. Penyiraman dilakukan setiap hari dan penyiangan dilakukan apabila gulma sudah mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Data diolah menggunakan analisis sidik ragam dengan program SAS dilanjutkan uji selang berganda Duncan dengan  $\alpha \leq 0,05$ .

### Hasil dan Pembahasan

#### Uji kompatibilitas *T. asperellum* dan *E. sacchari*

Zona bening tidak terlihat selama pengamatan (Gambar 1). Luas pertumbuhan *T. asperellum* tidak berbeda nyata antara kontrol dan kultur ganda (Tabel 1). Hasil pengamatan menunjukkan tidak terbentuk zona bening dan tidak terganggunya pertumbuhan *T. asperellum* dalam kultur ganda menandakan bahwa *T. asperellum* dan *E. sacchari* bersifat kompatibel, sehingga penggabungan keduanya tidak akan menekan pertumbuhan keduanya.

Cendawan mikoriza arbuskular tidak diuji kompatibilitasnya secara *in vitro* dengan *T. asperellum* dan *E. sacchari* pada percobaan ini karena cendawan pada CMA sulit ditumbuhkan dalam media agar. Cendawan mikoriza arbuskular merupakan bentuk simbiosis antara cendawan dengan tumbuhan tingkat tinggi yang terletak pada sistem perakaran. Penggunaan CMA bersamaan dengan *Trichoderma* dalam perkebunan kelapa sawit sudah umum dilakukan. Simanjuntak *et al.* (2013) juga menyatakan bahwa peran CMA sebagai pemacu pertumbuhan pada bibit kelapa sawit baru efektif bila diaplikasikan bersama dengan *Trichoderma* dan pemupukan standar. Keberadaan bakteri lain, seperti penambat nitrogen non simbiosis, menurut Johansson *et al.* (2004), dapat berinteraksi secara sinergis dengan CMA dan memberikan manfaat yang positif bagi pertumbuhan tanaman.

#### Peningkatan vigor bibit melalui pengayaan kecambah dengan mikroba serta pelapisan

Perlakuan pengayaan dan interaksi antara perlakuan berpengaruh terhadap parameter pengamatan daya tumbuh, kecepatan tumbuh, tinggi bibit, dan tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar dan panjang akar. Perlakuan

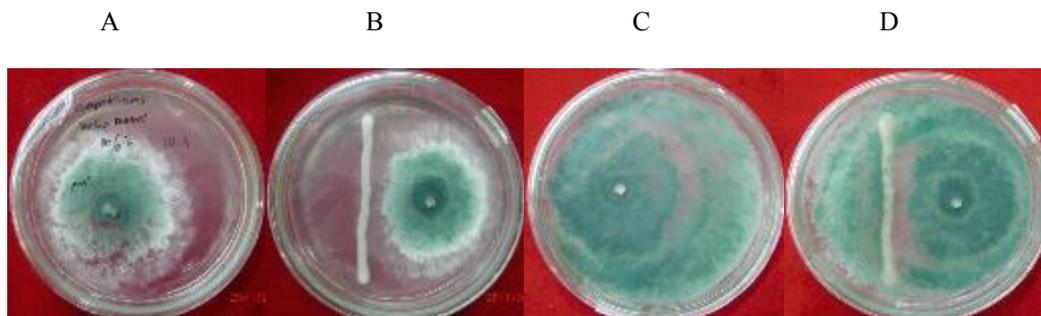
pelapisan hanya berpengaruh nyata terhadap daya tumbuh (Tabel 2).

Interaksi antara pengayaan dan pelapisan berpengaruh nyata terhadap daya tumbuh. Pengayaan dengan konsorsium mikroba baik dilanjutkan dengan atau tanpa pelapisan menunjukkan daya tumbuh yang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan pengayaan satu jenis mikroba. Daya tumbuh tertinggi ialah bibit dengan perlakuan pengayaan CMA + *E. sacchari* tanpa pelapisan, yaitu 98,89%. Perlakuan pelapisan pada umumnya tidak berbeda dengan tanpa pelapisan (Tabel 3).

Daya tumbuh diukur berdasarkan pengamatan terhadap bibit normal umur 1 bulan, yaitu yang sudah memiliki satu daun yang terbuka sempurna. Kriteria lain bibit normal adalah ukuran bibitnya tidak kerdil, daunnya tidak mengkerut, tidak bergulung, dan tidak ada strip kuning. Daya tumbuh ini dihitung pada hari ke-20 dan 30 setelah tanam. Perlakuan kontrol, pengayaan tunggal dengan *E. sacchari*, *T. asperellum*, dan CMA memerlukan waktu yang lebih dari 30 hari agar bibit yang tumbuh sesuai kriteria tersebut lebih dari 90 %.

Interaksi perlakuan pengayaan dan pelapisan berpengaruh sangat nyata terhadap kecepatan tumbuh. Pengayaan kecambah menghasilkan kecepatan tumbuh yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pengayaan, namun pengayaan kecambah yang dilanjutkan dengan pelapisan CMC 1,5% tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan tanpa pelapisan. Bibit dengan perlakuan pengayaan konsorsium *T. asperellum* dan *E. sacchari* tanpa pelapisan memiliki kecepatan tumbuh tertinggi, yaitu 4,31%/etmal (Tabel 4).

Pada umur 1 dan 2 BST, kontrol masih terlihat tinggi dan pengaruh perlakuan belum terlihat. Pada umur 1 BST, tinggi bibit dengan perlakuan tanpa pelapisan pada umumnya lebih tinggi daripada bibit dengan pelapisan. Pada umur 3 BST, pengaruh perlakuan belum berbeda dengan kontrol, namun bibit dengan perlakuan pengayaan konsorsium mikroba dengan dan tanpa pelapisan menunjukkan performa yang cukup bagus (Tabel 5).



Gambar 1. Pertumbuhan *T. asperellum* dan *E. sacchari* pada uji kompatibilitas. A = kontrol hari ke-3; B = kultur ganda hari ke-3; C= kontrol hari ke-6; D = kultur ganda hari ke-6

Figure 1. Growth of *T. asperellum* and *E. sacchari* in compatibility test. A = control day-3; B= double culture day-3; C = control day-6; D = double culture day- 6

Tabel 1. Rerata luas *T. asperellum* pada uji kompatibilitas  
 Table 1. Mean of wide growth *T. asperellum* in compatibility test

Hari ke- Day	Rerata luas <i>T. asperellum</i> (cm <sup>2</sup> ) Mean of wide growth <i>T. asperellum</i> (cm <sup>2</sup> )		Koefisien keragaman (%) Coefficient of variance (%)
	Kontrol Control	Kultur ganda Double culture	
3	47,06	48,28	23,22
6	54,47	57,49	12,67

Tabel 2. Rekapitulasi hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap semua peubah yang diamati  
 Table 2. Recapitulation of the result of analysis of the effect of treatment on all observed variables

Parameter/ Variables	F hitung perlakuan/ F Value treatments				Koefisien keragaman (%) Coefficient of variance (%)
	Blok/ Block	Pengayaan/ Enrichment	Pelapisan/ Coating	Pengayaan x Pelapisan/ Enrichment x coating	
Daya tumbuh/ Germination percentage	2,33 *	239,18 *	4,00 *	8,82 *	3,59
Kecepatan tumbuh/ Rate of germination	0,73 tn	24,63 *	0,09 tn	2,48 *	10,12
Tinggi 1 BST/ Height on 1 <sup>st</sup> month	3,70*	189,17 *	0,01 tn	5,53*	4,36
Tinggi 2 BST/ Height on 2 <sup>nd</sup> month	4,75*	24,85 *	6,30 *	14,87*	5,09
Tinggi 3 BST/ Height on 3 <sup>rd</sup> month	4,78*	11,38 *	0,76 tn	4,40*	5,23
Berat kering tajuk/ Dry weight shoot	0,79tn	2,91 *	0,42 tn	1,05 tn	23,96
Berat kering akar/ Dry weight root	2,00tn	1,21 tn	0,59 tn	0,88 tn	33,42
Panjang akar/ Root length	0,38tn	1,55 tn	0,20 tn	1,13 tn	19,69
Jumlah bibit hidup/ Numbers of survival seedling	0,18tn	103,69 tn	0,56 tn	8,26 *	6,77

Keterangan: (\*) = nyata, (tn) = tidak nyata pada taraf 5% Uji selang berganda Duncan; BST: bulan setelah tanam  
 Notes: (\*) = significant, (tn) = not significant according to Duncan's multiple range test at  $\alpha \leq 0,05$ ; BST: month after planting

Tabel 3. Pengaruh interaksi pengayaan dan pelapisan terhadap daya tumbuh bibit  
 Table 3. Effect of interaction between enrichment and coating on the germination

Pengayaan kecambah dengan mikroba/ Seed enrichment treatments	Daya tumbuh bibit (%) Seedling germination (%)	
	Kecambah dengan pelapisan/ Coated Seedling	Kecambah tanpa pelapisan/ Uncoated Seedling
Kontrol (tanpa mikroba)/Control (without microbes)	61,11 f*)	73,33 e
<i>E. sacchari</i>	82,22 d	88,89 c
CMA / VAM	53,33 g	45,56 h
<i>T. asperellum</i>	64,45 f	60,00 f
<i>T. asperellum</i> + <i>E. sacchari</i>	87,78 c	95,56 ab
CMA + <i>E. sacchari</i>	95,56 ab	98,89 a
<i>T. asperellum</i> + CMA	96,67 ab	92,22 bc
<i>T. asperellum</i> + CMA + <i>E. sacchari</i>	95,53 ab	95,56 ab

\*) Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada taraf  $\alpha \leq 0,05$  berdasarkan uji selang berganda Duncan

\*) Numbers followed by same letters in the same rows and columns indicate that means are not significantly different according to Duncan's multiple range test at  $\alpha \leq 0.05$

Tabel 4. Pengaruh interaksi pengayaan dan pelapisan terhadap kecepatan tumbuh bibit  
 Table 4. Effect of interaction between enrichment and coating on the rate of germination

Pengayaan kecambah dengan mikroba/ <i>Seed enrichment treatments</i>	Kecepatan tumbuh (%/etmal)/ <i>Rate of germination (%/etmal)</i>	
	Kecambah dengan pelapisan <i>Coated Seedling</i>	Kecambah tanpa pelapisan <i>Uncoated Seedling</i>
Kontrol (tanpa mikroba)/ <i>Control (without microbes)</i>	3,33 bc <sup>*)</sup>	2,75 de
<i>E. sacchari</i>	3,08 cd	3,36 bc
CMA	2,33 ef	1,85 f
<i>T. asperellum</i>	2,50 e	2,36 ef
<i>T. asperelum + E. sacchari</i>	3,57 bc	4,31 a
CMA + <i>E. sacchari</i>	3,63 bc	3,69 bc
<i>T. asperellum + CMA</i>	3,62 bc	3,48 bc
<i>T. asperellum + CMA + E. sacchari</i>	3,77 b	3,77 b

<sup>\*)</sup> Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada  $\alpha \leq 0,05$  berdasarkan uji selang berganda Duncan

<sup>\*)</sup> Numbers followed by same letters in the same rows and columns indicate that means are not significantly different according to Duncan's multiple range test at  $\alpha \leq 0.05$

Tabel 5. Pengaruh interaksi pengayaan dan pelapisan terhadap tinggi bibit umur 1, 2, dan 3 bulan setelah tanam  
 Table 5. Effect of interaction between enrichment and coating on seedling height age 1, 2, 3 month after planting

Pengayaan kecambah dengan mikroba/ <i>Seed enrichment treatments</i>	Tinggi bibit (cm)/ <i>Seedling height (cm)</i>	
	Kecambah tanpa pelapisan/ <i>uncoated Seedling</i>	Kecambah dengan pelapisan/ <i>Coated Seedling</i>
-1 bulan/ 1 <sup>st</sup> month-		
Kontrol (tanpa mikroba)/ <i>Control (without microbes)</i>	6,56 a <sup>*)</sup>	5,64 dc
<i>E. sacchari</i>	6,67 a	6,54 a
CMA	5,42 d	5,93 dc
<i>T. asperellum</i>	4,77 f	6,00 e
<i>T. asperelum + E. sacchari</i>	7,46 a	6,71 ab
CMA + <i>E. sacchari</i>	6,65 a	6,61 ab
<i>T. asperellum + CMA</i>	6,64 bc	6,55 ab
<i>T. asperellum + CMA + E. sacchari</i>	6,91 a	6,88 a
-2 bulan/ 2 <sup>nd</sup> month-		
Kontrol (tanpa mikroba)/ <i>Control (without microbes)</i>	15,06 a	12,92 def
<i>E. sacchari</i>	14,77 ab	15,15 a
CMA	12,11 fg	12,54 efg
<i>T. asperellum</i>	8,12 g	13,49 bcde
<i>T. asperelum + E. sacchari</i>	14,90 a	14,00 abcd
CMA + <i>E. sacchari</i>	14,67 ab	14,30 abc
<i>T. asperellum + CMA</i>	13,23 cdef	14,10 abcd
<i>T. asperellum + CMA + E. sacchari</i>	14,47 abc	14,87 a
-3 bulan/ 3 <sup>rd</sup> month-		
Kontrol (tanpa mikroba)/ <i>Control (without microbes)</i>	21,17 abcd	18,98 de
<i>E. sacchari</i>	21,99 ab	21,22 abcd
CMA	17,72 ef	19,00 de
<i>T. asperellum</i>	16,23 f	19,57 cde
<i>T. asperelum + E. sacchari</i>	21,60 abc	20,17 abcd
CMA + <i>E. sacchari</i>	21,50 abc	20,93 abcd
<i>T. asperellum + CMA</i>	19,93 bcd	21,47 abc
<i>T. asperellum + CMA + E. sacchari</i>	21,37 abc	22,33 a

<sup>\*)</sup> Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada  $\alpha \leq 0,05$  berdasarkan uji selang berganda Duncan

<sup>\*)</sup> Numbers followed by same letters in the same rows and columns indicate that means are not significantly different according to Duncan's multiple range test at  $\alpha \leq 0.05$

Interaksi antara pengayaan dan pelapisan tidak berpengaruh terhadap bobot kering tajuk. Perlakuan pengayaan konsorsium CMA + *T. asperellum* + *E. sacchari* meningkatkan bobot kering tajuk sebesar 21,35%, dari 0,89 g menjadi 1,08 g. Bibit dengan pengayaan *T. asperellum* memiliki bobot kering yang rendah, yaitu 0,59 g (Tabel 6).

Perlakuan pengayaan dengan *T. asperellum* baik dilanjutkan dengan pelapisan ataupun tidak memberikan hasil rendah untuk tinggi bibit, jumlah daun, dan bobot kering tajuk. Pertumbuhan tanaman berkaitan dengan laju fotosintesisnya. Semakin tinggi laju fotosintesis, pemanjangan dan pembelahan sel juga semakin tinggi, sehingga pertumbuhan tanaman juga semakin tinggi. Namun, bahan untuk ketersediaan fotosintesis berkaitan dengan panjang akar tanaman (Jawak, 2016; Permatasari & Nurhidayanti, 2014). Dalam penelitian ini, perlakuan baik pelapisan maupun pengayaan serta interaksi keduanya tidak berpengaruh terhadap panjang akar. Perlakuan pengayaan dengan *T. asperellum* baik dilanjutkan dengan pelapisan maupun tidak menunjukkan pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan

lainnya, sehingga bobot kering tajuknya pun rendah.

Interaksi antara jenis pengayaan dan pelapisan juga berpengaruh terhadap jumlah bibit yang bertahan hidup pada umur 3 BST. Perlakuan pengayaan dengan *T. asperellum* + CMA + *E. sacchari* dilanjutkan dengan pelapisan menghasilkan ketahanan hidup bibit yang paling tinggi, yaitu 96,67% (Tabel 7). Selain pengayaan konsorsium tiga mikroba, pengayaan dengan *T. asperellum* + *E. sacchari*, CMA + *E. sacchari*, dan *E. sacchari* secara tunggal baik dilanjutkan dengan pelapisan ataupun tidak juga menunjukkan jumlah bibit yang hidup tertinggi pada umur 3 BST.

Dari data daya tumbuh, kecepatan tumbuh, tinggi bibit 1, 2, dan 3 BST, dan persen tanaman yang hidup pada 3 BST dapat dilihat bahwa perlakuan pengayaan dengan gabungan tiga mikroba (*T. asperellum* + CMA + *E. sacchari*) baik dilanjutkan dengan pelapisan maupun tidak, pada umumnya menunjukkan hasil yang baik. Hal ini diduga karena pencampuran mikroba menyebabkan ketiga mikroba saling berbagi nutrisi. Hal ini lebih efektif, terutama pada bakteri.

Tabel 6. Pengaruh perlakuan mikroba terhadap bobot kering tajuk  
Table 6. Effect of seed enrichment treatments on dry weight shoot

Pengayaan kecambah dengan mikroba/ Seed enrichment treatments	Rata-rata bobot kering tajuk (g)/ Means of dry weight shoot (g)
Kontrol (tanpa mikroba)/Control (without microbes)	0,89 a *)
<i>E. sacchari</i>	1,04 a
CMA	0,88 a
<i>T. asperellum</i>	0,59 b
<i>T. asperellum</i> + <i>E. sacchari</i>	0,91 a
CMA + <i>E. sacchari</i>	1,04 a
<i>T. asperellum</i> + CMA	0,93 a
<i>T. asperellum</i> + CMA + <i>E. sacchari</i>	1,08 a

\*) Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada  $\alpha \leq 0,05$  berdasarkan uji selang berganda Duncan

\*) Numbers followed by the same letters in the same column indicate that means are not significantly different according to Duncan's multiple range test at  $\alpha \leq 0.05$

Tabel 7. Pengaruh interaksi pengayaan dan pelapisan terhadap persen bibit yang hidup pada 3 BST  
Table 7. Effect of interaction between enrichment and coating on the numbers of survival seedling 3 month after planting

Pengayaan kecambah dengan mikroba/ Microbial seed enhancement	Persen bibit yang hidup (%)/ Percentage of survival seedling (%)	
	Kecambah dengan pelapisan/ Coated seedling	Kecambah tanpa pelapisan/ Uncoated seedling
Kontrol (tanpa mikroba)/Control (without microbes)	52,22 e*)	71,11 d
<i>E. sacchari</i>	87,78 ab	90,00 ab
CMA	56,67 e	52,23 e
<i>T. asperellum</i>	50,00 e	27,78 f
<i>T. asperellum</i> + <i>E. sacchari</i>	77,78 cd	86,67 bc
CMA + <i>E. sacchari</i>	95,56 ab	93,34 ab
<i>T. asperellum</i> + CMA	94,43 ab	86,63 bc
<i>T. asperellum</i> + CMA + <i>E. sacchari</i>	96,67 a	94,43 ab

\*) Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada  $\alpha \leq 0,05$  berdasarkan uji selang berganda Duncan

\*) Numbers followed by same letters in the same rows and columns indicate that means are not significantly different according to Duncan's multiple range test at  $\alpha \leq 0.05$

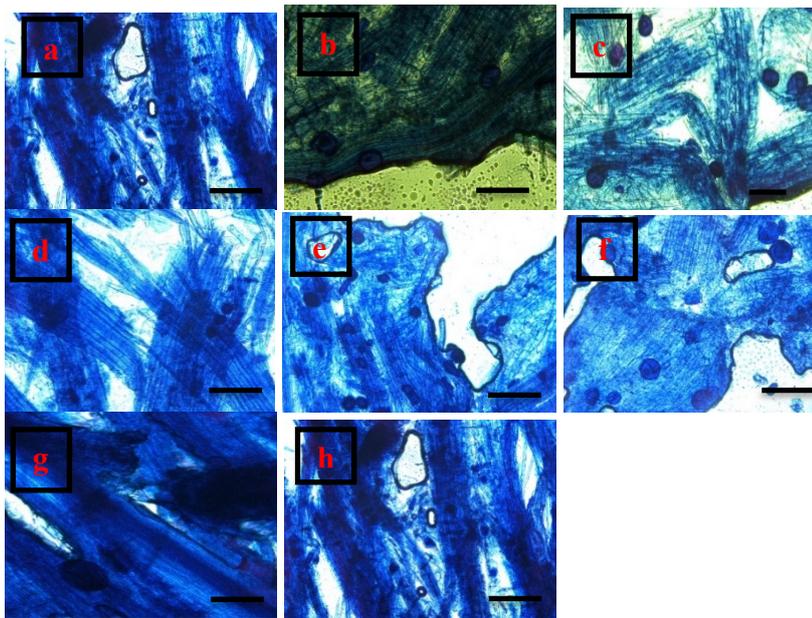
Bakteri memiliki pengaturan metabolisme yang lebih efisien. Apabila substrat untuk pertumbuhan tersedia, maka bakteri akan menggunakan substrat yang tersedia. Pada kondisi substrat terbatas untuk tumbuh, masing-masing mikroba akan bekerja lebih giat untuk menghasilkan substrat yang dibutuhkan. Peningkatan kerja mikroba ini berpengaruh positif terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (Panjaitan *et al.*, 2015; Isti'anah, 2015; Astriani, 2015).

Pengamatan terhadap *E. sacchari* tidak dilakukan karena *E. sacchari* yang digunakan tidak menggunakan penanda, sehingga sulit untuk mendeteksi keberadaannya. Metode pengayaan dengan merujuk kepada Jawak (2016) berhasil memasukkan CMA ke dalam akar tanaman, tapi tidak untuk *T. asperellum*. Pada penelitian ini, *T. asperellum* tidak ditemukan di dalam akar bibit setelah 3 bulan penanaman. Hasil ini berbeda dengan Jawak (2016) yang dapat mengisolasi keberadaan *T. asperellum* pada akar bibit setelah 3 bulan penanaman. Hal ini diduga karena *T. asperellum* masih berada di permukaan akar, belum sampai masuk ke dalam akar. Selain itu, sampel yang digunakan juga berbeda, Jawak (2016) menggunakan rambut akar, sedangkan dalam penelitian ini digunakan akar primer dan

akar sekunder bibit dengan proses sterilisasi menggunakan alkohol dengan konsentrasi berbeda yaitu 90%, 70% dan 50%. Jawak (2016) merendam pada larutan alkohol selama 2 menit, sedangkan dalam penelitian ini direndam selama 3 menit. Diduga *T. asperellum* yang belum masuk ke dalam akar sudah tercuci bersih.

Kondisi lain yang diduga menyebabkan tidak adanya *T. asperellum* adalah belum terbentuknya simbiosis antara tanaman dengan CMA Jaeger *et al.* (2010) melaporkan bahwa CMA menjadi jalan bagi masuknya *T. harzianum* ke dalam akar planlet kentang yang sudah dipastikan bersimbiosis dengan CMA. Pada awalnya *T. harzianum* akan mengenali hifa CMA, kemudian hifa *T. harzianum* tumbuh di sepanjang hifa CMA yang disebut ekstraradikal miselium (ERM). ERM akan memimpin *T. harzianum* ke intraradikal miselium (IRM). Pertumbuhan intra-hifa *T. harzianum* menyebabkan terdegradasinya sitoplasma CMA.

*T. harzianum* melubangi septa CMA kemudian keluar dan hidup bebas di akar. *Trichoderma* pada hakikatnya merupakan fungi yang hidup bebas tanpa terikat dengan tanaman. *Trichoderma* merupakan fungi tanah, namun bisa mengkolonisasi akar tanaman, baik permukaan akar (Samolski *et al.*, 2012) maupun ke dalam akar (Chacon *et al.*, 2007; Sundram, 2013).



Gambar 2. Pengamatan spora CMA pada akar kelapa sawit umur 3 BST menggunakan mikroskop cahaya (perbesaran 40x). Pengayaan dengan (a) = CMA tanpa pelapisan; (b) = CMA dengan pelapisan, (c) = CMA + *E. sacchari* tanpa pelapisan; (d) = CMA + *E. sacchari* dengan pelapisan; (e) = CMA + *T. asperellum* tanpa pelapisan; (f) = CMA + *T. asperellum* dengan pelapisan; (g) = CMA + *E. sacchari* + *T. asperellum* tanpa pelapisan; (h) = CMA + *E. sacchari* + *T. asperellum* dengan pelapisan. Bar = 2  $\mu$ m

Figure 2. VAM fungi spore observation in 3 months roots of oil palm seedling using light microscope (Zoom: 40x). Enrichment with (a) = VAM uncoating; (b) = VAM coating; (c) = VAM + *E. sacchari*; (d) = VAM + *E. sacchari* coating; (e) = VAM + *T. asperellum* uncoating; (f) = VAM + *T. asperellum* coating; (g) = VAM + *E. sacchari* + *T. asperellum* uncoating; (h) = VAM + *E. sacchari* + *T. asperellum* coating. Bar = 2  $\mu$ m

Pada percobaan ini, CMA sudah teramati pada akar bibit umur 3 BST (Gambar 2), namun diduga belum terjadi simbiosis antara tanaman dengan CMA karena pengaruh CMA tidak terlihat pada panjang akar maupun bobot kering akar. Kondisi ini diduga karena diperlukan waktu yang lebih lama lagi untuk melihat efektifitas simbiosis dari tanaman dengan CMA terhadap serapan hara bibit. Widiastuti *et al.* (2003) menyatakan bahwa waktu inokulasi selama 26 minggu sudah dapat memperbaiki perakaran bibit. Perakaran bibit yang baik mengindikasikan terjadinya simbiosis yang fungsional dan meningkatkan serapan hara fosfat serta pertumbuhan tanaman. Selain itu, Castaneda & Romero (2013) juga melaporkan bahwa tahap pertama pertumbuhan CMA membutuhkan waktu lebih dari 3 bulan. Pada akhir bulan pertama setelah inokulasi, apresorium dan hifa intraradikal baru ditemui pada jaringan korteks akar. Pada akhir bulan kedua setelah inokulasi, pembentukan jaringan hifa intraradikal baru dimulai. Pada bulan ketiga, pembentukan arbuskula baru dimulai. Spora sudah mulai teramati sebelum bibit dipindahkan ke pembibitan utama.

### Kesimpulan

Pengaruh pelapisan belum terlihat pada percobaan ini. Perlakuan pengayaan dengan konsorsium mikroba (*T. asperellum* + CMA + *E. sacchari*) dapat digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan bibit di *pre nursery* dan mempertahankan jumlah bibit yang hidup lebih banyak dibandingkan dengan tanpa perlakuan pengayaan.

### Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT SMART Tbk. yang telah menyediakan benih dan fasilitas yang digunakan selama penelitian.

### Daftar Pustaka

Astriani M (2015). Seleksi bakteri penghasil *indole-3-acetic* (IAA) dan pengujian pada bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). [Tesis]. Bogor, Institut Pertanian Bogor.

Castaneda TG & HM Romero (2013). Mycorrhization in oil palm (*Elaeis guineensis* and *E. oleifera* x *E. guineensis*) in the pre nursery stage. *Agron Colomb* 31(1), 95-102.

Chacon MR, O Rodriguez-Galan, T Benitez, S Sousa, M Rey, A Llobell & J Delgado-Jarana (2007). Microscopic and transcriptome analyses of early colonization of tomato roots by *Trichoderma harzianum*. *In Microbiol* 10, 19-27.

Isti'anah I (2015). Karakterisasi bakteri penambat nitrogen dan penghasil *indole-3-acetic acid*

serta aplikasinya pada bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). [Tesis] Bogor, Institut Pertanian Bogor.

Jaeger ND, S Declerck, & IE De La Providencia (2010). Mycoparasitism of arbuskular mycorrhizal fungi: a pathway for the entry of saprotrophic fungi into roots. *FEMS Microbiol Ecol* 73, 312-322. doi: 10.1111/j.1574-6941.2010.00903.

Jawak G (2016). Pelapisan benih kelapa sawit dengan pengayaan *Trichoderma asperellum* (T13) untuk menekan infeksi *Ganoderma boninense* Pat. di *pre nursery*. [Tesis] Bogor, Institut Pertanian Bogor.

Johansson JF, LR Paul & RD Finlay (2004). Microbial interaction in the mycorrhizosphere and their significance for sustainable agriculture. *FEMS Microbiol Ecol* 48, 1-13. doi: 10.1016/j.femsec.2003.11.012.

Panjaitan A, I Anas, R Widyastuti & WE Widayati (2015). Kemampuan bakteri diazotrof endofit untuk meningkatkan pertumbuhan vegetative bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *J Tanah Lingk* 17(1), 1-7.

Permatasari AD & T Nurhidayanti (2014). Pengaruh inokulasi bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan mikoriza asal Desa Condro, Lumajang, Jawa Timur terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit. *Jurnal Sains & Seni Pomis* 3(2), 44-48.

Putra G & Giyanto (2014). Kompatibilitas *Bacillus spp.* dan Aktinomiset sebagai agens hayati *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dan pemacu pertumbuhan padi. *JFI* 10(5), 160-169. Doi: 10.14692/jfi.10.5.160.

Saipulloh (2016). Pelapisan benih yang diperkaya *Burkholderia* sp. untuk meningkatkan penyerapan fosfat dan pertumbuhan pada bibit kelapa sawit [Tesis]. Bogor, Institut Pertanian Bogor.

Saipulloh, ER Palupi, E Widajati & N Toruan-Mathius (2017). Efektivitas bahan pelapis benih terhadap penyerapan fosfat dan pertumbuhan bibit kelapa sawit. *J Agron Indonesia* 45(1), 86-92. doi: <https://dx.doi.org/10.24831/jai.v45i1.12236>.

Samolski I, AM Rincon, LM Pinzon, A Viterbo & E Monte (2012). The *qid74* gene from *Trichoderma harzianum* has a role in root architecture and plant biofertilization. *Microbiology* 158, 129-138. doi: 10.1099/mic.0.053140-0.

Simanjuntak D, Fahridayanti & A Susanto (2013). Efikasi *Mycorrhiza* dan *Trichoderma* sebagai pengendali penyakit busuk pangkal batang (*Ganoderma*) dan sebagai pemacu

- pertumbuhan di pembibitan kelapa sawit. *Widyaiset* 16 (2), 233-242.
- Simanungkalit RDM (2012). Cendawan Mikoriza Arbuskuler. In: Saraswati R, Husen E, Simanungkalit RMD (ed), *Metode Analisis Biologi Tanah.*, Bogor, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. p. 72-75.
- Sundram S (2010). Growth effects by arbuscular mycorrhiza fungi on oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seedling. *Journal of Oil Palm Research* 22, 796-802.
- Sundram S (2013). First report: Isolation of endophytic *Trichoderma* from oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) and their in vitro antagonistic assessment on *Ganoderma boninense*. *Journal of Oil Palm Research* 25 (33), 368-372.
- Widiastuti H, E Guhardja, N Sukarno, LK Darusman, DH Goenadi & S Smith (2003). Arsitektur akar bibit kelapa sawit yang diinokulasi beberapa cendawan mikoriza arbuskula. *Menara Perkebunan* 71 (1), 28-43.
- Zhu B, Q Zhou, L Lin, C Hu, P Shen, Y Litao, Q An, G Xie & Y Li (2013). *Enterobacter sacchari* sp. nov., a nitrogen-fixing bacterium associated with sugar cane (*Saccharum officinarum* L.). *Int J Syst Evol Microbiol* 63, 2577-2582.