

Eksplorasi, Karakterisasi, dan Pemanfaatan Cendawan Berguna untuk Memperbaiki Pertumbuhan Sayuran (*Exploration, Characterization, and Utilization of Effective Fungus to Improve Vegetables Growth*)

Suwandi, Sutarya, R, dan Setiawati, W

Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jl. Tangkuban Parahu 517, Lembang, Bandung Barat 40791

E-mail: wandiswd@yahoo.com

Naskah diterima tanggal 17 Januari 2013 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 17 April 2013

ABSTRAK. Penggunaan mikroba efektif sebagai komponen habitat alam mempunyai peran dan fungsi penting mendukung keberhasilan usahatani ramah lingkungan, melalui proses seperti dekomposisi dan mineralisasi senyawa organik, fiksasi hara, pelarut hara, dan nitrifikasi hara tanaman. Penelitian bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengisolasi sumber daya hayati lokal berupa cendawan berguna sebagai pupuk hayati pelarut fosfat untuk memperbaiki pertumbuhan tanaman sayuran. Eksplorasi dilaksanakan di daerah sentra produksi sayuran dataran tinggi dan dataran rendah mulai Bulan Juli sampai dengan Desember 2011. Metode pengambilan contoh tanah dilakukan secara komposit pada areal pertanaman sayuran dengan kondisi pertanaman sehat, kemudian cendawan berguna dari contoh tanah diisolasi dan diseleksi di Laboratorium Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Jenis cendawan yang diidentifikasi pada media tumbuh ialah *Aspergillus* dan *Penicillium*, sedangkan pengujian efektivitasnya dilakukan pada pertanaman di rumah sere. Dari hasil eksplorasi ditemukan spesies cendawan potensial yang berguna sebagai pelarut fosfat sebanyak 20 isolat dari spesies *Aspergillus* spp. dan tiga isolat spesies *Penicillium* spp.. Adapun 12 isolat lainnya tergolong spesies cendawan *Trichoderma* sp. yang tidak termasuk mikroba pelarut fosfat. Beberapa spesies cendawan teridentifikasi sebagai pelarut fosfat mempunyai indeks melarutkan fosfat (IMP) yang cukup tinggi, yaitu isolat Kb-3-lg-as-1, Bm14-mj-pe-1, dan Cb9-gt-as-3 dengan nilai IMP > 2,50. Hasil uji efektivitas spesies cendawan *Aspergillus* spp. dan *Penicillium* spp. memberikan pengaruh/rangsangan positif terhadap pertumbuhan tanaman tomat, kubis, dan beet.

Katakunci: Eksplorasi; Isolasi; Karakterisasi; Cendawan; Efektivitas; Sayuran

ABSTRACT. The use of effective microorganism as natural components play an important role and function to support the environmental friendly farming system through several activities, such as, decomposition and mineralization of organic compounds, nutrients fixation, nutrients solubilization, and plant nutrient nitrification. This study was aimed to explore and isolate the effective fungus to be used as bio-fertilizers to improve vegetables growth. The activities were conducted at several vegetables production areas in the highlands and lowlands starting from July to December 2011. Composite soils sampling were collected from the area of vegetables grown which performed healthy field conditions, and than it's brought to Laboratory of Indonesian Vegetable Research Institute. *Aspergillus* and *Penicillium* were used to identify the effective fungus followed by greenhouse experiments of vegetables. The results showed the effective fungus identified were found 20 isolates as solubilizing phosphate from species of *Aspergillus* spp. and three isolates of species of *Penicillium* spp.. The 12 other fungus isolates included into the species of *Trichoderma* sp. which did not included as phosphate-dissolver. Isolates that have a high index solubilize phosphate (ISP) were: Kb-3-lg-as-1, Bm14-mj-pe-1, and Cb9-gt-as-3 which had ISP > 2.50. The two collected species of *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp. gave well effectivity on growth on tomato, cabbage, and beet plants.

Keywords: Exploration; Isolation; Characterization; Fungus; Effectivity; Vegetables

Penerapan usahatani intensif telah terbukti meningkatkan produktivitas tanaman, tetapi di sisi lain telah berakibat pada berkurangnya bahan organik tanah, sehingga tanah menjadi kompak/keras, porositas tanah dan daya ikat air berkurang, nilai tukar ion tanah dan populasi/aktivitas mikroba tanah rendah, serta terakumulasinya senyawa pencemar yang berakibat menurunnya kualitas kesuburan tanah secara keseluruhan (Reijntjes *et al.* 1999, Stoate *et al.* 2001). Kondisi tersebut itu juga mengakibatkan proses serapan akar terhadap air dan hara dalam tanah rendah, akar tanaman tidak dapat memanfaatkan hara secara optimal. Implikasinya diperlukan dosis pupuk yang

lebih tinggi untuk memungkinkan akar dapat menyerap hara dalam jumlah yang cukup dari ketersediaan hara dalam tanah.

Keberadaan senyawa pencemar dalam tanah baik yang berasal dari pupuk maupun senyawa pestisida juga terbukti mengganggu kehidupan mikroba tanah. Dilaporkan bahwa kandungan *lindane* sebesar 0,5 sampai 2,0 ppm dalam tanah telah memengaruhi populasi kelompok *autotrof Anabaena* dan tingkat fotosintesisnya (Suresh-Babu *et al.* 2001). Pemakaian herbisida *quinclorac* dan *propanil* dalam dosis yang direkomendasikan juga dilaporkan memengaruhi *oxygen photoevolution* dan aktivitas *nitrogenase*



pada Cyanobacteria (Irisarri *et al.* 2001). Akumulasi senyawa-senyawa kimia tidak saja terjadi di alam (tanah dan perairan) tetapi juga pada makhluk hidup itu sendiri, baik hewan maupun tumbuhan. Akumulasi senyawa kimia atau residu pestisida dalam produk sayuran dan buah-buahan yang dibudidayakan secara intensif merupakan isu utama para konsumen yang peduli terhadap kesehatan.

Berbagai potensi alam untuk memperbaiki kualitas kesuburan tanah belum tergali dan dimanfaatkan secara optimal karena alasan penelitian dan/atau pengembangannya. Penggunaan mikroba berguna (*effective microorganism*) sebagai komponen habitat alam mempunyai peran dan fungsi penting mendukung keberhasilan usaha pertanian ramah lingkungan (Saraswati & Sumarno 2008), yaitu melalui berbagai proses seperti dekomposisi dan mineralisasi senyawa organik, fiksasi hara, pelarut hara, nitrifikasi, dan denitrifikasi. Mikroba berguna seperti cendawan MAV (*mycorrhiza arbuscular vesicular*) memberikan manfaat yang banyak bagi tanaman, antara lain meningkatkan pengambilan hara, meningkatkan ketahanan terhadap penyakit tertentu, mengurangi kerusakan dan mortalitas bibit, memperbaiki penyerapan air, meningkatkan kandungan klorofil, meningkatkan toleransi terhadap kekeringan, memperbaiki sistem perakaran, memperpendek masa juvenil, meningkatkan kandungan zat tertentu serta meningkatkan produksi tanaman (Seenivasan *et al.* 2004, Marx *et al.* 2002, Thaker & Jasrai 2002).

Informasi kajian empiris di antara kendala utama pengembangan pertanian ramah lingkungan antara lain ialah belum banyak tersedia produk-produk hayati efektivitas baik (*broad spectrum*) yang bersifat ramah lingkungan dan masih rendahnya tingkat kesadaran para petani atau pengguna terhadap keamanan pangan dan keamanan lingkungan. Reijntjes *et al.* (1999) mengungkapkan bahwa pemanfaatan teknologi mikroba yang efektif bersifat ramah lingkungan sangat berpeluang untuk dapat mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida sintesis, karena teknologi mikroba tersebut bersifat masukan rendah dan aman bagi lingkungan (*low external input and sustainable agriculture= LEISA*). Keberadaan populasi mikroba berguna yang tinggi dalam tanah merupakan salah satu indikator semakin tingginya aktivitas biokimia dalam tanah dan semakin tingginya indeks kualitas tanah (Karlen *et al.* 2006). Oleh karena itu, penelitian pemanfaatan mikroba yang bermanfaat (*effective microorganism*) masih perlu ditingkatkan untuk memperbaiki pertumbuhan dan meningkatkan produksi pertanian mendukung sistem pertanian ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan (a) melakukan eksplorasi sumber daya hayati lokal berupa cendawan berguna untuk tanaman sayuran, (b) mengkarakterisasi cendawan-cendawan pelarut fosfat yang berguna bagi pertumbuhan sayuran, dan (c) melakukan uji efektivitas/manfaat jenis-jenis cendawan yang dapat merangsang/memperbaiki pertumbuhan tanaman sayuran. Hipotesis penelitian ialah beberapa isolat cendawan yang berguna berperan sebagai pelarut fosfat yang dapat berpengaruh baik untuk pertumbuhan tanaman sayuran.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan mulai Bulan Juli sampai dengan Desember 2011. Pelaksanaan kegiatan survei eksplorasi mikroba berupa cendawan pada areal pertanaman sayuran di daerah Jawa Barat dan Jawa Tengah khususnya, serta daerah lain di luar Jawa. Hasil kegiatan lapangan diikuti dengan penelitian laboratorium untuk melakukan isolasi dan karakterisasi cendawan berguna di Balai Penelitian Tanaman Sayuran, dan selanjutnya secara terbatas dilakukan uji efektivitas pada fase perkecambahan dan pertumbuhan vegetatif di rumah kaca. Metode penelitian untuk setiap kegiatan dilakukan secara simultan, sebagai berikut.

Koleksi Cendawan Berguna

Kegiatan ini dilakukan dengan survei di sentra produksi sayuran tanaman kentang, bawang merah, cabai, tomat, bawang daun, caisin, jagung, ubi jalar, tembakau, dan tanaman tebu. Teknik pengambilan contoh tanah di setiap lokasi dilakukan secara acak dengan mengambil contoh komposit pada kedalaman 0–15 cm di sekitar perakaran tanaman sayuran. Masing-masing contoh tanah diambil sebanyak 5 x 400 g dan dimasukkan ke dalam kantong plastik, kemudian diberi label seperti lokasi, jenis komoditas, dan tanggal pengambilan contoh. Selanjutnya setiap contoh tanah diukur pH dan kadar kelembabannya menggunakan alat pH dan RH tanah digital.

Penentuan dan Identifikasi Cendawan

Contoh tanah rizosfir dihaluskan dan disuspensikan dengan air steril dengan perbandingan 1:10 di dalam labu erlenmeyer. Suspensi dikocok selama 10 menit pada kecepatan 150 rpm. Suspensi contoh diencerkan sampai 10^{-5} . Satu ml suspensi diteteskan pada media lima cawan petri yang berisi media Czapek's agar medium, Pikovskaya medium, dan PDA. Suspensi diusahakan menyebar pada media agar. Kultur diinkubasikan pada 28°C selama 7 hari. Koloni yang



HASIL DAN PEMBAHASAN

tumbuh diamati di bawah mikroskop dan diidentifikasi berdasarkan jenis cendawan yang tumbuh pada media berdasarkan Raper & Fennel (1965) untuk *Aspergillus* dan Pitt (1985) untuk *Penicillium* spp..

Seleksi, Isolasi, dan Identifikasi Cendawan Pelarut Fosfat

Isolat-isolat dari cendawan hasil isolasi diseleksi kemampuannya sebagai pelarut fosfat. Untuk seleksi mikroba pelarut fosfat dilakukan kegiatan sebagai berikut (a) pembuatan ekstrak tanah, ekstrak suspensi tanah dibuat dan diencerkan dengan konsentrasi mencapai 10^6 kali kemudian suspensi ditanamkan pada media Pikovskaya, (b) mikroba-mikroba yang tumbuh pada media tersebut diseleksi dan diisolasi, kemudian ditanam kembali pada media PDA, (c) pemurnian mikroba dilakukan dengan isolasi dan reisolasi berulang-ulang sampai koloni cendawan tumbuh seragam, tidak tercampur dengan mikroba lainnya, dan (d) menguji mikroba yang telah murni terhadap kemampuan untuk melarutkan fosfat. Mikroba ditumbuhkan pada media yang mengandung tricalcium fosfat tidak larut 2,5 g, glukosa 13 g, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,5 g, NaCl 0,2 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,1 g, KCl 0,2 g, yeast extract 0,5 g, MnSO_4 trace, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ trace, agar 15 g pH 7,2, dilarutkan dalam 1 l. Pengukuran indeks kelarutan dilakukan setelah berumur 10 hari.

Pengujian Isolat Cendawan Berguna terhadap Pertumbuhan Tanaman

Beberapa isolat hasil pengujian sebelumnya dilakukan pengujian lanjutan pada beberapa jenis tanaman sayuran (kubis, tomat, dan beet sebagai indikator sayuran umbi). Pengujian dilaksanakan mulai dari fase perkecambahan yang dilaksanakan di laboratorium dan pada pertanaman dalam pot untuk fase pertumbuhan vegetatif tanaman awal. Media perkecambahan dan media tanam pot diinokulasi dengan beberapa isolat yang tergolong memiliki nilai IMP > 2,5 yaitu sebanyak 3–4 isolat. Media tanam yang digunakan dalam pengujian ialah campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2 : 1 dan media tanamnya tidak diberikan pupuk buatan/kimia. Konsentrasi isolat yang digunakan ialah 2×10^8 spora/ml. Dalam pengujian ini, tanaman tidak diberi masukan pupuk inorganik, kecuali pengairan. Parameter tanaman yang diamati meliputi pertumbuhan dan perkembangan tanaman antara lain tinggi dan panjang akar, serta bobot basah dan kering biomasa, sedangkan analisis data dilakukan secara deskriptif melalui gambar dan grafik. Hal ini dilakukan untuk menyeleksi mikroba potensial yang memiliki kemampuan untuk melarutkan fosfat dan menyeleksinya untuk merangsang pertumbuhan yang menjadi tanaman inangnya.

Eksplorasi Mikrob Berguna

Hasil kegiatan yang dilakukan berupa pengambilan contoh tanah secara komposit dari beberapa lokasi dataran rendah dan tinggi dengan hasil disajikan pada Tabel 1.

Hasil evaluasi jenis tanah untuk pertanaman sayuran di dataran tinggi pada umumnya tergolong jenis tanah Andisol dan asosiasi Latosol-Andisol dengan tekstur sedang, sedangkan contoh tanah dari pertanaman sayuran di dataran rendah Brebes, jenis tanah tergolong Aluvial dengan tekstur liat (berat). Secara umum keadaan pH contoh tanah memiliki reaksi agak masam dengan kisaran pH tanah (4,32 – 5,72), sedangkan tingkat kelembaban tanahnya relatif

Tabel 1. Contoh tanah penelitian yang diambil dari berbagai agroekosistem, lokasi, dan jenis sayuran (Soil samples which were taken from several agroecosystems, location, and kind of vegetables)

Agroekosistem (Agroecosystem)	Lokasi (Location)	Jenis sayuran (Kinds of vegetables)
Dataran tinggi	Jawa Barat, Lembang	Rumput, cabai, kubis, dan tomat
	Jawa Barat, Garut	Cabai, bawang merah, kubis, kubis bunga, tomat, kentang, dan tembakau
Dataran medium	Jawa Barat, Majalengka	Caisin, bawang merah ubi jalar, dan bawang daun
Dataran rendah	Jawa Tengah, Brebes	Bawang merah, cabai, jagung, tebu, turi, dan cabai rawit
Dataran tinggi	Lokasi tambahan (Additional location)	
	Sulawesi Utara, Modinding	Kentang
	Sumatera Barat, Alahan Panjang	Kentang dan cabai
	Bali, Tabanan	Cabai dan tomat
Dataran rendah	Jawa Barat, Ciwidey	Bawang merah, kubis, dan bawang daun
	DKI, Jakarta Timur	Bayam dan sawi



tinggi, yaitu sekitar (51,6–71,6%). Jenis-jenis mikroba tanah berguna tersebut umumnya berkembang dengan baik pada kondisi lahan tersebut, karena hampir setiap contoh tanah ditemukan jenis isolat potensial.

Seleksi, Identifikasi, dan Karakterisasi Cendawan Pelarut Fosfat

Proses seleksi dan isolasi mikroba dari contoh tanah dilakukan seperti diperlihatkan pada Gambar (1a). Dari beberapa contoh isolat cendawan diuji kemampuan untuk melarutkan fosfat yaitu isolat yang menghasilkan zona bening yang sangat jelas mengelilingi cendawan seperti terlihat pada Gambar (1b). Isolat-isolat yang memiliki kemampuan melarutkan fosfat tersebut kemudian diisolasi secara berulang menjadi isolat tunggal dan murni. Sementara untuk jenis mikroba

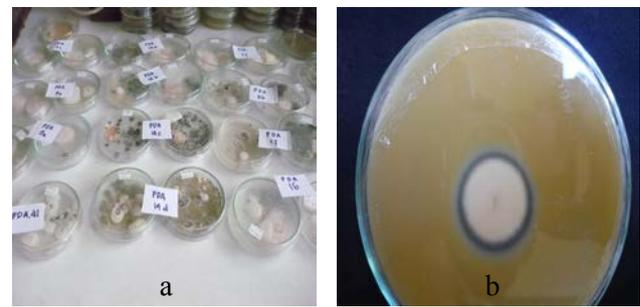
yang tidak jelas berkemampuan melarutkan fosfat ditandai dengan tidak adanya zona bening sekitar koloni mikroba dan tidak dilakukan isolasi lanjutan. Dari isolat yang memiliki kemampuan melarutkan fosfat tersebut kemudian dilakukan pengujian lanjutan untuk mengetahui mikroba yang diseleksi tersebut juga mempunyai kemampuan atau bersifat antagonis terhadap cendawan patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman, keragaannya terlihat seperti pada Gambar (1c).

Dari hasil pengujian ini terbukti bahwa cendawan-cendawan yang tumbuh pada medium, setelah dilakukan seleksi dengan cara melihat morfologi koloni yang tumbuh pada media tersebut menunjukkan bahwa beberapa isolat memiliki sifat antagonis terhadap cendawan *Fusarium* (Gambar 1c). Koloni-koloni cendawan yang memperlihatkan zona bening dilakukan isolasi pada media yang baru untuk memisahkan dari mikroorganisme lainnya. Pada jenis *Trichoderma* sp. juga dilakukan isolasi dari contoh tanah meskipun *Trichoderma* sp. yang didapatkan tidak termasuk ke dalam kelompok cendawan pelarut fosfat. Isolat-isolat *Trichoderma* sp. yang ditumbuhkan pada media selektif pelarut fosfat tersebut tidak menunjukkan zona bening pada media yang ditumbuhi cendawan tersebut.

Tabel 2, Rerata hasil pengukuran pH dan kelembaban contoh tanah di beberapa daerah produksi sayuran (Average measure of pH and moisture of soil samples in several vegetables production area)

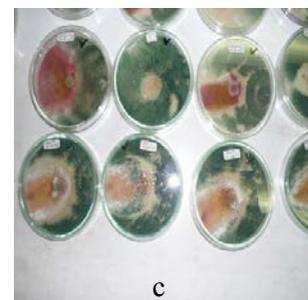
Kode lapang (Field code)	Kondisi tanah (Soil condition *)	
	pH tanah (Soil reaction)	RH (Soil moisture), %
LTEBI	5,02	62,6
LTEB II	5,04	60,2
KTR	5,04	60,2
LRAW	4,88	63,0
KTEB 1	4,68	67,4
KTEB 2	4,76	66,0
KCAB2	5,10	59,0
KBM	5,00	60,0
LBMP	4,56	69,8
KCAB1	4,96	61,0
KJAG	4,64	67,2
SLTKTG	5,72	51,6
LBRT	5,28	56,0
KRAW	4,96	62,4
LBGCAB	5,56	64,0
LBGBRA	5,56	52,8
MUBI	4,56	70,4
MSOS	4,32	74,4
MBDUN	4,32	74,4
MBMER	4,56	70,4
GCAB	4,48	73,6
GBMER	4,44	71,6
GAR	4,60	70,0
GBAK	4,44	71,6

*Rerata dari lima contoh tanah (Average of five soil samples)



Proses seleksi mikroba awal dari tanah

Aspergillus yang terseleksi sebagai pelarut fosfat



Uji antagonis antara *Trichoderma* sp. dengan *Fusarium* sp.

Gambar 1. Karakter cendawan pelarut fosfat yang berasal dari contoh tanah (Characteristic of fungus solubilizing phosphate from soil samples)



Tabel 3. Seleksi cendawan berguna sebagai pelarut fosfat pada media selektif (*Selection of fungal effectiveness as solubilizing phosphate at selectives media*)

Lokasi (Location)	No. isolat (No. of Isolates)	Tanaman inang (Host plants)	Contoh (Samples)			
			1	2	3	4
Lembang	1	Rumput (<i>Grass</i>)	-	T(-)	-	-
	2	Cabai (<i>Chili</i>)	-	As+	-	-
	3	Kubis (<i>Cabbage</i>)	As+	-	As+	As-
	4	Tomat (<i>Tomato</i>)	As+	As+	-	-
Garut	5	Cabai (<i>Chili</i>)	-	-	-	-
	6	Bawang merah (<i>Shallots</i>)	-	T (-)	-	-
	7	Tembakau (<i>Tobacco</i>)	T(-)	-	-	-
	8	Kentang (<i>Potato</i>)	T(-)	-	-	-
	9	Cabai (<i>Chili</i>)	-	As+	As+	-
	10	Tomat (<i>Tomato</i>)	-	-	T(-)	-
	11	Kubis (<i>Cabbage</i>)	As+	As+	As-	-
Majalengka	12	Kubis bunga (<i>Cauliflower</i>)	-	T(-)	T(-)	-
	13	Caisin (<i>Chinese cabbage</i>)	+	+	-	-
	14	Bawang merah (<i>Shallots</i>)	Pe+	Pe+	-	T(-)
	15	Ubi jalar (<i>Sweet potato</i>)	-	-	?+	-
	16	Bawang daun (<i>Bunching onion</i>)	As+	As+	As+	-
Brebes	17	Tebu (<i>Sugarcane</i>)	As+	As+	As+	As-
	18	Rawit (<i>Chili peppers</i>)	As+	-	-	-
	19	Bawang merah (<i>Shallots</i>)	-	T(-)	-	-
	20	Bawang merah-1 (<i>Shallots-1</i>)	-	-	-	-
	21	Cabai (<i>Chili</i>)	-	-	-	-
	22	Jagung (<i>Corn</i>)	T(-)	-	-	-
Bali	23	Cabai (<i>Chili</i>)	As-	-	-	-
	24	Tomat (<i>Tomato</i>)	T(-)	-	-	-
Ciwidey	24	Bawang merah (<i>Shallots</i>)	-	-	-	-
	25	Kubis (<i>Cabbage</i>)	-	-	T(-)	-
	26	Bawang daun (<i>Bunching onion</i>)	-	-	-	-
Jakarta	27	Bayam (<i>Spinach</i>)	-	-	-	-
	28	Sawi (<i>Chinese cabbage</i>)	Pe+	-	-	-

As+: *Aspergillus* spp. sebagai cendawan pelarut fosfat, Pe+: *Penicillium* spp. sebagai cendawan pelarut fosfat, T(-) *Trichoderma* spp. sebagai cendawan yang tidak mampu melarutkan fosfat, (As+ *Aspergillus* spp. as solubilizing phosphate, Pe+ *Penicillium* spp. as solubilizing phosphate, and T(-) *Trichoderma* spp. as non solubilizing phosphate)

Pengujian beberapa isolat cendawan yang dikumpulkan dari beberapa lokasi dan beberapa jenis tanaman pada media secara *in vitro* memperlihatkan adanya cendawan pelarut fosfat baik yang berasal dari jenis *Aspergillus* spp. maupun *Penicillium* spp.. Dari contoh tanah yang diambil menunjukkan bahwa tidak semua contoh tanah memiliki cendawan yang dapat melarutkan fosfat (Tabel 3). Hasil penelitian Goenadi & Saraswati (1993) mengungkapkan bahwa kemampuan cendawan melarutkan P lebih besar dibandingkan bakteri. Cendawan dapat melarutkan P hingga dua kali pada pH 4,6–2,9 dan bakteri sekitar 1,5 kali pada pH 6,5–5,1. Di antara sekian banyak contoh tanah yang diuji, pada areal pertanian sayuran banyak dijumpai jenis cendawan *Aspergillus* spp. dibandingkan dengan jenis *Penicillium* spp., dan *Trichoderma* spp., sedangkan gambaran mikroskopis

dari spesies cendawan *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., dan *Trichoderma* spp. yang masing-masing berasal dari rizosfir tanaman cabai, sawi, dan bawang merah disajikan pada Gambar 2.

Dari Gambar 2 terlihat jelas perbedaan morfologi spora yang tersusun pada konidioforanya antara cendawan *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., dan *Trichoderma* spp.. Pada *Aspergillus* spp., ujung konidioforanya terjadi pembengkakan yang disebut *vesicle*. Dari ujung *vesicle* terdapat tangkai-tangkainya yang disebut sterigma yang menyangga untaian konidia, sedangkan pada cendawan *Penicillium* spp., pada bagian ujung konidioforanya bercabang-cabang (sterigmanya bercabang-cabang). Dari ujung-ujung sterigma tersebut tumbuh konidia yang beruntai. Pada cendawan *Trichoderma* spp., memperlihatkan susunan sterigma yang spesifik yaitu sterigma membentuk





Gambar 2. Mikroskopis dari cendawan *Penicillium* spp. dari rizosfir tanaman cabai (a), *Aspergillus* spp. dari rizosfir tanaman sawi (b), *Trichoderma* spp. dari rizosfir tanaman bawang merah (c) (*Microscopic fungus of Penicillium spp. from chili plants (a), Aspergillus spp. from chinese cabbage plants (b), and Trichoderma spp. from shallots plants (c)*)

tegak lurus dengan konidiofornya. Dari setiap cabang sterigma tumbuh lagi sterigma kedua yang bentuknya tegak lurus dengan sterigma pertama. Dari ujung sterigma kedua itu tumbuh konidia-konidia lanjutan.

Hasil pengujian dari beberapa isolat cendawan dalam kemampuan melarutkan fosfat dapat dilihat pada Tabel 4. Isolat dari nomor 1 sampai dengan nomor 23 merupakan isolat yang termasuk ke dalam cendawan spesies *Aspergillus* spp. dan *Penicillium* spp., sedangkan isolat nomor 24 sampai dengan nomor 35 merupakan isolat dari cendawan *Trichoderma* spp.. Dari hasil identifikasi dan karakterisasi tersebut menunjukkan bahwa tidak semua isolat cendawan yang diisolasi memiliki kemampuan melarutkan fosfat dengan baik. Isolat cendawan yang memiliki nilai indeks melarutkan fosfat (IMP) $\leq 2,0$ menunjukkan bahwa isolat-isolat tersebut tidak memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat. Sebaliknya isolat-isolat yang mempunyai nilai IMP $> 2,0$, artinya isolat-isolat tersebut memiliki kemampuan untuk melarutkan fosfat (Tabel 4).

Dari hasil penelitian ini menunjukkan terdapat isolat yang mempunyai IMP yang cukup tinggi yaitu isolat dengan nomor kode Kb3-1g-as-1, Bm14-mj-pe-1, dan Cb9-gt-as-3 yang masing-masing memiliki nilai IMP 2,50; 2,94, dan 3,04. Isolat nomor 24 sampai dengan nomor 35 merupakan isolat dari cendawan *Trichoderma* spp.. Beberapa isolat cendawan *Trichoderma* spp. yang diisolasi dari contoh tanah yang dikoleksi tidak menunjukkan kemampuan untuk melarutkan fosfat, karena isolat-isolat yang dikulturkan tersebut tidak menunjukkan adanya zona bening pada media selektif seperti terlihat pada Gambar 1b.

Pengaruh Isolat Cendawan terhadap Pertumbuhan Tanaman

Sebanyak 10 isolat cendawan terpilih dengan nilai IMP tinggi $> 2,0$ (Tabel 4) telah diuji pengaruhnya pada pertumbuhan tanaman beet, kubis, dan tomat di *screenhouse*. Pengaruh isolat-isolat cendawan dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.

Secara umum respons tanaman tomat, kubis, dan beet terhadap perlakuan isolat cendawan terpilih cukup menarik dan bervariasi bergantung dari jenis tanaman dan juga parameter tanaman seperti pertumbuhan tinggi tanaman, panjang akar tanaman, dan bobot biomasa dari tanaman (Gambar 3 dan 4). Keragaman respons pertumbuhan dari rerata panjang akar tanaman yang diamati sangat berbeda nyata dari pengaruh isolat terhadap jenis tanaman dibandingkan dengan respons pada tinggi tanaman (Gambar 3). Hal tersebut diduga selain pengaruh mikrob pelarut fosfat, juga diduga adanya indikasi dari pengaruh isolat tersebut memiliki kemampuan menghasilkan hormon pertumbuhan yang perlu diteliti lebih lanjut.

Beberapa isolat cendawan yang dipilih dari Tabel 4 dapat memberikan rangsangan terhadap pertumbuhan tinggi dan panjang akar tanaman tomat, kubis, dan beet. Sementara keragaan tanaman kontrol (tanpa isolat cendawan) menunjukkan pertumbuhan yang relatif kurang subur jika dibandingkan dengan tanaman sayuran yang diberi isolat-isolat dari cendawan *Aspergillus* spp. dan *Penicillium* spp.. Beberapa isolat cendawan tersebut bersifat spesifik dan dapat berinteraksi secara positif dengan tanaman sayuran (beet, kubis, dan tomat). Berdasarkan hasil penelitian yang lain memperlihatkan bahwa mikrob dari spesies



Tabel 4. Pengujian beberapa isolat cendawan dalam kemampuannya sebagai pelarut fosfat (*Characteristics of fungus isolates in capability as solubilize phosphate*)

Kode isolat (<i>Isolates code</i>)	Diameter koloni (<i>Diameter of colony</i>), cm	Diameter zona bening (<i>Diameter of clear zone</i>), cm	Rerata indeks melarutkan fosfat (<i>Average of solubilizing phosphate index</i>), IMP
Kb3-lg-as-1	3	4,5	2,50 (1)
Bd16-mj-as-1	4,8	6	2,25
Bd16-mj-as-2	4,8	6	2,25
Bm14-mj-pe-1	1,7	3,3	2,94 (2)
Bm14-mj-pe-2	4,8	5,7	2,19
Tb17-br-as-1	3,4	3,8	2,12
Kb11-gt-as-1	4,5	6,3	2,40 (3)
Kb11-gt-as-2	4	5,8	2,45 (4)
Cb9-gt-as2	4,7	6	2,28
Bd16-mj-as-3	3,5	5	2,43 (5)
Kb3-lg-as-3	3,3	4,5	2,36 (6)
To4-lg-as-2	1,8	2,5	2,39 (7)
Tb17-br-as-2	2,3	3,2	2,39 (8)
Kb3-lg-as2	6	7	2,17
Tb17-br-as-3	4	4,5	2,13
Cb9-gt-as-3	2,8	5,7	3,04 (9)
To4-lg-as-1	3,5	4,5	2,29 (10)
Cb2-lg-as2	3	3,5	2,17
Kb11-gt-as-3	1,5	1,5	2,00
Tb17-br-as-4	4	4	2,00
Cr23-bl-as-1	1,5	1,5	2,00
Kb3-lg-as-4	2	2	2,00
Sw28-ja-pe-1	-	-	-
Rm1-lg-tr-2	-	-	-
Bm6-gt-tr-2	-	-	-
Tm7-gt-tr-1	-	-	-
Kt8-gt-tr-1	-	-	-
To10-gt-tr-3	-	-	-
Kbb12-gt-tr-2	-	-	-
Kbb12-gt-tr-3	-	-	-
Bm14-mj-tr-4	-	-	-
Bm19-br-tr-1	-	-	-
Jg22-br-tr-1	-	-	-
To24-bl-tr-1	-	-	-
Kb25-cy-tr-3	-	-	-

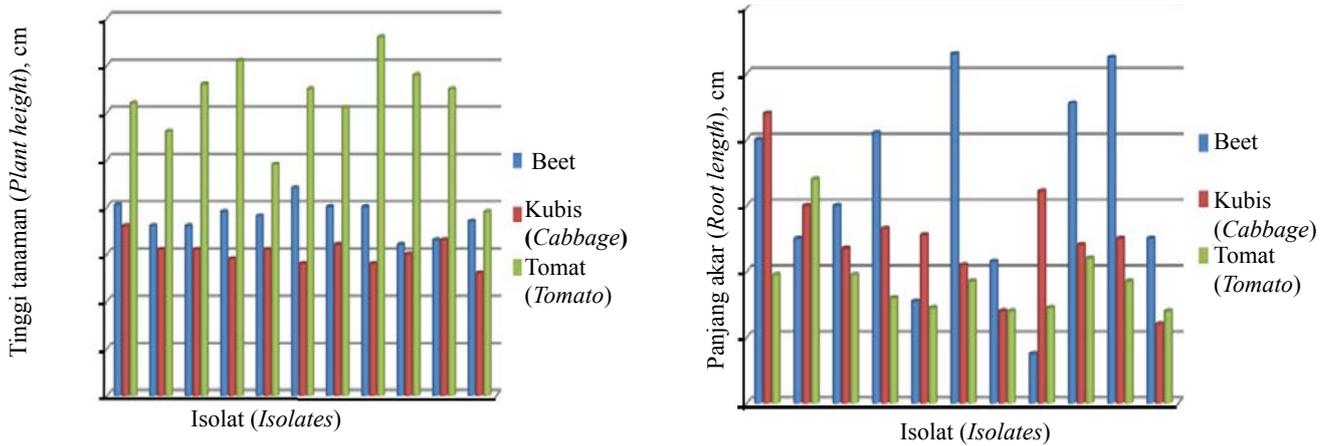
1) (-) tidak ada zona bening (*no clear zone*) 2) Isolat 1 – 22 = *Aspergillus* spp. dan *Penicillium* spp.

Azotobacter merupakan bakteri fiksasi N₂ yang dapat menghasilkan substansi zat pengatur tumbuh seperti giberelin, sitokinin, dan asam indol asetat, sehingga dapat memacu pertumbuhan akar tanaman (Alexander dalam Saraswati & Sumarno 2008). Dari hasil penelitian ini diduga akibat adanya cendawan yang dapat menghasilkan bahan-bahan kimia yang berguna

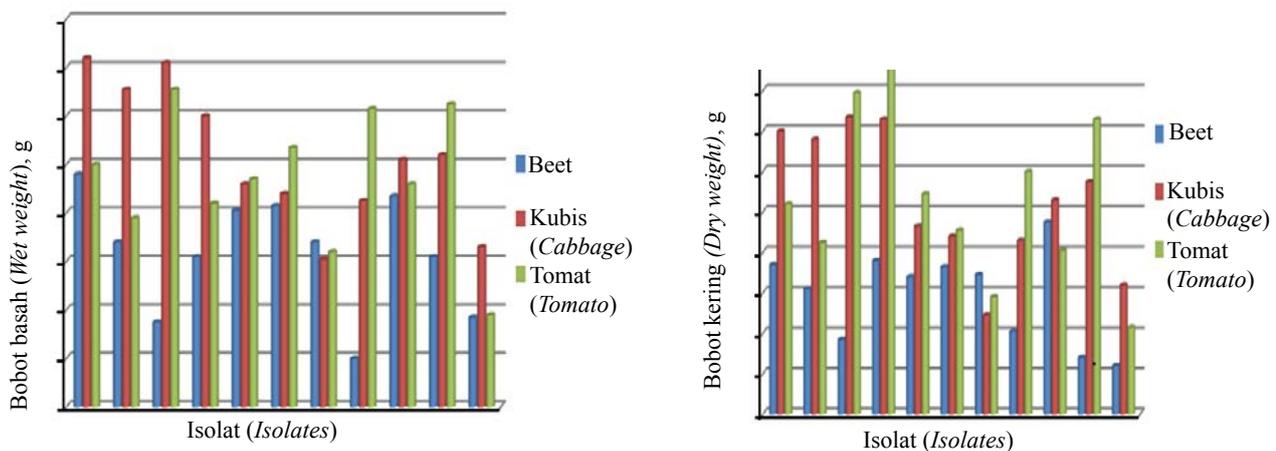
seperti hormon, baik langsung maupun tak langsung yang dapat merangsang pertumbuhan akar dan tinggi tanaman (Gambar 3).

Dari hasil pengamatan lebih lanjut, isolat-isolat cendawan terpilih tersebut juga dapat memberi pengaruh positif terhadap bobot basah dan bobot kering (Gambar 4). Panjang akar yang relatif lebih





Gambar 3. Pengaruh isolat cendawan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dan panjang akar tanaman beet, kubis, dan tomat (*Effect of fungus isolates on plant height and roots-length of beet, cabbage, and tomato plants*)



Gambar 4. Pengaruh isolat cendawan terhadap bobot basah dan bobot kering tanaman beet, kubis, dan tomat (*Effect of fungus isolates on wet and dry weight of beet, cabbage, and tomato plants*)

panjang jika dibandingkan dengan kontrol (tanpa diberi cendawan berguna), memberikan pengaruh terhadap kemampuan tanaman dalam pengambilan unsur hara tanah yang lebih luas jika dibandingkan dengan akar tanaman yang relatif lebih pendek. Akar tanaman yang relatif panjang dan bobot akar yang relatif lebih berat menunjukkan bahwa akar tanaman yang diinokulasi cendawan berguna relatif lebih mampu menyerap unsur hara yang lebih banyak. Isolat-isolat berguna tersebut bekerja secara sinergis dengan akar-akar tanaman yang sifatnya saling menguntungkan untuk mendukung pertumbuhan tanamannya relatif lebih baik. Kelompok cendawan yang sifatnya sinergis dengan tanaman dan saling menguntungkan tersebut dapat digunakan sebagai bahan aktif untuk pupuk hayati.

Selanjutnya gambaran keragaan visual pengaruh isolat-solat cendawan terpilih pada pertumbuhan dan

perkembangan tanaman tomat, kubis, dan beet dapat dilihat pada Gambar 5.

Kelompok mikroba yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman digambarkan sebagai mekanisme mikroba yang mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh, mampu melarutkan fosfat, menekan patogen atau bersifat antagonis (Frankenberger & Arshad 1995). Cendawan yang diperoleh dari hasil penelitian ini (*Aspergillus* spp. dan *Penicillium* spp.) termasuk ke dalam kelompok cendawan yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman, karena cendawan tersebut dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman kubis, tomat, dan beet. Cendawan tersebut diduga menghasilkan zat pengatur tumbuh yang dapat merangsang perpanjangan akar dan menambah bobot basah dan bobot kering tanaman kubis, tomat, dan beet. Menurut Yasmin *et al.* (2009) mikroba tanah dapat menghasilkan zat pengatur





- (a) **Ketiga tanaman tomat dari kiri diinokulasi isolat cendawan berguna dan tanaman yang paling kanan tidak diinokulasi cendawan (kontrol) (Three of tomato plants from left was inoculated by beneficial fungus and plant in the right one was not inoculated by fungus (control))**



- (b) **Keempat tanaman kubis dari kiri diinokulasi isolat cendawan berguna dan tanaman yang paling kanan tidak diinokulasi cendawan (kontrol) (Four of cabbage plants from left was inoculated by beneficial fungus and plant in the right one was not inoculated by fungus (control))**



- (c) **Ketiga tanaman beet dari kiri diinokulasi isolat cendawan berguna dan tanaman yang paling kanan tidak diinokulasi cendawan (kontrol) (Three of beet plants from left was inoculated by beneficial fungus and plant in the right one was not inoculated by fungus (control))**

Gambar 5. Pengaruh beberapa isolat cendawan berguna terhadap pertumbuhan tanaman tomat, kubis, dan beet (Effects of beneficial fungus isolates on growth of tomato, cabbage, and beet plants)

tumbuh dari golongan auksin, sitokinin, gibrelin, dan etilen.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Cendawan berguna yang teridentifikasi dan potensial sebagai pelarut fosfat yaitu sebanyak 20 isolat dari genus *Aspergillus* spp. dan tiga isolat di antaranya merupakan spesies *Penicillium* spp. Sebanyak 12 isolat cendawan lain termasuk ke dalam spesies *Trichoderma* sp. yang tidak dapat berfungsi sebagai pelarut fosfat.
2. Isolat cendawan pelarut fosfat yang mempunyai nilai indeks melarutkan fosfat (IMP) cukup tinggi, yaitu isolat nomor Kb-3-lg-as-1, Bm14-mj-pe-1, dan Cb9-gt-as-3 yang memiliki nilai IMP masing-masing sebesar 2,50, 2,94, dan 3,04.
3. Sebanyak 10 isolat dari spesies cendawan *Aspergillus* spp. dan *Penicillium* spp. yang dikoleksi dapat memberikan pengaruh baik dan memberikan rangsangan posisif terhadap pertumbuhan tanaman tomat, kubis, dan beet.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Badan Litbang Pertanian, melalui dana Penelitian Kemitraan tahun 2011, untuk itu di sampaikan terima kasih. Selanjutnya ucapan terima kasih disampaikan kepada staf Laboratorium Proteksi Tanaman Balitsa, yaitu sdr. Tati Rubiati, BSc, Yati Rohmayati, dan Santi yang banyak membantu pelaksanaan kegiatan di laboratorium.

PUSTAKA

1. Christensen, M & Raper, KB 1978, 'Synoptic key to *Aspergillus nodulans* group species and related *Emericella* species', *Transactions of the British Mycological Soc.*, vol. 71, pp.177-91.
2. Frankenberger, JRWT & Arshad, M 1995, *Phytohormones in soils, microbial production and function*, Marcel Dekker Inc., New York.
3. Goenadi, D H & Saraswati, R 1993, 'Kemampuan melarutkan fosfat dari beberapa isolat fungi pelarut fosfat', *Menara Perkebunan*, vol. 61, no. 3, hlm. 457-66.
4. Irisarri, P, Gonnet, S & Monza, J 2001, 'Cyanobacteria in Uruguayan rice fields: diversity, nitrogen fixing ability, and tolerance to herbicides and combined nitrogen', *Bio-technol.*, vol. 91, no. 4, pp. 2-3 & 95-103.
5. Karlen, DL, Hurley, EG & Mallarino, AP 2006, 'Crops rotation on soil quality at three northern/soybean belt location', *Agron. J.*, vol. 98, pp. 484-95.
6. Marx, DH, Marrs, Len, F & Cordell, Ch E 2002, 'Practical use of the mycorrhizal fungal technology in forestry, reclamation, arboriculture, agriculture and horticulture', *Dendrobiol.*, vol. 47, pp. 27-40.
7. McLean, K L, Hunt, J & Stewart, A 2001, 'Compatibility of the biocontrol agent *Trichoderma harzianum* C 52 with selected fungicides, New Zealand', *Plant Protec.*, vol. 54, pp. 84-8.
8. Pitt, JL 1985, *A laboratory guide to common Penicillium species*, CSIRO, Division of Food Research, North Ryde, New South Wales, Australia.
9. Raper, KB & Fennell, DI 1965, *The genus Aspergillus*, The Williams & Wilkins Company, Baltimore, Maryland.
10. Reijntjes, C, Havercort, B & Bayer, W 1999, *Pertanian masa depan, Pertanian dan Keberlanjutan*, ILEIA, Penerbit Kanisius, Jakarta.
11. Saraswati, R & Sumarno 2008, 'Pemanfaatan mikroba penyubur tanah sebagai komponen teknologi pertanian', *IPTEK, Tanaman Pangan*, vol. 3, no. 1, hlm. 41-58.
12. Seenivasan, N, Devrajan, K, Nirmal Johnson, SB & Rajendran, G, 2004, 'Influence of different VAM fungi on cotton (*Gossypium arboreum* L.) infested with reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*', *Madras Agric. J.*, vol. 91, no. 4, pp. 332-6.
13. Stoate, C, Boatman ND, Borralho, RJ, Carvalho, CR, de Snoo, GR & Eden, P 2001, 'Ecological impacts of arable intensification in Europe', *J. Environ. Manage.*, vol. 63, no. 4, pp. 337-65.
14. Suresh Babu, G, Hans, RK, Singh, J, Viswanathan, PN & Joshi, PC, 2001, 'Effect of lindane on the growth and metabolic activities of cyanobacteria', *Ecotoxicol Environ. Saf.*, vol. 48, no. 2, pp. 219-21.
15. Thaker, MN & Jasrai, YT 2002, 'Increased growth of micropropagated banana (*Musa paradisiaca*) with VAM symbiont', *Plant Tissue Culture.*, vol. 12, no. 2, pp. 147-54.
16. Yasmin, F, Othman, R, Sijam, K & Saad, MS 2009, 'Characterization of beneficial properties of plant growth-promoting rhizobacteria isolated from sweet potato rhizosphere', *Afr. J. Microbiol. Res.*, vol. 3, no 11, pp. 815-21.

