

PEMANFAATAN PUPUK HAYATI (*BIOFERTILIZER*) PADA TANAMAN REMPAH DAN OBAT

Biofertilizer Utilization on Spices and Medicinal Plants

ANDRIANA KARTIKAWATI, O. TRISILAWATI, dan I. DARWATI

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute

Jalan Tentara Pelajar No 3, Bogor 16111, Indonesia

E-mail: andrianakartikawati@yahoo.com

ABSTRAK

Peningkatan hasil produksi pertanian khususnya pada tanaman rempah dan obat lebih banyak menggunakan pupuk kimia. Hal tersebut dapat memberikan efek negatif bagi lingkungan, antara lain degradasi lahan baik secara fisik (degradasi struktur tanah), kimia dan biologi, serta polusi air tanah. Solusi yang diupayakan untuk menanggulangi dampak penggunaan pupuk kimia yaitu pemanfaatan mikroorganisme dalam pupuk hayati. Aplikasi pupuk hayati sudah dikembangkan secara luas pada tanaman rempah dan obat. Pupuk hayati menjaga lingkungan tanah yang kaya hara mikro dan makro melalui fiksasi nitrogen, pelarutan fosfor dan mineralisasi kalium, pelepasan zat pengatur tumbuh tanaman, produksi antibiotik dan biodegradasi bahan organik tanah. Mikroorganisme yang digunakan dalam pupuk hayati terdiri dari berbagai macam, seperti mikoriza, fungi dan bakteri, baik yang bersimbiosis dengan tanaman maupun yang hidup bebas di lingkungan. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh pupuk hayati pada tanaman rempah dan obat. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pupuk hayati memberikan pengaruh positif pada berbagai tanaman rempah dan obat seperti lada, cengkeh, jahe, artemisia, ketumbar, panili, adas, dan lain-lain. Hal ini dapat dilihat pada peningkatan parameter pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah dan luas daun, perakaran), maupun hasil senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan. Penggunaan pupuk hayati pada tanaman memberi dampak kesehatan manusia dan lingkungan.

Kata kunci: pupuk hayati, tanaman rempah dan obat

ABSTRACT

Increased agricultural production, especially in spices and medicinal plants utilize chemical fertilizers wildly. It could provide negative effect to the environment,

including land degradation by physically (soil structure degradation), chemically and biologically, and also groundwater pollution. Attempted solutions to cope with the impact of chemical fertilizers utilization is by using beneficial microorganisms in the form of biofertilizer. Biofertilizer maintains soil environment having rich in micro and macro nutrients through N fixation, solubilize and mineralize phosphorus and potassium, release plant growth regulators, antibiotic production and biodegradation of soil organic matter. There are various kinds of microorganisms contain in biofertilizers, such as mycorrhiza, fungi and bacteria, which have mutual symbiotic with plants and also free-living microorganisms in their environment. The application of biological fertilizer has been developed extensively on spices and medicinal plants. Many studies have been conducted to find the effect of biofertilizer on spices and medicinal plants. The results showed that the usage of biofertilizers have a positive effect on various crops and medicinal spices such as pepper, clove, ginger, artemisia, coriander, vanilla, fennel, and others. It can be seen on the increase of plant growth and secondary metabolites content produced by these plants.

Key words: biofertilizers, spices and medicinal plants.

PENDAHULUAN

Pertanian konvensional berperan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan seiring dengan perkembangan populasi manusia yang tumbuh cepat (Santos *et al.*, 2012). Peningkatan produksi pangan dapat dilakukan dengan pendekatan intensifikasi pertanian melalui penggunaan pupuk kimia. Namun penggunaan pupuk kimia secara terus-menerus dapat merusak keseimbangan hara di dalam tanah

(Plante, 2007). Penggunaan bahan kimia buatan baik pupuk maupun pestisida untuk meningkatkan produksi pertanian dapat merusak lingkungan. Pupuk kimia industri terdiri dari nitrogen, fosfor dan kalium. Penggunaan pupuk kimia yang berlebihan menyebabkan polusi udara dan air tanah serta meningkatkan kandungan hara di perairan (*eutrofikasi*) (Youssef and Eissa, 2014). Dampak negatif lain terhadap ekosistem tanah adalah pengerasan tanah, penurunan bahan organik, kontaminasi logam berat, resistensi hama dan penyakit tertentu, dan dapat menghilangkan jenis predator dan parasitoid (Stoate *et al.*, 2001). Selain itu, tingginya penggunaan pupuk kimia dalam waktu yang lama akan mengakibatkan degradasi lahan baik secara fisik, kimia dan biologi.

Perkembangan bidang bioteknologi telah mendukung tingkat kesadaran masyarakat terhadap dampak negatif akibat penggunaan bahan-bahan kimia, yang mendorong berkembangnya produk-produk alternatif yang lebih ramah lingkungan seperti pupuk hayati (*biofertilizer*). Pada awalnya pupuk hayati digunakan pada tanaman pangan, tetapi sekarang pupuk hayati sudah banyak digunakan pada tanaman rempah dan obat.

Dalam tulisan ini dibahas pupuk hayati dan mikroorganisme di dalamnya, pengaruh penggunaan pupuk hayati pada beberapa jenis tanaman rempah dan obat, serta permasalahan dalam penggunaan pupuk hayati.

PUPUK HAYATI

Pupuk ialah bahan yang diberikan ke dalam tanah, baik organik, anorganik, pembenah tanah, kapur pertanian, mulsa, maupun tepung belerang, untuk memperbaiki kondisi fisik, kimia dan biologi tanah dan meningkatkan produksi tanaman.

Pupuk kimia atau pupuk mineral adalah pupuk yang mengandung satu atau lebih senyawa anorganik. Beberapa manfaat dan keunggulan pupuk kimia antara lain mampu menyediakan hara dalam waktu relatif lebih cepat, menghasilkan nutrisi tersedia yang siap diserap tanaman, kandungan jumlah nutrisi lebih

banyak, tidak berbau menyengat, praktis dan mudah diaplikasikan.

Kelemahan dari pupuk kimia adalah harganya relatif mahal, mudah larut dan mudah hilang, dan dapat menimbulkan polusi pada tanah. Unsur yang paling dominan dalam pupuk kimia adalah N, P, dan K. (Leiwakabessy dan Sutandi, 2004). Penggunaan pupuk kimia dalam jangka waktu yang relatif lama dapat menyebabkan tanah menjadi cepat mengeras, kurang mampu menyimpan air, dan pH tanah menjadi asam sehingga dapat menurunkan produktivitas tanaman (Parman, 2007). Walaupun pemupukan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, tetapi dapat juga menghambat perkembangan populasi mikroorganisme tanah tertentu. Pemupukan dapat mengurangi kolonisasi antara perakaran tanaman dengan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) (Treseder, 2004).

Pupuk hayati didefinisikan sebagai zat yang mengandung mikroorganisme hidup dan bila diterapkan pada benih, permukaan tanaman, atau tanah, dapat berkolonisasi dengan rhizosfer atau bagian dalam tanaman dan mendorong pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan pasokan atau ketersediaan nutrisi utama bagi tanaman inang (Vessey, 2003). Pupuk hayati adalah produk biologi aktif terdiri dari mikroorganisme yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan dan kesehatan tanah, sedangkan komposisi mikroorganisme/mikrofauna dan bahan pembawa penyusun pupuk hayati merupakan formula pupuk hayati (PERMENTAN No. 28/Permentan/SR.130/5/2009).

Pupuk hayati memberi manfaat bagi pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil panen (Vessey, 2003). Pupuk hayati berperan menjaga lingkungan tanah melalui fiksasi N pada tanah yang kaya jenis mikro dan makro-nutrisi, pelarutan P dan kalium atau mineralisasi, pelepasan zat pengatur tumbuh tanaman, serta produksi antibiotik dan *biodegradasi* bahan organik (Sinha *et al.*, 2014). Ketika pupuk hayati diaplikasikan pada benih atau tanah, mikroorganisme yang terkandung di dalamnya akan berkembang biak dan berperan aktif dalam pemberian nutrisi dan meningkatkan produktivitas tanaman (Singh *et al.*, 2011).

MIKROORGANISME DALAM PUPUK HAYATI

Pada umumnya mikroorganisme dalam pupuk hayati meliputi penambat N, pelarut P, perombak bahan organik, serta penghasil siderofor dan hormon tumbuh seperti IAA, giberelin, sitokinin, dan etilen (Cattelan *et al.*, 1999). Auksin berperan sebagai hormon pemacu tumbuh pada tanaman dan biasanya ditemukan pada jaringan meristem (Spaepen *et al.*, 2007). IAA yang dihasilkan oleh bakteri dalam tanaman berperan meningkatkan jumlah rambut akar dan akar lateral tanaman (Okon and Kapulnik, 1986). Hormon IAA mampu mensintesis unsur hara yang secara biologis dapat meningkatkan perkecambahan biji, tinggi dan pertumbuhan tanaman (Berkum and Bohlool, 1980). Sitokinin dan giberelin berperan dalam perkembangan dan pembelahan sel (Taiz dan Zeiger, 1991).

Menurut Pan *et al.*, (1999) dan Timmusk *et al.*, (1999), hormon yang dihasilkan oleh bakteri tanah dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh secara langsung dengan cara meningkatkan pertumbuhan tanaman, dan sebagai fasilitator dalam penyerapan beberapa unsur hara dari lingkungan. Sedangkan secara tidak langsung, melalui mekanisme penghambatan organisme patogen pada tanaman oleh fitohormon yang dihasilkan.

Pupuk hayati berperan meningkatkan ketersediaan unsur hara tanaman dalam tanah karena mikroorganisme dalam pupuk hayati melakukan dekomposisi dan mineralisasi hara dari bahan organik tanah, pelarutan hara dari unsur anorganik yang kompleks, dan memperbaiki sifat fisik tanah (James *et al.*, 2000). Pupuk hayati juga dapat meningkatkan mikroorganisme tanah yang bermanfaat, meningkatkan ketersediaan hara, memperbaiki agregat tanah, menghasilkan zat pemacu tumbuh dan tidak berbahaya bagi lingkungan (Syaputra *et al.*, 2011).

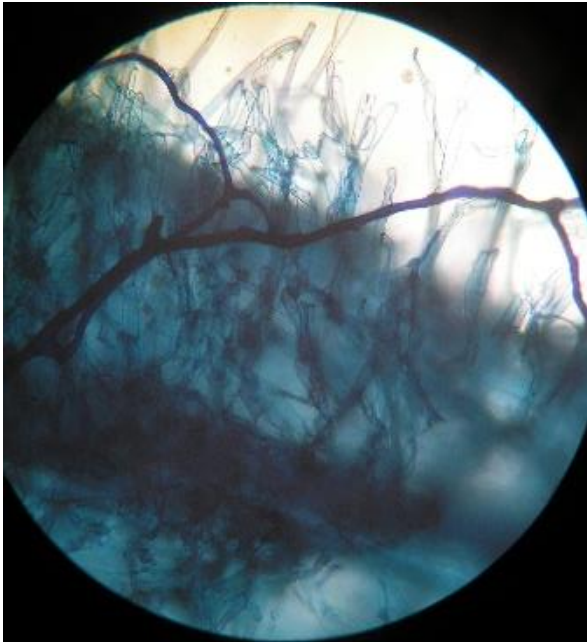
Mikroorganisme yang umum digunakan sebagai bahan aktif pupuk hayati ialah mikroorganisme penambat N, pelarut P, dan mikroorganisme penghasil zat pengatur tumbuh (ZPT). Mikroorganisme yang teridentifikasi

sebagai penyedia unsur nitrogen antara lain: *Azotobacter chroococcum*, *Azomonas agilis*, *Azotobacter beijerinckii*, *Azospirillum lipoperum*, *Azospirillum brasilense*, *Blue Green Algae*, *Rhizobium japonicum*, *Rhizobium lupine*, dan *Rhizobium leguminosarum*. Kelompok mikroorganisme pelarut fosfat antara lain *Aspergillus niger*, *Bacillus megatenum*, *Lolium multiflorum*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas diminuta*, dan *Penicillium* (Syarifudin, 2002). Mikroorganisme pelarut fosfat mampu mengubah bentuk P terfiksasi menjadi P yang lebih larut dan mudah diambil tanaman (Rodriguest dan Fraga dalam Mittal *et al.*, 2008). Selain itu, mikroorganisme ini juga meningkatkan pertumbuhan dengan mekanisme memproduksi fitohormon seperti IAA yang merupakan pemacu tumbuh tanaman (Mittal *et al.*, 2008). Bakteri *Azotobacter* dan *Azospirillum* dapat memacu pertumbuhan tanaman melalui fiksasi nitrogen, dan menghasilkan hormon pertumbuhan seperti auksin, giberelin, dan sitokinin (Nasahi, 2010).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi bakteri aerobik *Azotobacter* sp yang hidup bebas dalam tanah memberikan pengaruh positif pada berbagai tanaman. Studi lain menunjukkan bahwa *Azotobacter* selain efektif untuk fiksasi nitrogen juga memproduksi hormon tumbuh, bahan fungisida, siderofor, dan mampu melarutkan fosfat (Jalilian *et al.*, 2012). Penggunaan isolat mikroorganisme lokal (*indigenous*) lebih dianjurkan dalam seleksi inokulasi pada tanaman karena mikroorganisme tersebut telah beradaptasi dengan kondisi ekologi setempat dibandingkan dengan strain non-indigenous (Bhattarai and Hess dalam Kizilkaya, 2008).

Fungi mikoriza arbuskula (FMA), cendawan pembentuk mikoriza, banyak mendapat perhatian dari para ahli lingkungan dan biologis, serta banyak dimanfaatkan untuk tanaman pertanian, hortikultura, kehutanan dan perkebunan. FMA merupakan agen biologi sebagai bentuk simbiosis antara perakaran tanaman dengan jamur tertentu, melalui struktur khusus yang disebut vesikel dan arbuskul, dan asosiasinya dapat memberikan efek positif bagi tanaman inangnya. FMA dapat berasosiasi

dengan sekitar 80% - 90% tanaman darat (Wang dan Qui, 2006), membantu efisiensi penyerapan hara, meningkatkan angkutan fosfat, (Lange dan Vlek, 2000), meningkatkan penyerapan unsur hara seperti P, K, Ca dan Mg, menstimulasi pertumbuhan tanaman, dan meningkatkan resistensi tanaman terhadap kekeringan (De La Cruz, 1991).



Gambar 1. Infeksi FMA pada perakaran (foto: O. Trisilawati).

Menurut Widiastuti (2003), beberapa efek positif yang diperoleh tanaman inang akibat bersimbiosis dengan mikoriza, yaitu: 1) peningkatan daya serap air dan hara, terutama unsur N, P, K, Cu, S, Zn, dan Mo; 2) peningkatan ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen akar, kondisi tanah salin, kelembaban tanah yang rendah, temperatur tanah yang tinggi serta faktor-faktor merugikan lainnya; 3) peningkatan toleransi tanaman terhadap defisiensi hara pada tanah tidak subur dan toleransi terhadap kemasaman serta toksisitas Al, Fe, Mn dan Zn pada tanah masam; 4) peningkatan laju fotosintesis dan toleransi fotosintat ke akar, produksi hormon seperti IAA, sitokinin, auksin dan giberelin, dan eksudasi asam-asam organik dari akar, serta permeabilitas membran terhadap lintasan hara; dan 5) mempercepat fase fisiologis

definitif, sehingga waktu berbunga dan panen dipercepat serta meningkatkan daya survival tanaman pada awal pertanaman.

PENGGUNAAN PUPUK HAYATI PADA TANAMAN REMPAH DAN OBAT

Pupuk hayati berpeluang besar untuk dimanfaatkan pada tanaman rempah dan obat karena kehidupan jenis mikrobia tidak bergantung pada satu komoditas tanaman. Berbagai penelitian aplikasi pupuk hayati pada beberapa jenis tanaman obat dan rempah telah dilakukan, dengan parameter pengamatan yang beragam sesuai dengan kebutuhan seperti pada daun, batang dan akar, sedangkan jenis dan dosis mikroorganisme yang diaplikasikan disesuaikan dengan target pada bagian tanaman.

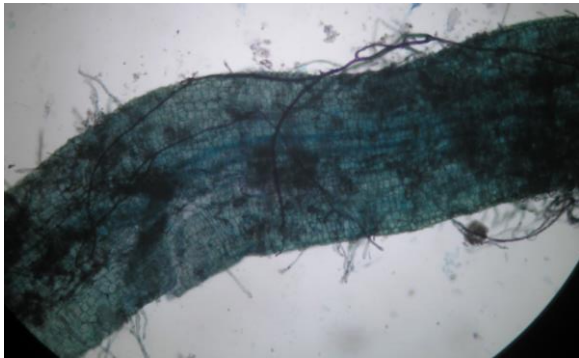
Tanaman Rempah

Lada (*Piper nigrum* L)

Aplikasi mikroorganisme penambat N dan pelarut P (*Azotobacter* dan *Penicilium*) 50 ml dan mikoriza 10 gram/tanaman yang diberikan pada 1 dan 4 minggu setelah pemupukan dikombinasikan dengan pemupukan 50% dari dosis standar pada lada, menghasilkan pertumbuhan vegetatif yang lebih baik dari pada kontrol. Bobot kering tajuk dan akar tanaman lada pada keempat inokulum yang diuji masing-masing berkisar 28,49 - 31,26 g dan 3,80 - 5,06 g, bobot kering tajuk pada perlakuan mikoriza hanya 8,72 g dan 10,68 g, serta 1,73 g dan 2,17 g untuk bobot kering akar. Dua inokulum penambat N dan dua inokulum pelarut P berperan dalam pembentukan biomass tanaman lada. Keempat inokulum yang digunakan mampu mengurangi penggunaan pupuk anorganik NPK sebesar 50%, serta meningkatkan pertumbuhan vegetatif, biomass tanaman dan serapan hara N, P dan K (Herman *et al.*, 2012).

Penelitian aplikasi pupuk hayati menggunakan inokulum mikoriza arbuskula (MA) terhadap bibit lada menunjukkan bahwa inokulum spora *Glomus* spp. dapat meningkatkan jumlah daun, tinggi tanaman dan panjang akar lada masing-masing sebesar 12%, 16% dan 15% (Hasanah *et al.*, 1990), selain itu inokulasi FMA

pada stek benih lada juga meningkatkan panjang batang, jumlah akar, dan mempersingkat masa pembibitan (Aguzaen, 2009). Inokulasi campuran MA (*Glomus* sp. 1L, *Glomus* sp. 2L, *Gigaspora* sp., dan *Acaulospora* sp.) ditambah 250 g pupuk kandang pada benih lada perdu, dapat meningkatkan jumlah daun ($\pm 18\%$), tinggi batang ($\pm 14\%$), volume dan bobot kering akar ($\pm 27\%$ dan 67%), serta bobot kering biomas ($\pm 23\%$) (Trisilawati dan Rohimat, 2005).



Gambar 2. Infeksi FMA pada perakaran lada dan inang sorgum (foto: O. Trisilawati).

Cengkeh (*Syzygium aromaticum*)

Beberapa hasil penelitian aplikasi FMA pada benih tanaman cengkeh menunjukkan pengaruh yang positif meningkatkan pertumbuhan dan menekan intensitas penyakit. Pemberian mikoriza arbuskula *Glomus* sp mampu mendukung pertumbuhan bibit cengkeh Zanzibar dan menekan intensitas penyakit bercak daun cengkeh (Putri *et al.*, 2016). Konsorsium FMA tertentu kompatibel terhadap benih cengkeh. Inokulasi konsorsium FMA pada perakaran benih cengkeh menghasilkan pertumbuhan (luas daun, tinggi, diameter batang, kandungan klorofil) benih cengkeh yang lebih baik (Trisilawati, 2015).

Jahe (*Zingiber officinale* L)

Jahe termasuk tanaman yang membutuhkan unsur hara tinggi (Januwati dan Yusron, 2003). Pemanfaatan pupuk hayati (jamur dan bakteri) dan fosfat alam pada budidaya jahe menghasilkan peningkatan bobot rimpang dan kandungan oleoresin. Hasil penelitian Trisilawati *et al.*, (2003) menunjukkan bahwa pemberian 500 spora jamur MA dapat meningkatkan bobot segar dan rimpang kering jahe putih besar

sebesar 32,6% dan 54,65%, bobot rimpang segar jahe merah sebesar 41,9% dan jahe putih kecil sebesar 137,56%, serta meningkatkan serapan hara P rimpang sebesar 68,7%. Inokulasi FMA dapat meningkatkan produksi oleoresin pada biomas segar jahe. Produksi oleoresin biomas segar jahe pada perlakuan inokulasi FMA *Scutellospora heterogama* dan *Gigaspora decipiens* sebesar 3,48% dan 1,58%, sedangkan pada kontrol sebesar 0,99% (da Silva *et al.*, 2008).

Pemberian 350 kg/ha fosfat alam, 140 kg/ha pupuk hayati (*Azospirillum lipoferum*, *Azotobacter beijerinckii*, *Aeromonas punctata* dan *Aspergillus niger*) dan 400 kg/ha zeolit dapat meningkatkan rimpang segar sebesar 11,54% dibandingkan dengan pemberian pupuk SP-36 sebanyak 300 kg/ha (Januwati dan Yusron, 2003). Penerapan batuan fosfat yang dikombinasikan dengan bakteri pelarut fosfat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah (Yusron dan Januwati, 2005). Kombinasi berbagai macam mikroorganisme yang diterapkan pada tanaman jahe membuktikan adanya pengaruh yang baik karena mikroorganisme dalam pupuk hayati mampu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman.

Artemisia (*Artemisia annua* L)

Pada tanaman ini pupuk hayati yang digunakan merupakan jenis bakteri endofit yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan kadar artemisin. Pemberian mikroorganisme endofit dengan kerapatan aksesi 10^8 spkml⁻¹ yang disemprotkan pada daun sebanyak 600 ml/petak sampai umur 2 bulan setelah tanam (BST) dan 1500 ml/petak setelah 2 BST, berpengaruh nyata pada pertumbuhan tanaman Artemisia karena adanya peran mikroorganisme endofit yang menghasilkan fitohormon untuk merangsang pertumbuhan tanaman yaitu IAA, giberelin, dan kinetin (Gusmaini *et al.*, 2009).

Pemberian empat kali konsorsium mikroorganisme endofit yang berasal dari tanaman Artemisia menghasilkan kadar artemisin lebih tinggi dari kontrol. Demikian pula dengan pemberian dua kali konsorsium mikroorganisme endofit yang berasal dari tanaman ekosistem air hitam yaitu *Pseudomonas* sp juga memberikan hasil kadar artemisin yang lebih tinggi dari kontrol (Gusmaini *et al.*, 2009).

Mikroorganisme jenis endofit yang diaplikasikan pada tanaman *Artemisia* juga memberikan pengaruh yang baik bagi tanaman. Mikroorganisme tersebut berada dalam jaringan tanaman sehingga membantu tanaman dalam penyediaan unsur hara.

Ketumbar (*Coriandrum sativum*)

Inokulasi pupuk hayati berupa suspensi sel berisi 108 CFU/ml *Azotobacter chroococcum* dan *Azospirillum lipoferum* selama 15 menit pada biji dan disemprotkan pada batang tanaman ketumbar berpengaruh secara signifikan pada tinggi tanaman yang disebabkan oleh peningkatan kandungan nitrogen dan laju fotosintesis. Tinggi tanaman yang paling signifikan diperoleh karena adanya bakteri fiksasi nitrogen yang diinokulasi pada benih dan disemprotkan pada dasar batang tanaman saat tahap elongasi. Aplikasi pupuk hayati pada tanaman ketumbar juga berpengaruh pada pembungaan dan jumlah umbel per tanaman. Di sisi lain, aplikasi bakteri pemfiksasi nitrogen dapat meningkatkan aktivitas biologi tanah dan penyerapan elemen mineral, menyebabkan peningkatan produksi biomass dan jumlah umbel (Akhani *et al.*, 2012). Selain itu pupuk hayati juga mampu meningkatkan berat 100 biji dengan memacu laju fotosintesis dan produksi biomass (Roy and Singh, 2006) dan (Mahfouz dan Sharaf-Eldin, 2007). Pemberian mikroorganisme baik secara disemprotkan pada permukaan daun maupun di sekitaran pertanaman memberikan dampak baik bagi tanaman. Unsur hara N dan P mampu disediakan mikroorganisme yang diberikan pada tanaman ketumbar.

Panili (*Vanilla planifolia*)

Hasil penelitian penggunaan mikoriza pada benih panili menunjukkan bahwa aplikasi 500 spora jenis mikoriza yang dikembangkan dari rizosfer panili, meningkatkan tinggi tanaman (31,6%), jumlah daun (16,9%) dan diameter batang (6%), sedangkan pada aplikasi jenis mikoriza mycofer masing-masing sebesar 49,64%, 32,01%, dan 6%. Selain itu, inokulasi MA panili nyata meningkatkan index luas daun (25,45%), bobot kering akar (37,98%), batang (17,6%) dan daun (75,47%), serta presentase infeksi akar (47,05%) pada 18 MST, sedangkan inokulasi

mycofer sebesar 32,41%, 31,01%, 21,3%, 99,37% dan 54,85% (Trisilawati dan Firman, 2004).

Peningkatan pertumbuhan tanaman tersebut dapat disebabkan oleh peranan MA terhadap metabolisme yang terjadi di perakaran. Akar yang bermikoriza dapat memperbesar penyerapan garam-garam mineral dengan mempertinggi penyediaan ion hidrogen yang dapat dipertukarkan (Sieverding, 1991). Perlakuan 20 g mikoriza per tanaman nyata meningkatkan jumlah daun (18%), bobot segar benih (15%), bobot segar akar (55%), dan panjang akar (23%) benih panili berumur 4 bulan (Tirta, 2006). Pemanfaatan mikoriza sejak pembibitan mampu memberikan pengaruh positif bagi tanaman vanili.

Adas (*Foeniculum vulgare*)

Adas manis mengandung minyak esensial yang kaya sumber anethole, limonene, fenchone, estragole dan camphene. Anethole merupakan konstituen paling penting yang berperan sebagai penentu kualitas minyak esensial dari biji (Gross *et al.*, 2002). Darzi *et al.*, (2009) menyatakan bahwa mikoriza dan pupuk hayati fosfat meningkatkan presentase anethole dan menurunkan presentase limonen dan fenchone dalam minyak esensial buah adas. Tanaman yang diinokulasi *Pseudomonas fluorescens* dan *Bradyrhizobium* menunjukkan adanya peningkatan hasil minyak esensial yang signifikan berturut-turut 24 dan 10 kali lipat (Moradi *et al.*, 2011).

Mahfouz and Sharaf-Eldin (2007), melakukan penelitian dengan perlakuan T1 (*Azospirillum lipoferum* + 50% NPK), T2 (*Azotobacter chroococcum* + 50% NPK), T3 (*Bacillus Megatherium* + 50% NPK), T4 (campuran pupuk hayati T1, T2, dan T3 + 50% NPK), T5 (50% NPK tanpa inokulasi), dan T6 (100% NPK tanpa inokulasi). Perlakuan menggunakan pupuk hayati yang dikombinasi dengan dosis NPK 50% dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah cabang, berat basah tanaman, berat kering tanaman dan hasil buah dibandingkan dengan perlakuan kombinasi pupuk NPK 50% dan 100%. Hal ini menunjukkan bahwa *Azospirillum lipoferum* dan *Azotobacter chroococcum* berperan dalam fiksasi nitrogen. Kombinasi berbagai macam mikroorganisme memberikan pengaruh

baik dibanding tanpa pemberian pupuk. Unsur-unsur hara dapat terpenuhi sehingga tanaman adas mampu tumbuh baik.

Tanaman Obat

Aplikasi pupuk hayati pada tanaman sambang getih (*Hemigraphis colorata*), bratawali (*Tinospora cordifolia*), baru cina (*Artemisia vulgaris*), selasih (*Ocimum basilicum*), jintan (*Coleus amboinicus*), dan *Bacopa moninieriip* memberikan dampak yang signifikan terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang per tanaman, luas daun dan ketebalan tanaman pada 30 hari setelah aplikasi. Aplikasi pupuk hayati *Azospirillum*, *Trichoderma*, *Azotobacter*, mikoriza versikular arbuskular (MVA), bakteri pelarut fosfat dan *Rhizobium* memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Peningkatan pertumbuhan vegetatif karena aplikasi pupuk hayati disebabkan peran penting bakteri dalam biofertilizer (Paramanik and Chikkaswamy, 2014).

PERMASALAHAN PENGGUNAAN PUPUK HAYATI

Permasalahan yang dihadapi dalam penggunaan pupuk hayati antara lain perubahan tanaman tidak segera terlihat, yang seringkali membuat petani tidak sabar menunggu hasilnya dan menganggap agen hayati tidak manjur yang pada akhirnya petani kembali beralih ke pestisida kimiawi. Selain itu, viabilitas (daya hidup) mikroorganisme sangat rendah, populasi mikroorganisme rendah bahkan cenderung tidak ada/mati (pupuk hayati cair), tingkat kontaminasi sangat tinggi (pada pupuk hayati cair), seringkali menghasilkan gas (kemasan rusak) dan bau tidak sedap (busuk), tidak tahan lama (kurang dari setahun), serta masalah dalam transportasi dan penyimpanan (Anonim, 2012). Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk memperpanjang umur mikroorganisme dalam pupuk hayati yaitu dengan mengemasnya pada saat masa dorman. Mikroorganisme akan kembali aktif saat diaplikasikan ke lapang. Sebaiknya pada kemasan dicantumkan tanggal kadaluarsa pupuk hayati. Pengaturan suhu juga diperlukan pada

proses pengeringan karena mempengaruhi kemampuan hidup mikrobia. Hal ini dimaksudkan agar mikrobia di dalam granulat tidak mati selama proses pengeringan, karena mikrobia yang digunakan dalam pupuk hayati sangat rentan terhadap suhu ekstrim.

Sampai saat ini perbanyakan inokulum FMA dilakukan menggunakan tanaman inang yang ditanam pada media steril selama 3 - 4 bulan, sedangkan metode perbanyakan secara *in vitro* menggunakan kultur akar belum berhasil dikembangkan, dan perbanyakan inokulum FMA skala besar kurang efisien karena voluminous.

Kunci keberhasilan pemanfaatan mikroorganisme penyubur tanah adalah inokulasi isolat unggul, dengan pemberian bahan organik ke dalam tanah seperti pupuk kandang dan sisa jaringan tanaman hasil pangkasan. Keberadaan bahan organik di dalam tanah selain memperbaiki sifat kimia tanah (meningkatkan ketersediaan hara makro maupun mikro) juga sebagai sumber energi bagi mikroorganisme penyubur tanah. Pemberian inokulan mikroorganisme penyubur tanah dan bahan organik tidak hanya diarahkan untuk mengganti atau mengurangi penggunaan pupuk namun juga sebagai upaya untuk menjaga kelestarian lingkungan (Ruhnayat, 2000).

Agar pemanfaatan pupuk hayati berdampak pada peningkatan pendapatan petani, maka teknologi pupuk hayati yang dimanfaatkan harus sudah teruji dan efisien. Pemahaman strategi pemanfaatan pupuk hayati untuk memperbaiki kualitas tanah, memelihara keanekaragaman hayati yang menunjang keberlanjutan produktivitas pertanian perlu ditekankan. Penyuluhan sangat diperlukan agar pemanfaatan pupuk hayati berdampak pada peningkatan hasil dan efisiensi pemupukan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pupuk hayati sangat diperlukan untuk perbaikan kesuburan tanah, pertumbuhan dan produksi serta pencegahan penyakit pada tanaman. Aplikasi pupuk hayati pada tanaman rempah dan obat sangat dianjurkan untuk peningkatan keragaan benih, pertumbuhan dan

produksi tanaman serta menekan perkembangan penyakit. Beberapa kelemahan pupuk hayati seperti keterbatasan masa hidup mikroorganisme, populasi mikroorganisme dan cara aplikasi yang tepat untuk keberlangsungan hidup mikroorganisme dalam tanah memerlukan penelitian lebih lanjut.

Diperlukan penelitian lebih lanjut pengembangan pupuk hayati untuk meningkatkan jumlah mikrobia yang berperan dalam peningkatan hasil pertanian. Hal ini sesuai dengan tujuan jangka panjang agar diperoleh dampak yang positif bagi kesehatan manusia dan lingkungan alam sekitar.

PUSTAKA

- Aguzaen, H. 2009. Respon Pertumbuhan Bibit Stek Lada (*Piper Nigrum* L) Terhadap Pemberian Air Kelapa dan Berbagai Jenis CMA. *Jurnal Agronobis* 1(1), 36-47.
- Akhani, A., M.T. Darzi, and M.H.S. Hadi. 2012. Effects of biofertilizer and plant density on yield components and seed yield of coriander (*Coriandrum Sativum*). *Intl J Agri Crop Sci.* 4(16): 1205-1211.
- Anonim. 2012. Kelemahan Pupuk Hayati Cair. <http://evagrow.com/2012/11/kelemahan-pupuk-hayati-cair.html>. Diakses tanggal 11 November 2014.
- Berkum, V.P. and B.B. Bohlool. 1980. Evaluation of nitrogen fixation by bacteria in association with roots of tropical grasses. *Microbiol Rev.* 44(3): 491-517.
- Cattelan, A.J., P.G. Hartel, and J.J. Fuhrmann. 1999. Screening for plant growth-promoting rhizobacteria to promote early soybean growth. *Soil Sci.Soc.Am.J.* 63: 1.670-1.680.
- da Silva, M.F, R. Pescador, R. A. Rebelo, and S.L Stürmer. 2008. The effect of arbuscular mycorrhizal fungal isolates on the development and oleoresin production of micropropagated *Zingiber officinale*. *Braz. J. Plant Physiol.* 20(2):119-130.
- Darzi M.T., A. Ghalavand, F. Sefidkon, and F. Rejali. 2009. The effects of mycorrhiza, vermicompost and phosphatic biofertilizer application on quantity and quality of essential oil in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian J Medic Aromatic Plants* 24, 396-413. [In Persian].
- Daras, U., O. Trisilawati, dan I. Sobari. 2013. Pengaruh mikoriza dan ameliorant terhadap pertumbuhan benih kopi. *Buletin Ristri.* 4(2): 145-156.
- De La Cruz, R. E. 1991. Final report of the consultant on mycorrhiza program development in the IUC Biotechnology Center. PAU-IPB, Bogor. 168 hlm.
- Gross M., J. Friedman, N. Dudai, O. Larkov, Y. Cohen and E. Bar. 2002. Biosynthesis of estragole and t-anethole in bitter fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *vulgare*) chemotypes. Changes in SAM, phenylpropene o-methyltransferase activities during development. *Plant Sci* 163: 1047-1053
- Gusmaini, H. Nurhayati, Zainudin dan Herman. 2009. Penggunaan Mikroorganisme Endofit sebagai Growth Promoting Agent untuk Meningkatkan Produksi dan Kadar Artemisin pada *Artemisia annua* L. Laporan Teknis Penelitian Tahun Anggaran 2008. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. 155-165
- Hasanah, Y., Pujiharti dan A. Sukawa. 1990. Penelitian pendahuluan mikoriza pada tanaman lada. *Buletin Littro.* 7(1): 23-26.
- Herman, M., K.D. Sasmita, dan D. Pranowo. 2012. Pemanfaatan mikroorganisme rizosfer untuk meningkatkan Pertumbuhan dan serapan hara pada tanaman lada. *Buletin RISTRI* 3 (2): 143-150
- Jalilian, J., S. A. M. Modarres-Sanavy, S. F. Saberali, and K. Sadat-Asilan. 2012. Effects of the combination of beneficial microbes and nitrogen on sunflower seed yields and seed quality traits under different irrigation regimes. *Field Crops Research* 127: 26–34.
- James E.K., P. Gyaneshwar, N. Mathan, W.L. Barraquio, and J.K. Ladha. 2000. Endophytic diazotroph associated with rice. In: Ladha J.K., Reddy P.M, editors. *The quest for nitrogen fixation in rice.* Makati City, Philippines: International Rice Research Institute; (IRRI). p 119-140

- Januwati, M. dan M. Yusron. 2003. Pengaruh P-alam, pupuk bio dan zeolit terhadap produktivitas jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). Jurnal Ilmiah Pertanian Gakuryoku 9(2) : 125-128
- Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. *Ecological Engineering* 33: 150–156.
- Lange, N.R. and P.L.G. Vlek. 2000. Mechanism of calcium and phosphate release from hydroxy-apatite by mycorrhizal fungi. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64: 949-955.
- Mahfouz, S.A. and M.A. Sharaf Eldin. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). *International Agrophysics*, 21(4): 361-366.
- Mittal, V., O. Singh, H. Nayyar, J. Kaur, and R. Tewari. 2008. Stimulatory effect of phosphate-solubilizing fungal strains (*Aspergillus awamori* and *Penicillium citrinum*) on the yield of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. GPF2). *Soil Biology & Biochemistry* 40: 718–727.
- Moradi, R. P., R. Moghaddam¹, M. N. Mahallati¹ and A. Nezhadali. 2011. Effects of organic and biological fertilizers on fruit yield and essential oil of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* var. dulce). *Spanish Journal of Agricultural Research* 9(2), 546-553
- Nasahi, C. 2010. Peran Mikroorganisme Dalam Pertanian Organik. Bandung: UNPAD. p 22-32
- Noveriza, R., S. Elvianti and D. Manohara. 2005. Induction of systemic resistance by non pathogenic fungi against foot rot disease of black pepper seedling under green house condition. The 1st International Conference Crop Security, 20-22 September 2005, Brawijaya University, Malang.
- Okon, Y. and Y. Kapulnik. 1986. Development and Function of *Azospirillum* Inoculated Roots. *Plant Soil*. 90:3-16
- Pan, B., Y. M. Bai, S. Leibovitch and D.L. Smith. 1999. Plant-growth-promoting rhizobacteria and kinetin as way to promote corn growth and yield in a short-growing-season area. *Agronomy Journal* 11:179 – 186.
- Paramanik, R.C and B.K. Chikkaswamy. 2014. Effects of VAM and biofertilizers on some medicinal plants. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*. 3(6): 1016-1027.
- Parman. 2007. Pengaruh pemberian pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan produksi kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Bul. Agro. Fis.* XV (2): 1-2.
- Permentan. 2009. Permentan No. 28 th. 2009: Pupuk organik, pupuk hayati dan pembenah tanah. Bab I. Ketentuan Umum, Pasal 1 ayat 2 dan 5. Hlm. 3.
- Plante, A. F. 2007. Soil Biogeochemical Cycling of Inorganic Nutrients And Metals. *Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry*. Third edition. Elsevier Inc. USA.
- Putri, A.O.T, B. Hadisutrisno, dan A. Wibowo. 2016. Pengaruh inokulasi mikoriza arbuskular terhadap pertumbuhan bibit dan intensitas penyakit bercak daun cengkeh. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 10(2) : 145-154.
- Roy, D.K. and B.P. Singh. 2006. Effect of level and time of nitrogen application with and without vermicompost on yield, yield attributes and quality of malt barley (*Hordeum vulgare*). *Indian J. Agron.*, 51: 40-42.
- Ruhnayat, A. 2000. Pemanfaatan mikroorganisme penyubur tanah non simbiotik pada tanaman rempah dan obat. *Pengembangan Teknologi Tanaman rempah dan Obat*. 12 (1) : 7-14
- Santos, V.B., S.F. Araujo, L.F. Leite, L.A. Nunes, J.W. Melo. 2012. Soil microbial biomass and organic matter fractions during transition from conventional to organic farming systems. *Geoderma*. 170:227–231
- Sieverding, E. 1991. Function of Mycorrhiza. *Vesicular Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems*. Eschborn, Germany. p 57-70

- Sivaprasad, P., Jacob, A., Nair, S. K., and George, B. 1990. Influence of VA mycorrhizal colonization on root-knot nematode infestation in *Piper nigrum* L. Trends in mycorrhizal research. Proceedings of the National Conference on Mycorrhiza, at Haryana Agricultural University, Hisar, India, Feb. 14-16, 1990. pp.100-101
- Singh, J.S, V.C. Pandey, D.P. Singh. 2011. Efficient soil microorganisms: a new dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Agric Ecosyst Environ* 140:339–353.
- Sinha, R.K., D. Valani, K. Chauhan, S. Agarwal. 2014. Embarking on a second green revolution for sustainable agriculture by vermiculture biotechnology using earthworms: reviving the dreams of Sir Charles Darwin. *Int J Agric Health Saf.* 1:50–64.
- Spaepen, S., V. Jos. and R. Roseline. 2007. Indole-3-Acetic Acid in Microbial and Microorganism Plant Signaling. Department of Microbial and Molecular Systems. Centre of Microbial and Plant Genetics: Belgium.
- Stoate C, N.D Boatman, R.J Borralho, C.R Carvalho, G.R de Snoo, and P. Eden. 2001. Ecological impacts of arable intensification in Europe. *J Environ Manage*,63 (4) : 337-65.
- Syaputra, R., P.D. Rijaya dan B. Hariyono. 2011. Pengujian efek pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan produksi tiga provenan jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Prosiding Seminar Nasional Inovasi Perkebunan. p 86-92
- Syarifudin, A. 2002. Teknik identifikasi mikroorganisme penyedia unsur hara tanaman pada ultisols pulau Buru. *Bulletin Teknik Pertanian* 7(1) : 21-24
- Taiz, L and E. Zeiger. 1991. Ethylene and abscisic acid. In L Taiz, E Zeiger, eds, *Plant Physiology*. The Benjamin Cumming Publishing Company, Redwood City, California: pp 473-489
- Timmusk, S., B. Nicander, U. Granhall, and E. Tillberg. 1999. Cytokinin Production by *Paenibacillus polymyxa*. *Soil Biologi and Biochemistry* 31 (1999) 1847 – 1852.
- Tirta, I. G. 2006. Pengaruh Kalium dan Mikoriza Terhadap Pertumbuhan Bibit Panili (*Vanilla planifolia* Andrew). *Biodiversitas.* 7(2): 171-174.
- Treseder, K.K. 2004. A meta-analysis of mycorrhizal responses to nitrogen, phosphorus, and atmospheric CO₂ in field studies. *New Phytologist* 164: 347-355.
- Trisilawati, O., Gusmaini dan I. Rohimat. 2003. Peranan mikoriza terhadap pertumbuhan dan produksi rimpang tiga klon jahe. *Jurnal Ilmiah Pertanian Gakuryoku* 11 (1): 85-89.
- Trisilawati, O. dan C. Firman. 2004. Pengaruh cendawan mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan bibit panili (*Vanilla planifolia* Andrews). *Bulletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.* 11(1): 19-24
- Trisilawati, O dan I. Rohimat. 2005. Pengaruh mikoriza arbuskula dan pupuk organik terhadap pertumbuhan lada perdu. *Gakuryoku.* 11(2): 116-119.
- Trisilawati, O. 2015. Kompatibilitas Fungi Mikoriza Arbuskula pada benih cengkeh. Prosiding Seminar Teknologi Budidaya Cengkeh, Lada dan Pala. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Hlm. 27-33.
- Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil* 255 : 571-586.
- Wahyuno, D., D. Manohara dan K. Mulya. 2003. Peranan bahan organik pada pertumbuhan dan daya antagonisme *Trichoderma harzianum* dan pengaruhnya terhadap *Phytophthora capsici*. *J. Fitopatologi Indonesia.* 7:76-82.
- Wang B and YL. Qui. 2006. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza* 16:299-363.
- Widiastuti, H., E. Guhardja, N. Sukarno, L.K. Darusman, D.H. Goendi, and S. Smith. 2003. Arsitektur akar bibit kelapa sawit yang dinokulasi beberapa cendawan mikoriza arbuskula. *Menara Perkebunan* 7(1):28-43.

Youssef, M.M.A., and M.F.M Eissa. 2014. Biofertilizers and their role in management of plant parasitic nematodes. A review. E3 J Biotechnol. Pharm Res. 13:1-6.

Yusron, M. dan M. Januwati. 2005. Pengaruh pupuk bio terhadap pertumbuhan dan produksi kunyit (*Curcuma domestica* vahl.) di bawah hutan rakyat sengon. Jurnal Ilmiah Pertanian Gakuryoku 11 (1): 20-23