

BEBERAPA JENIS *BENEFICIAL MICROBE* ASAL LAHAN KERING MASAM, LAMPUNG TENGAH

Prihastuti¹

ABSTRAK

Pemanfaatan lahan kering masam banyak dihadapkan pada beberapa kendala, ditinjau dari aspek fisis, kimiawi, dan biologis tanah. Pengelolaan lahan kering masam perlu dilakukan untuk meningkatkan produktivitasnya, antara lain dengan memanfaatkan aktivitas mikroba tanah yang terkandung di dalamnya. Populasi mikroba pada lahan kering masam Lampung Tengah tergolong rendah, namun mempunyai biodiversitas yang tinggi. Ada beberapa jenis mikroba yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman, yang keberadaannya perlu dikembangkan agar dapat dimanfaatkan dalam penyediaan unsur hara, terutama nitrogen dan fosfat. Beberapa jenis *beneficial microbe* dari lahan kering masam Lampung Tengah antara lain jenis bakteri penambat nitrogen non-simbiotik, bakteri dan jamur pelarut fosfat, serta mikoriza vesikular-arbuskular. Isolat-isolat murni dari *beneficial microbe* ini perlu dikembangkan dan diaplikasikan kembali ke lahan kering masam asalnya untuk meningkatkan produktivitas lahan, karena sudah bersifat adaptif dan toleran terhadap lingkungan tumbuhnya.

Kata kunci: *beneficial microbe*, lahan kering masam, Lampung Tengah

ABSTRACT

The exploitation of acid dry land has many constraints, due to physical, chemical, and biological aspects. Managing of the acid dry land required productivity improvement, such as exploitation of indigenous soil microbial activities. The population of soil microorganism in acid dry soil is low categorizes, however it has high biodiversity. There are some beneficial microbes which have an important influence for plant growth. These existences need to be developed in order to optimize their necessity as nutrient absorption, particularly nitrogen and phosphate. The isolates of beneficial microbe from acid dry land in Central Lampung were non symbiotic nitrogen-fixation bacteria, phosphate-solubilizing microbe (mold

and bacteria) and vesicular-arbuscular mycorrhizae. The pure culture of beneficial microbe needs to be explored and implemented into the acid dry land which use for the increment land productivity it self. It had been adapted and tolerated to the growth's environment.

Keywords: beneficial microbe, dry acid land, Central Lampung

PENDAHULUAN

Lahan kering masam pada umumnya mempunyai pH rendah dan tingkat kesuburan rendah. Pada kondisi tanah dengan nilai pH dan kandungan hara rendah menjadikan banyak tanaman tidak dapat tumbuh normal dan hanya tanaman yang toleran akan bertahan hidup (Rao 1994). Tanah merupakan media tumbuh tanaman, mempunyai peranan besar dalam menentukan produktivitas. Melalui peningkatan kualitas fisik, kimiawi, dan biologis tanah, maka produktivitas lahan dapat ditingkatkan. Pengelolaan biodiversitas hayati ekologi lahan kering masam mempunyai prospek yang besar dalam pengembangan lahan tersebut.

Risosfer merupakan daerah sebaran mikroba tanah, sekitar 25% dari permukaan akar ditutupi oleh mikroba tanah. Pemanfaatan mikroba tanah yang bermanfaat (*beneficial microbe*) bagi pertumbuhan tanaman semakin penting dilakukan. Berkembangnya kegiatan ini setelah diketahui adanya potensi mikroba tanah dalam penyediaan unsur hara bagi tanaman (Walter dan Paa 1993). Sejarah ilmu pengetahuan mencatat kegiatan eksplorasi mikroba tanah dimulai sejak awal abad 19 dan berkembang hingga sekarang untuk dijadikan sebagai agen hayati (*biofertilizer*).

Lahan kering masam Lampung Tengah mempunyai populasi mikroba yang rendah, namun mempunyai keragaman jenis yang tinggi (Prihastuti *et al.* 2006b). Beberapa jenis mikroba yang ditemukan dari lahan kering masam Lampung Tengah bersifat sebagai *beneficial*

¹ Peneliti Ekofisiologi Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Kotak Pos 66 Malang 65101, Telp. (0341) 801468, e-mail: blitkabi@telkom.net

microbe, meliputi bakteri dan jamur yang aktif dalam melakukan transformasi unsur hara dan telah bersifat adaptif terhadap lingkungan tumbuhnya.

Biodiversitas *beneficial microbe* dari lahan kering masam berpotensi untuk diaplikasikan kembali pada lahan tersebut. Hubungan asosiasi antarmikroba tanah yang bersifat saling menguatkan aktivitasnya perlu dikaji lebih dalam, yang selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk membantu pertumbuhan tanaman. Bioteknologi berbasis mikroba dikembangkan dengan memanfaatkan peran-peran penting mikroba tersebut (Isroi 2005).

POTENSI DAN KENDALA PERKEMBANGAN *BENEFICIAL MICROBE*

Lahan kering dikatakan masam jika mempunyai nilai pH <6,0 dan kejenuhan basa <50% (Mulyani 2006). Kemasaman tanah erat hubungannya dengan kondisi lingkungan, baik iklim maupun kondisi tanah itu sendiri yang meliputi sifat fisik, biologi, dan kimia tanah. Reaksi kemasaman tanah adalah parameter tanah yang dikendalikan kuat oleh sifat-sifat elektrokimia koloid-koloid tanah. Pada tanah masam, kadar H⁺ lebih tinggi daripada kadar OH⁻ (Barbour 1987).

Lahan kering masam kurang produktif, karena dalam pemanfaatannya terkendala oleh pH rendah (<6,0), kandungan N, P, K, Mg, dan Ca rendah, kapasitas tukar kation (KTK) rendah, peka erosi dan miskin elemen biotik serta tingginya kadar aluminium (Al) dan mangan (Mn) yang dapat menyebabkan keracunan pada tanaman (Sanchez 1992). Keracunan Al dapat menghambat pertumbuhan akar, sehingga akar menjadi tebal, pendek, dan kaku. Akumulasi Al pada akar menghalangi penyerapan dan distribusi zat hara terutama kalsium dan fosfat dari akar ke bagian atas tanaman. Keracunan Mn mengakibatkan gangguan pada proses respirasi dan fotosintesis yang terlihat dengan adanya bintik nekrotik pada daun (Russel 1989).

Nilai pH tanah masam di Lampung Tengah berkisar antara 4,35 hingga 6,0. Kandungan N dan C organik juga cukup rendah, masing-masing <0,1 % dan <2,0%. Nilai KTK tanah antara 8,25 hingga 29,1 me/100 g tanah dan kandungan P₂O₅ tersedia bervariasi dari 4,28 hingga 172 ppm (Tabel 1). Pengaruh Al di lahan masam lebih merugikan dibanding kahat hara atau keracunan

Tabel 1. Hasil analisis tanah dari lahan kering masam di Lampung Tengah.

| Parameter | Lokasi | | | |
|--|--------|------|------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| pH H ₂ O | 6,0 | 4,8 | 5,15 | 4,35 |
| pH KCl | 4,6 | 3,9 | 3,9 | 3,8 |
| N total(%) | 0,08 | 0,07 | 0,05 | 0,10 |
| C-organik (%) | 1,19 | 1,95 | 1,07 | 1,75 |
| P ₂ O ₅ tersedia (ppm) | 172,00 | 9,52 | 4,28 | 13,60 |
| SO ₄ (ppm) | 18,0 | 14,5 | 15,0 | 11,6 |
| K-dd (me/100 g) | 0,06 | 0,05 | 0,03 | 0,12 |
| Na-dd (me/100 g) | 0,09 | 0,05 | 0,05 | 0,17 |
| Ca-dd (me/100 g) | 1,93 | 0,67 | 0,77 | 0,44 |
| Mg-dd (me/100 g) | 0,57 | 0,49 | 0,54 | 0,37 |
| KTK (me/100 g) | 13,7 | 8,25 | 19,2 | 13,7 |
| Al-dd (me/100 g) | 0 | 1,66 | 2,17 | 2,43 |
| H-dd (me/100 g) | 0,10 | 0,20 | 0,11 | 0,06 |
| Zn (ppm) | 1,81 | 0,55 | 0,45 | 0,92 |
| Cu (ppm) | 1,61 | 1,12 | 0,81 | 1,46 |
| Mn (ppm) | 8,72 | 3,07 | 0 | 3,46 |

Keterangan: Lokasi 1: Bumi Nabung, Lokasi 2: Sari Bakti, Lokasi 3: Seputih Banyak, dan Lokasi 4: Rumbiya.

Sumber: Prihastuti *et al.* 2006^a.

hara lain, karena Al menghambat pertumbuhan akar dan mikroba tanah (Ritchie 1989; Taufiq *et al.* 2004).

Populasi mikroba pada lahan kering masam Lampung Tengah sangat rendah berkisar antara 29,4.10¹ hingga 14,8.10⁴ cfu/gram tanah (Tabel 2). Pada lahan yang subur mengandung lebih dari 100 juta mikroba per gram tanah (Isroi 2005). Jenis mikroba yang paling mendominasi lahan kering masam adalah bakteri. Thompson (1991) menyatakan bahwa bakteri dapat hidup pada kisaran nilai pH yang lebih luas daripada jenis mikroba tanah lainnya. Bakteri yang mampu tumbuh pada pH masam dikenal sebagai bakteri asidofil.

Sebagian besar mikroba tanah memiliki peranan yang menguntungkan bagi tanaman, antara lain daur ulang hara, fiksasi biologis nitrogen, pelarutan fosfat, merangsang pertumbuhan, biokontrol patogen dan membantu penyerapan unsur hara (Isroi 2005). Sekalipun dalam jumlah yang kecil, namun keberadaan mikroba tanah yang ada di lahan kering masam perlu dikaji lanjut tentang aktivitas dan efektifitasnya. Hal ini perlu dilakukan, karena mikroba yang berhasil hidup adalah mikroba yang telah beradaptasi terhadap kondisi

Tabel 2. Rata-rata hasil perhitungan populasi mikroba tanah.

| Lokasi | Jumlah sel (cfu/g tanah) | |
|----------------|--------------------------|----------------------|
| | Bakteri | Jamur |
| Bumi Nabung | 13,3.10 ⁴ | 29,4.10 ¹ |
| Sari Bakti | 41,8.10 ³ | 41,6.10 ¹ |
| Seputih Banyak | 14,8.10 ⁴ | 31,7.10 ² |
| Rumbiyah | 38,8.10 ³ | 11,4.10 ³ |

Keterangan: cfu = *colony forming unit*.
 Sumber: Prihastuti *et al.* 2006b.



Gambar 1. Bakteri penambat nitrogen non simbiotik pada media NFb.

lingkungan tumbuh alaminya. Dengan demikian mikroba-mikroba tanah yang berguna dapat diisolasi dan dikembangkan lebih lanjut, untuk dapat diaplikasikan kembali ke lahan kering asalnya.

JENIS-JENIS *BENEFICIAL MICROBE*

Ada 2 (dua) jenis *beneficial microbe* yang terdapat di lahan kering masam Lampung Tengah yaitu mikroba yang aktif sebagai penambat nitrogen dan pelarut fosfat. Kedua jenis mikroba tanah ini bermanfaat dalam penyediaan unsur hara N dan P yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Kedua jenis mikroba ini mempunyai sifat atau karakteristik yang berbeda. *Beneficial microbe* yang ditemukan ada yang bersifat simbiosis dan non simbiosis (hidup bebas).

Mikroba Penambat Nitrogen

Hara N tersedia melimpah di udara, sekitar 74% kandungan udara adalah N. Namun, N udara tidak dapat langsung dimanfaatkan tanaman dan perlu difiksasi terlebih dahulu oleh mikroba untuk diubah bentuknya menjadi tersedia bagi tanaman. Mikroba penambat N ada yang bersimbiosis dan ada pula yang hidup bebas. Mikroba penambat N simbiotik antara lain *Rhizobium* sp yang hidup di dalam bintil akar tanaman kacang-kacangan (legum), sedangkan mikroba penambat N non-simbiotik antara lain: *Azospirillum* sp dan *Azotobacter* sp. Mikroba penambat N simbiotik hanya bisa digunakan untuk tanaman legum saja, sedangkan mikroba penambat N non-simbiotik dapat digunakan untuk semua jenis tanaman (Isroi 2005).

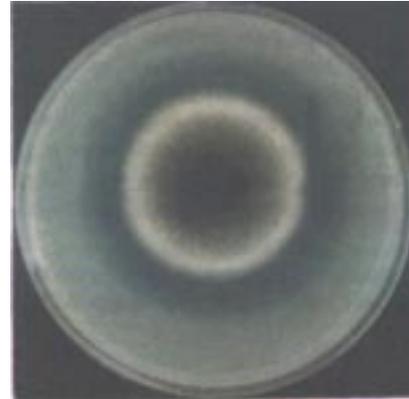
Tabel 3. Sifat-sifat morfologi bakteri penambat nitrogen non-simbiotik.

| No | Kode Isolat | Bentuk koloni pada media | | Warna koloni | Tepi koloni | Permukaan koloni |
|----|-------------|--------------------------|------------|------------------|-------------|------------------|
| | | Taburan | Tegak | | | |
| 1 | DB12 | circulair | echinulate | bening | entire | licin |
| 2 | DB21 | amoeboid | echinulate | putih | lobate | kasar |
| 3 | DB33 | circulair | echinulate | bening berlendir | entire | licin |
| 4 | DB62 | amoeboid | echinulate | putih | lobate | kasar |
| 5 | DB13241 | amoeboid | echinulate | putih berlendir | entire | licin |
| 6 | DB15142 | circulair | echinulate | bening | entire | licin |
| 7 | DA131 | amoeboid | echinulate | bening | entire | licin |
| 8 | TB13 | amoeboid | echinulate | bening berlendir | entire | licin |
| 9 | TA73 | amoeboid | echinulate | putih | lobate | kasar |
| 10 | EB71 | amoeboid | echinulate | putih | lobate | kasar |
| 11 | EB721 | amoeboid | echinulate | bening berlendir | entire | licin |
| 12 | EB73 | amoeboid | echinulate | bening | entire | licin |
| 13 | EA31 | amoeboid | echinulate | kuning | entire | licin |

Sumber: Prihastuti 2007a.



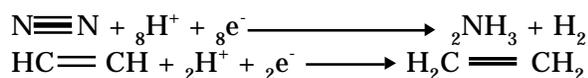
Gambar 2. Morfologi akar tanaman kedelai (kiri) dan Bintil akar pada dua batang tanaman kedelai di lahan kering masam Lampung (kanan).



Gambar 3. Pertumbuhan mikroba pelarut P pada medium Pikovskaya dengan zona bening di sekelilingnya.

Isolat bakteri penambat nitrogen non-simbiotik dari lahan kering masam ditunjukkan oleh kemampuannya dalam mengubah warna medium NFb dari hijau menjadi biru. Gambar 1 menunjukkan pertumbuhan mikroba penambat N non simbiotik pada medium NFb *streak plate*. Tabel 3 menunjukkan sifat-sifat morfologis bakteri penambat nitrogen non-simbiotik asam tanah masam Lampung Tengah.

Dengan kehadiran bakteri penambat nitrogen non-simbiotik, memungkinkan untuk penyediaan unsur nitrogen bagi tanaman melalui proses fiksasi nitrogen dari udara. Proses reduksi N_2 udara menjadi amonia merupakan reaksi yang memerlukan energi tinggi. Nitrogenase adalah enzim yang dimiliki mikroba penambat N_2 dan bersifat peka terhadap oksigen (Giller dan Wilson 1991). Selain itu, enzim ini juga mampu mereduksi gas asetilena menjadi etilena, sehingga reaksi reduksi asetilena dapat digunakan untuk mendeteksi aktivitas nitrogenase (Bergersen 1980). Reaksi reduksi N_2 dan C_2H_2 mengikuti persamaan berikut:



Secara teoritis nisbah konversi reduksi N_2 udara dan reduksi asetilena adalah 4:1, berarti setiap pembentukan empat mol etilena setara dengan penambatan satu mol N_2 (Giller dan Wilson 1991).

Bakteri penambat nitrogen simbiotik, yang biasa dikenal dari golongan Rhizobia sangat jarang ditemukan pada lahan kering masam Lampung Tengah. Prihastuti dan Sudaryono (2007) melaporkan bahwa pada pengamatan akar tanaman kacang-kacangan di lahan kering masam Lampung Tengah jarang ditemukan adanya bintil akar, sekalipun ada hanya dalam jumlah yang sangat sedikit dan berukuran kecil-kecil. Nilai pH yang masam merupakan salah satu pembatas untuk pertumbuhan dan perkembangan Rhizobium. Pertumbuhan optimal Rhizobium terjadi pada suhu 25–30 °C dan pH antara 6–7 (Zuberer 1990). Perlakuan penetralan tanah dengan kalsium hidroksida atau kalsium karbonat mengembalikan kondisi menjadi lebih menguntungkan bagi perkembangbiakan Rhizobium (Rao 1994). Namun demikian dalam jumlah yang sangat kecil tersebut, manfaat bakteri Rhizobia dikategorikan tidak efektif (jumlah <50 bintil/tanaman) dan justru bersifat sebagai parasit bagi tanaman inang (Pasaribu *et al.* 1989). Gambar 2 menunjukkan morfologi akar kedelai di lahan kering masam dan morfologi bintil akar kedelai.

Mikroba Pelarut Fosfat

Prihastuti *et al.* (2007) melaporkan bahwa jenis-jenis mikroba pelarut fosfat dari lahan kering masam meliputi bakteri dan jamur yang hidup bebas (non-simbiotik) dan jamur yang simbiotik, yang dikenal dengan sebutan mikoriza. Jenis mikroba pelarut fosfat non simbiotik dicirikan dengan pembentukan zona bening di sekeliling koloni (Gambar 3). Banyak sekali mikroba yang mampu melarutkan P, antara lain:

Tabel 4. Morfologi bakteri pelarut P dari lahan kering masam Lampung Tengah.

| Kode isolat | Warna koloni | Bentuk koloni | Elevasi | Tepi koloni | Respirasi | Sifat gram * | Bentuk sel |
|-------------|--------------|---------------|------------------|-------------|------------|--------------|------------|
| I PB.1 | Putih | Amoeboid | convex rugose | undulate | Aerob | + | Basil |
| I PB.2 | putih | Irregular | convex rugose | undulate | Aerob | + | Basil |
| I PB.3 | putih susu | Circular | low convex | Entire | Aerob | - | Coccus |
| II PB.1.1 | Putih | Curled | convex papillate | Lobate | Aerob | + | Basil |
| II PB.1.2 | putih | Curled | convex rugose | Lobate | Aerob | + | Basil |
| II PB.1.4 | Putih | Amoeboid | convex rugose | Entire | Aerob | + | Basil |
| II PB.1.5 | Putih | Irregular | Umbonate | Lobate | Aerob | + | Basil |
| III PB.1 | Putih | Curled | Umbonate | Lobate | Aerob | + | Basil |
| IV PB.1.1 | Putih | Curled | Effuse | undulate | fakultatif | + | Coccus |
| IV PB.2.2 | Putih | Curled | convex rugose | undulate | Aerob | + | Basil |
| V PB.1.1 | Putih | Circular | Effuse | Entire | fakultatif | + | Coccus |
| V PB.2.2 | Putih | Curled | convex rugose | undulate | Aerob | + | Basil |
| VI PB.1.1 | Putih | Curled | convex rugose | Entire | Aerob | + | Basil |
| VI PB.1.2 | putih | Irregular | convex rugose | Lobate | Aerob | + | Basil |
| VI PB.2.1 | putih | Irregular | convex rugose | Lobate | Aerob | + | Basil |
| VI PB.2.2 | Putih | Amoeboid | Umbonate | undulate | Aerob | + | Basil |

Sumber: Prihastuti *et al.* 2007

Keterangan *: +: Bakteri gram positif - : Bakteri gram negatif

Tabel 5. Morfologi koloni jamur pelarut P dari tanah masam Lampung Tengah

| Kode isolat | Warna koloni jamur | Pertumbuhan koloni |
|-------------|------------------------|--------------------|
| I Pj.1 | Abu-abu | ++ |
| I Pj.2 | Kuning | ++ |
| I Pj.3 | Hijau Tua tepi putih | + |
| I Pj.4 | Hitam | +++ |
| I Pj.5 | Putih tepi Kuning | ++ |
| I Pj.6 | Hijau kekuningan | ++ |
| I Pj.7 | Putih tepi merah jambu | + |
| I Pj.8 | Kuning | + |
| I Pj.9 | Merah Jambu | ++ |
| I Pj.10 | Putih | + |
| I Pj.11 | Hitam | +++ |
| II Pj.1 | Hijau Kehitaman | + |
| II Pj.2 | Hijau tepi putih | ++ |
| II Pj.3 | Coklat | + |
| II Pj.6 | Hijau tepi kuning | ++ |
| IV Pj.1 | Hijau | + |

Sumber: Prihastuti *et al.* 2007

Keterangan :

1). + : tumbuh lambat 2). ++ : tumbuh baik 3). +++ : tumbuh cepat

Aspergillus sp, *Penicillium sp*, *Pseudomonas sp* dan *Bacillus megatherium*. Mikroba yang berkemampuan tinggi melarutkan P, umumnya juga berkemampuan tinggi dalam melarutkan K (Isroi 2005). Sifat-sifat morfologis bakteri pelarut fosfat asal tanah masam Lampung Tengah didominasi oleh bakteri dengan warna koloni putih, bersifat aerob, gram positif dan bentuk sel basil (Tabel 4). Warna miselia jamur pelarut fosfat bervariasi mulai dari abu-abu, kuning, hijau, hitam, merah jambu, dan coklat dengan tingkat pertumbuhan lambat, sedang dan cepat (Tabel 5).

Ketiga jenis mikroba pelarut fosfat ini diketahui mampu mengekskresikan beberapa bentuk senyawa kimia seperti asam formiat, asetat, propionat, laktat, glikolat, fumarat, dan suksinat (Schinner *et al.* 1996). Mekanisme asam organik dalam meningkatkan ketersediaan P tanah antara lain melalui anion organik bersaing dengan ortofosfat pada permukaan koloid yang bermuatan positif (Nagarajah *et al.* 1970; Lopez-Hernandez *et al.* 1979); pelepasan ortofosfat dari ikatan logam P tertentu melalui pembentukan kompleks logam-organik (Earl *et al.* 1979) dan modifikasi muatan permukaan koloid oleh ligan organik (Nagarajah *et al.* 1970; Kwong dan Huang 1979).

Banyak komoditas tanaman yang sensitif terhadap infeksi mikoriza, dengan rata-rata

Tabel 6. Rata-rata tingkat infeksi mikoriza pada sistem perakaran tanaman dan jumlah spora yang ditemukan di dalam tanah.

| No. Komoditas | Tingkat infeksi (%) | Jumlah spora (spora/g tanah) |
|----------------|---------------------|------------------------------|
| 1 Kedelai | 74,49 | 171,50 |
| 2 Ubi kayu | 90,33 | 56,25 |
| 3 Kacang tanah | 63,79 | 58,67 |
| 4 Ubi jalar | 84,30 | 83,00 |
| 5 Jagung | 62,50 | 162,00 |
| 6 Alang-alang | 50,00 | 145,00 |

Sumber: Prihastuti dan Harsono 2007.

Tabel 7. Mikoriza yang ditemukan di lahan kering masam, Lampung Tengah

| Bentuk spora | Ciri khas |
|---|---|
|  <i>Gigaspora margarita</i> | Spora dihasilkan secara tunggal di dalam tanah. Ukurannya besar, bentuk globos atau subglobos, spora tidak mempunyai lapisan dinding dalam, tabung kecambah dihasilkan secara langsung dari dinding spora, sel pelengkap berduri dan ber dinding tipis. |
|  <i>Glomus moseae</i> | Spora dibentuk secara tunggal pada terminal hifa non-gametangium yang tidak berdiferensiasi di dalam suatu sporokarp, pada saat dewasa spora dipisahkan dari hifa pelekak oleh sebuah sekat, spora bentuk globos, dinding spora terdiri atas lebih dari satu lapis. |
|  <i>Glomus versiforme</i> | Spora dibentuk secara tunggal ataupun berpasangan dua pada terminal hifa non-gametangium yang tidak berdiferensiasi di dalam suatu sporokarp, pada saat dewasa spora dipisahkan dari hifa pelekak oleh sebuah sekat, spora bentuk globos, subglobos, ovoid ataupun obovoid dengan dinding spora terdiri atas lebih dari satu lapis. |
|  <i>Acaulospora</i> | Spora tunggal di dalam sporokarp, Spora melekat secara lateral pada hifa yang ujungnya menggelembung dengan ukuran yang hampir sama dengan spora, bentuk spora globos, subglobos, ellips atau fusiform melebar. Pembesaran mikroskop 10 x 40 m |
|  <i>Endogone pisiformis</i> | Spora dihasilkan secara tunggal di dalam sporokarp, bentuk ovoid mempunyai dua suspensor, ukuran spora sedang. |
|  <i>Smilacina racemosa</i> | Spora dihasilkan secara tunggal dengan bentuk panjang atau pendek dimorphis, 5-8 spora membentuk koloni. |
|  <i>Entrophospora</i> | Spora dihasilkan secara tunggal dari perbesaran tangkai kantung sporogen di dalam tanah, kantung sporogen ber dinding tipis, putih padat, dan akan menjadi kosong karena isinya dipindahkan ke dalam spora. |
|  <i>Scutellospora sp</i> | Spora dibentuk secara tunggal di dalam tanah atau di dalam sel korteks akar, ukuran spora besar, bentuk globos, subglobos, ovoid atau obovoid, dinding spora terdiri dari lebih dua lapis dinding, tabung kecambah dihasilkan dari pelindung kecambah di dekat dasar spora di dinding dalam. |

Sumber: Prihastuti 2007b.

tingkat infeksi akar >50,00 % (Tabel 6). Mikoriza memang diketahui mampu tumbuh dan berkembang dengan baik pada lingkungan yang kurang menguntungkan bagi pertumbuhan mikroba tanah lainnya (Keltjen 1997). Kehadirannya justru memberikan manfaat positif bagi tanaman inang yang diinfeksi dalam penyediaan air dan unsur hara terutama P yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman (Bethlerfalvay 1992).

Prihastuti dan Sudaryono (2008) menyatakan bahwa tingkat infeksi akar yang terjadi tidak ditentukan oleh jumlah spora yang ada, namun lebih ditentukan oleh kemampuan mikoriza dan tanggap perakaran tanaman untuk berlangsungnya proses infeksi. Donahoe *et al.* (1983) menyatakan bahwa tingkat infeksi akar oleh mikoriza dipengaruhi oleh tingkat kepekaan inang, iklim, dan tanah. Prihastuti *et al.* (2006c) menyatakan bahwa komoditas tanaman dan pH tanah mempengaruhi jumlah spora yang ditemukan pada risosfer. Jumlah mikoriza di lahan kering masam Lampung Tengah berkisar antara 56–172 spora/gram tanah, cukup berpotensi untuk dapat menginfeksi akar tanaman yang tumbuh di atasnya.

Pada umumnya tanaman dapat menggunakan sistem perakarannya untuk mengatasi kondisi cekaman kemasaman tanah, setelah bersimbiosis dengan mikoriza (Wawan 2005). Adanya aktivitas miselium eksternal jamur yang menjelajah tanah di luar zone deplesi akar dapat mempercepat difusi hara dari tanah ke akar, sehingga serapan hara P meningkat. Mikoriza mampu membantu menyediakan bentuk P yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman, karena mempunyai kemampuan membebaskan P terjerap (baik *occluded-P* maupun *non-occluded-P*), sebagai efek kemampuannya memproduksi asam-asam organik pelarut P sebagai eksudatnya (Keltjens 1997).

Faktor-faktor yang mempengaruhi tanaman inang, biasanya juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan mikoriza. Perkembangan mikoriza dipengaruhi oleh kepekaan tanaman inang terhadap suhu tanah, intensitas cahaya, kandungan unsur hara, dan air tanah, pH tanah, bahan organik, residu akar, dan logam berat (Pfleger dan Linderman 1996).

Berdasarkan bentuk spora yang ada diketahui bahwa setidaknya ada delapan jenis mikoriza di

lahan kering masam Lampung Tengah (Tabel 7). *Gigaspora margarita*, *Glomus moseae*, dan *Glomus versiforme* merupakan jenis mikoriza yang mempunyai daerah penyebaran cukup luas (Prihastuti 2007b). Disarankan bahwa dalam aplikasi mikoriza alami asal lahan kering masam Lampung Tengah dapat diawali dengan pengembangan ketiga jenis mikoriza ini, karena diketahui sudah teradaptasi pada lingkungan tersebut.

PROGRAM DAN STRATEGI PENGEMBANGAN

Kajian di atas menunjukkan adanya biodiversitas *beneficial microbe* dari lahan kering masam daerah Lampung Tengah yang cukup tinggi. Sekalipun berada dalam jumlah populasi yang rendah, namun keberadaannya perlu diperhitungkan dalam upaya peningkatan produktivitas lahan kering masam, karena isolat-isolat *beneficial microbe* yang berhasil ditemukan telah bersifat toleran adaptif pada lingkungan tersebut.

Pengelolaan biologis lahan kering masam perlu dilakukan melalui introduksi *beneficial microbe* sebagai agen hayati. Kegiatan ini dapat digunakan untuk meningkatkan populasi mikroba tanah hingga mencapai kualitas tanah subur yang mengandung lebih dari 100 juta mikroba per gram tanah. Hal yang lebih penting lagi dari kegiatan ini adalah mengambil manfaat dari masing-masing jenis *beneficial microbe* dalam menyediakan unsur hara tanaman.

Pasaribu *et al.* (1989) menyatakan bahwa efektivitas agen hayati dipengaruhi oleh faktor strain mikroba yang ada di dalamnya, lingkungan tumbuh dan genotipe tanaman. Ketiga faktor tersebut saling berkaitan satu sama lain dan merupakan kunci pokok keberhasilan introduksi agen hayati. Dalam upaya mengefektifkan manfaat agen hayati, maka perlu dilakukan beberapa hal, antara lain: (1) penyesuaian kondisi lahan yang menjadi lingkungan tumbuh mikroba yang terkandung di dalamnya, (2) peningkatan kualitas komponen hayati, meliputi viabilitas dan aktivitas mikroba dan (3) kesesuaian tanggap genotipe tanaman yang dibudidayakan pada lahan tertentu (Prihastuti 2008).

PENUTUP

Lahan kering masam dapat ditingkatkan produktivitasnya melalui pemanfaatan mikroba yang terkandung di dalamnya. Beberapa jenis

beneficial microbe dari lahan kering masam Lampung Tengah yang berpotensi untuk dikembangkan, meliputi bakteri penambat nitrogen non-simbiotik, bakteri dan jamur pelarut fosfat dan mikoriza.

Dari sejumlah isolat murni *beneficial microbe* perlu diteliti lebih lanjut untuk dapat diformulasikan sebagai pupuk hayati. Hubungan asosiasi antarmikroba tanah yang bermanfaat ini tidak dapat diabaikan, karena kehidupan bersama di antaranya dapat saling menguatkan aktivitasnya dalam membantu pertumbuhan tanaman. Kemampuan inokulasi ganda ditentukan oleh jenis-jenis mikroba yang digunakan.

Dengan diperolehnya kegiatan eksplorasi jenis-jenis *beneficial microbe* dari lahan kering masam Lampung Tengah ini, diharapkan dapat dipersiapkan sebagai pupuk hayati yang akan diaplikasikan kembali untuk peningkatan produktivitas lahan tersebut. Hubungan sinergisme yang baik antara mikroba dengan tanaman akan memberikan dampak positif pada hasil panen.

DAFTAR PUSTAKA

- Barbour, M. G. 1987. *Terrestrial Plant Ecology*, second edition. California. The Benjamin/Cummings. Pub. Co. Inc. 89 pp.
- Bergersen, F. J. 1980. *Methods for evaluating biological nitrogen fixation*. John Wiley and Sons. New York, Toronto. 68 pp.
- Bethlerfalvay dan R. G. Linderman. 1992. Mycorrhizae in sustainable agriculture. ASA, SSSA, Madison, Wisconsin. pp. 45–70
- Donahue, R. L., R. W. Miller and J. C. Shickluna. 1983. Soil in Introduction to Soil and Plant Growth. Prentice Hall, New Jersey. 138 pp.
- Earl, K. D., J. K. Syers, and J. R. Mc Laughlin. 1979. Origin of the effect of citrate, tartarate, and acetate on phosphate sorption by soils and synthetic gel. SSSAJ. 43:474–678.
- Giller, K. E. and K. J. Wilson. 1991. Nitrogen fixation in tropical cropping system. CAB International: 51–85.
- Isroi. 2005. Bioteknologi mikroba untuk pertanian organik. www.ipard.com. Diakses tanggal 22 Juli 2005.
- Keltjen, W. G. 1997. Plant adaptation and tolerance to acid soils; its possible Al avoidance. A review. *In*. Plant-Soil interactions at low pH. Sustainable agriculture and forestry production. Eds. A. C. Moniz, A. M. C. Furlani, R. E. Schaffert, N. K. Fageria, C. A. Rosolem and H. Cantarella. pp. 159–164. Brazilian Soil Sci. Soc., Campinas, Brazil.
- Kwong, K.F. and P.M. Huang. 1979. Surface activity of alluminium hydroxide precipitated in the presence of lows molecular weight organic acid. SSSAJ. 43:1107–1113.
- Lopez-Hernandez, D., D. Plores, G. Siegert and J.V. Rodriquez. 1979. The effect of some organic anions on phosphate removal from acid and calcareous soils. Soil Sci. 128: 321–326.
- Mulyani, A. 2006. Potensi Lahan Kering Masam Untuk Pengembangan Pertanian. *Jurnal/Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, vol. 28 No. 2.
- Nagarajah, S., A.M. Posneer, and J.P. Quirk. 1970. Desorption of P from Caolinite by citrate and bicarbonate. SSSAJ 32: 507–510.
- Pasaribu, D., N. Sunarlim, Sumarno., Y. Supriati, R. Saraswati, Sutjipto dan S. Karama. 1989. Penelitian inokulasi rizobium di Indonesia. P. 3–29 *In*. M. Syam., Ruhendi dan A. Widjono (eds). Risalah lokakarya Penelitian Penambatan Nitrogen Secara Hayati pada Tanaman Kacang-Kacangan, Bogor, 30–31 Agustus 1988.
- Pfleger, F.L. and R.G. Linderman. 1996. Mycorrhizae and plant health. APS Press. The Am. Phytopath. Soc. St. Paul, Minnesota. 274 pp.
- Prihastuti. 2007a. Isolasi dan seleksi bakteri penambat nitrogen non simbiotik dari lahan kering masam Lampung. *Jurnal Biologi dan Pengajarannya CHIMERA*, Tahun 12, Nomor 1, Januari 2007. Jurusan Biologi, F. MIPA Universitas Negeri Malang, Malang. hlm. 47–57.
- _____. 2007b. Isolasi dan karakterisasi mikoriza vesikular arbuskular di lahan kering masam, Lampung Tengah. *Berkala Penelitian HAYATI*. Volume 2, no. 2, Juni 2007. Jurusan Biologi Fakultas MIPA, Universitas Airlangga, Surabaya. hlm. 99–106.
- _____. 2008. Adopsi pupuk hayati di Indonesia: antara harapan dan realita. *Dalam* Saleh. N. Rahmianna, A.A., Pardono, Samanhudi, Anam, C dan Yulianto (Penyunting). 2008. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Surakarta, 7 Agustus 2008. Fakultas Pertanian/Pascasarjana Agronomi Universitas Sebelas Maret Surakarta, Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, dan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah. Hlm. 76–81 .
- _____. dan A. Harsono. 2007. Potensi pengembangan mikoriza alami di lahan kering masam Lampung Tengah sebagai penambang hara. *Jurnal AGRITEK*. Vol. 15. nomor 6. Desember 2007. Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, Institut Pertanian Malang, Malang. Hlm 1318–1325

- _____ dan Sudaryono. 2007. Evaluasi input agen hayati pada uji paket teknologi budidaya kedelai di lahan kering masam, Lampung Tengah. Seminar dan Gelar Teknologi, Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, 9-10 November 2007. 10 hlm. Belum dipublikasi.
- _____ dan _____. 2008. Tingkat kemelimpahan mikoriza vesikular arbuskular di lahan kering masam. *Dalam* Kurnia, U dan Ardiwinata, A. N. 2008. Prosiding Seminar Nasional Pengendalian Pencemaran Lingkungan Pertanian Melalui Pendekatan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Secara Terpadu tanggal 28 Maret 2006. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor. Hlm. 388-395.
- _____, _____ dan Tri Wardani. 2006a. Kajian mikrobiologis pada lahan kering masam, Lampung. *Agritek* Vol. 14. no. 5. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat, Institut Pertanian Malang, Malang. Hlm. 1110-1125.
- _____, Tri Wardani, Sudaryono dan A. Wijanarko. 2006b. Studi diagnostik biologi lahan kering masam. Laporan Penelitian tahun 2005, Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, Malang. 10 hlm.
- _____, _____ dan Sudaryono. 2006c. Pola sebaran dan karakterisasi mikoriza alami di lahan kering masam. Laporan Hasil Kegiatan Penelitian Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian tahun 2005, Malang. 13 hlm.
- _____, Arif Harsono dan Sudaryono. 2007. Kajian pupuk hayati pada tanaman kedelai di lahan kering masam. Laporan Akhir Penelitian Tahun 2006. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, Malang. 20 hlm.
- Rao, N.S.S. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Diterjemahkan oleh Herawati Susilo. Universitas Indonesia, Jakarta. 353 hlm
- Ritchie, G.S.P., 1989. The chemical behaviour of aluminium, hydrogen and manganese in acid soils. p.1-49. *in* Robson A. D. (Ed.). *Soil acidity and plant growth*. Acad. Press. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers.
- Russell. 1989. *Soil Condition and Plant Growth*, Eleventh Edition. Wild, A (Ed). 1989. ELBS Published. 235 pp.
- Sanchez, P.A. 1992. *Sifat Dan Pengelolaan Tanah Tropika*, jilid dua. Terjemahan dari *Properties and Management of Soils in The Tropics*, 2st edition, oleh Johara T. Jayadinata. 1976. Bandung. Penerbit ITB Bandung.
- Schinner, F., E. Kandeler, R. Ohlinger and R. Margesin. 1996. *Methods in Soil Biology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. 438 pp.
- Taufiq, A., H. Kuntiasuti, dan A.G. Mansyuri, 2004. Pemupukan dan ameliorasi lahan kering masam untuk peningkatan produktivitas kedelai. Makalah lokakarya pengembangan kedelai melalui pendekatan pengelolaan tanaman terpadu di lahan masam. BPTP Lampung. hlm 21-40.
- Thompson, J.P., 1991. How does organic farming perform in relation to soil biology. P. 23 - 30. *in* Thompson and Thomass (Eds) *Organic in Field Crop Production*. Queensland Dep.of Primary Industries. Brisbane.
- Walter and Paa. 1993. Microbial inoculant production and formulation. p. 579-594. *In*. Metting, F.B. (Eds). *Soil Microbial Ecology, Applications in Agricultural and Environmental Management*. Marcel Dekker, Inc, New York.
- Wawan. 2005. Pengelolaan sub soil masam untuk peningkatan produktivitas tanaman pangan. wawan_1962@yahoo.com. Diakses tanggal 20 Februari 2005.
- Zuberer, N. D. 1990. Soil and rhizosphere aspect of N₂ fixing microbe associations. p. 317-353. *In*. J. M Linch² (ed). *The Rhizosphere*. John Wiley and Sons.